HAL
open science

La construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation : une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire

Estelle Blanquet

To cite this version:

Estelle Blanquet. La construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation : une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire. Autre [cond-mat.other]. Université Nice Sophia Antipolis; Université de Genève. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, 2014. Français. NNT : 2014NICE4104 . tel-01141872

HAL Id: tel-01141872

https://theses.hal.science/tel-01141872v1

Submitted on 14 Apr 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Université Nice Sophia Antipolis

UNIVERSITÉ DE NICE SOPHIA ANTIPOLIS - UFR Sciences
École Doctorale de Sciences Fondamentales et Appliquées

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur en Sciences
de l'Université de Nice Sophia Antipolis
Discipline : **Physique**

présentée et soutenue par

Estelle BLANQUET

LA CONSTRUCTION DE CRITÈRES DE SCIENTIFICITÉ POUR LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION.

Une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire.

Thèse en cotutelle entre les Universités de Nice Sophia Antipolis et de Genève

co-dirigée par *Pierre COULLET, André GIORDAN et Éric PICHOLLE*

soutenue le 24 novembre 2014

Jury :

Prof. Pierre Coullet, Université de Nice Sophia Antipolis
Prof. Joaquim Dolz-Mestre, Université de Genève
Prof. André Giordan, Université de Genève
Prof. Roger Maynard, Université Joseph Fourier de Grenoble
Prof. Jean-Louis Martinand, ENS Cachan (rapporteur)
Prof. Paul-Antoine Miquel, Université Toulouse Jean Jaurès (rapporteur)
Dr. Éric Picholle, CNRS Nice
Prof. Yves Quéré, membre de l'Académie des Sciences (président)

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Université Nice Sophia Antipolis

Section des Sciences de l'Éducation

Sous la co-direction d'André Giordan, Joaquim Dolz-Mestre, Éric Picholle (Nice) et Pierre Coullet (Nice)

Thèse en cotutelle entre les Universités de Genève et de Nice Sophia Antipolis

LA CONSTRUCTION DE CRITÈRES DE SCIENTIFICITÉ POUR LA DÉMARCHE D'INVESTIGATION.
Une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire.

THÈSE

Présentée à la
Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en Sciences de l'Éducation

par

Estelle BLANQUET

de

Nice (France)

Thèse No 591

GENÈVE

Novembre 2014

N° étudiante : 09-327-420

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES
SCIENCES DE L'ÉDUCATION

Bd du Pont-d'Arve 40 | CH-1211 Genève 4

Doctorat en sciences de l'éducation

en cotutelle avec l'Université de Nice Sophia-Antipolis

Thèse de Estelle Blanquet

Intitulée : La construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation. Une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire

*

La Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, sur préavis d'une commission formée par les professeurs : André Giordan, co-directeur, FPSE, Université de Genève, Joaquim Dolz, co-directeur, FPSE, Université de Genève ; Eric Picholle, co-directeur, CNRS (Nice,LPMC) ; Pierre Coullet, co-directeur, Université de Nice Sophia-Antipolis ; Jean-Louis Martinand, ENS Cachan ; Yves Quéré, Ecole polytechnique, France ; Roger Maynard, Université Joseph Fourier de Grenoble ; Paul-Antoine Miquel, Université Paul Sabatier, Toulouse 2/Le Mirail

autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

GENEVE, le 24 novembre 2014

Le doyen :

Pascal Zesiger

Thèse No 591
Numéro d'immatriculation : 09.327.420

Uni Mail
40 bd du Pont-d'Arve - CH-1211 Genève 4
Tél. 022 379 90 01 - Fax 022 379 90 20
www.unige.ch/fapse
Doyen-FPSE@unige.ch

À mes parents

1. Introduction

> *Pour enseigner efficacement les sciences, un enseignant doit avoir une notion claire de la nature de son sujet — des qualités spécifiques qui séparent la science des autres domaines d'étude. Avec une telle compréhension, la science peut être enseignée comme un élément séparé ou intégrée à d'autres domaines sans perdre ses caractéristiques propres. En l'absence de cette compréhension, il risque d'y avoir peu d'activités, même dans le cadre de leçons spécifiques de science, qui soient réellement scientifiques.*
>
> Wynne Harlen

Les enfants aiment les sciences. Il suffit d'entrer au Palais de la découverte, à Paris ou au musée des sciences de Londres, de se rendre aux nombreux événements organisés à l'occasion de la Fête de la science ou, plus localement, dans un Jardin des sciences des Alpes-Maritimes pour voir briller les yeux et éclore les sourires des petits autant que des grands.

C'est beaucoup, mais cela ne saurait suffire... Aujourd'hui, seulement 27% des élèves en fin de CM2 font preuve d'aisance dans la manipulation des concepts étudiés tandis que près de 16% ne les maîtrisent pas[1] ; ils ne sont qu'environ 9% à maîtriser les compétences nécessaires à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation, selon les chiffres mêmes du Ministère de l'Éducation Nationale français.[2] Ces chiffres sont stables depuis 2007.

Le triste constat est inévitable : en dépit des efforts déployés pour promouvoir, avec la démarche d'investigation (officiellement recommandée par les programmes de l'école primaire depuis 2002[3]), un enseignement des sciences attractif à l'école primaire, celui-ci « marche » mal. Les raisons en sont certainement multiples et complexes, et de tous ordres — pédagogiques, psychologiques, anthropologiques, politiques, financières, etc. Aucune solution miracle ne résoudra à elle seule un problème de cette envergure. Pour autant, on peut tenter d'identifier certains de ses paramètres pertinents, et de déterminer comment on pourrait les faire évoluer plus favorablement.

Mon intuition, fondée sur près de 15 ans de pratique de la formation à la démarche d'investigation de milliers d'enseignants et futurs enseignants du primaire auxquels j'ai tenté de faire partager ma passion des sciences,[4] est que l'un de ces paramètres pourrait être, indépendamment du problème de "niveau" — par définition assez élémentaire à l'école primaire —, la difficulté des enseignants à se représenter clairement la nature même de la science.

---

1. « CEDRE 2013 - Grande stabilité des acquis en sciences en fin d'école depuis 2007 ». Synthèse disponible sur le site du ministère. http://www.education.gouv.fr/cid54836/cedre-2013-grande-stabilite-des-acquis-en-sciences-en-fin-d-ecole-depuis-2007.html (consulté septembre 2014)

2. Un demi-siècle après l'introduction, entre 1946 et 1952, des "classes nouvelles" au collège.

3. « CEDRE 2013 - Grande stabilité des acquis en sciences en fin d'école depuis 2007 ». Note d'information de la DEPP (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance), N°27, juillet 2014, p. 3.

4. Formatrice d'enseignants du primaire en physique depuis 2000, j'ai travaillé aux IUFM de Franche-Comté (2000-2001), de Bourgogne (2003-2007) et de Nice (depuis 2007). J'ai par ailleurs assuré la formation des enseignants du secondaire à l'IUFE de Genève en 2013-2014.

L'idée que « *pour enseigner efficacement les sciences, un enseignant doit avoir une notion claire de la nature de son sujet* » n'a rien d'original. Je l'emprunte à Wynne Harlen, l'une des pionnières de la réflexion sur l'enseignement des sciences au primaire, qui insistait dans un rapport pour l'I.A.P.[5] sur le caractère crucial d'une vision claire de la nature de la science pour enseigner les sciences. Plus généralement, la question de la nature de la science (*NoS*, dans le jargon de la didactique anglo-saxonne) et de son appropriation par les enseignants est devenue un enjeu considérable de la recherche en didactique des sciences. Son enseignement explicite est par ailleurs l'un des enjeux des récentes réformes des programmes américains et anglais, y compris pour l'école primaire.

Elle est en revanche moins courante en France, où la nature de la science est tout simplement absente des programmes d'enseignement des sciences à l'école primaire. On ne dispose en outre que de fort peu de données sur sa perception aussi bien par les écoliers français que par leurs professeurs.

Objectifs et grandes lignes de la thèse

L'objet de cette thèse est donc, d'une part, de développer des outils épistémologiques accessibles aux enseignants du primaire et, d'autre part, de documenter autant que possible le rapport à la science des élèves et des enseignants français.

La partie théorique de ce travail a donc elle-même une vocation appliquée. Il s'agira de préciser autant que possible la notion de science scolaire, non de faire œuvre originale dans le débat séculaire sur la nature de la science. C'est pourquoi nous exclurons largement de notre propos les marges actuelles de la recherche scientifiques — nous épargnant ainsi les difficultés épistémologiques associées — pour nous appuyer sur la théorie des "trois mondes" de Karl Popper et qualifier en particulier différents types de savoirs établis (du "monde 3"). Nous nous appuierons également sur la notion de "subjectivité collective", la communication et la communicabilité étant au cœur même de toute transmission des savoirs, et donc de la science scolaire, qui se joue en grande partie au niveau individuel ("monde 2").

Pour le professeur des écoles enseignant les sciences, l'enjeu est alors de faire accéder ses élèves à la science scolaire, conçue comme une culture savante. Des jeux de *critères de scientificité* adaptés au niveau de sa classe lui permettent de valider une pratique donnée comme recevable, ou non, en tant que "scientifique". On peut qualifier de "*bottom-up*" cette approche ascendante, qui part des pratiques de classe élémentaires pour construire progressivement une représentation de la nature de la science. Par opposition, l'approche traditionnelle, qui part d'une vision de la "science

5. I.A.P. (2009) Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education (IBSE). Wynne Harlen and Jorge E. Allende (Eds),. Accessible sur le site de l'IAP (consulté septembre 2014) : http://www.interacademies.net/12238/2951/12250/9348.aspx. C'est également de ce rapport qu'est extraite la phrase en exergue : « *To teach science effectively a teacher needs a clear notion of the nature of the subject - of the distinctive qualities that separate science from other subject domains. With such an understanding science can be taught as part of a topic, integrated with other subjects yet still retain its special features. Without such understanding there may be little activity, even in separate science lessons, that is truly scientific.* » (p. 19). L'InterAcademy Panel (I.A.P.) est un réseau qui rassemble au plan mondial les Académies des sciences.

des scientifiques", édulcorée à mesure qu'on descend en niveau pour l'adapter aux enseignements scolaires, sera dite "*top-down*".

La partie expérimentale, quant à elle, visera à déterminer l'évolution du rapport à la science de différents publics impliqués dans des démarches d'investigation soumises aux critères de scientificité précédemment définis.

En ce qui concerne les enseignants et futurs enseignants, nous adopterons la posture de praticien-chercheur, classique en sciences sociales,[6] pour expérimenter à partir de nos propres formations à la démarche d'investigation en physique. Elle nous permettra d'évaluer la réception de l'outil développé et la capacité des enseignants à s'emparer, ainsi que d'identifier les modalités les plus favorables à son appropriation.

Par ailleurs, la mise en place dans leurs classes, par des enseignants en poste, de séquences adaptées permettra de déterminer la capacité des élèves à pratiquer une "science scolaire" légitime, même à un niveau nécessairement limité. Nous concentrerons en particulier notre attention sur la Grande Section de maternelle, pour déterminer s'il est possible d'initier des enfants, dès 4/5 ans, à des activités authentiquement scientifiques, comme la modélisation.

Présentation des parties du manuscrit

La structure du présent mémoire traduit directement la double ambition consistant à développer des outils épistémologiques et à documenter le rapport à la science des élèves et des enseignants.

Après un **État des lieux** assez détaillé (Partie 2) et une présentation de la **Problématique** (Partie 3) et de la **Méthodologie** (Partie 4), la **construction d'un ensemble opératoire de critères de scientificité** est présentée dans la Partie 5, ainsi que ses implications didactiques et épistémologiques.

L'étude expérimentale de l'**appropriation de ces critères par des enseignants** et futurs enseignants du primaire, selon diverses stratégies pédagogiques, fait l'objet de la Partie 6.

La possibilité de **transmettre à de très jeunes enfants** (Grande Section de maternelle) des bases d'une pratique authentiquement scientifique est envisagée dans la Partie 7, également expérimentale.

Des **propositions pédagogiques** (partie 8), une **conclusion** et des perspectives closent ce travail (Partie 9), que documentent plusieurs annexes techniques.

---

6. L'expression est empruntée à Catherine De Lavergne : « La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative », in *Recherches Qualitatives*, Hors série n°3 du juin 2007. Accessible en ligne sur le site de la revue (consulté sept. 2014) :
http://www.recherche-qualitative.qc.ca/revue/hors_serie/hors_serie_v3/Delavergne-FINAL2.pdf

Sommaire

1. INTRODUCTION **5**

SOMMAIRE **9**

2. ETAT DES LIEUX ET GENERALITES **13**

2.1. Une représentation de la science problématique 15

2.2. Quelques définitions et outils théoriques 20

2.2.1. Théorie des trois mondes et subjectivités collectives 20
2.2.2. Langage et apprentissage dans la théorie des trois mondes 35
2.2.3. Conceptions initiales et obstacles épistémologiques 41
2.2.4. Représentations, modèles et théories physiques 46
2.2.5. Observations et expériences 69
2.2.6. Représentations de mondes imaginaires 74

2.3. Eléments de scientificité 78

2.3.1. Synthèse du corpus historique et épistémologique 78
2.3.2. Science de l'arrière et pratiques sociales de référence 93
2.3.3. Nature de la science à l'école primaire 98

2.4. Approches de la démarche d'investigation à l'école 119

2.4.1. Une idée limpide 120
2.4.2. Diversité des approches théoriques 124
2.4.3. La D.I. dans les programmes de l'école primaire 129
2.4.4. Démarche d'investigation *vs.* pédagogie frontale 136
2.4.5. Une mise en place difficile 139

2.5. La question de la science à l'école maternelle 142

2.5.1. Des compétences aux contours flous 142
2.5.2. "Découvrir le monde" 146

3. PROBLEMATIQUE **151**

4. METHODOLOGIE **157**

4.1. Méthodologie théorique 159

4.1.1. Identification d'un ensemble d'éléments de scientificité 160
4.1.2. Organisation d'un ensemble de contraintes 163
4.1.3. Constitution et test d'un jeu de critères de scientificité 164

4.2 Méthodologie expérimentale 165

4.2.1. Publics adultes 165
4.2.2. Elèves 191
4.2.3. Limites et discussion 201

5. CRITERES DE SCIENTIFICITE ET SCIENCE SCOLAIRE **205**

5.1. Des critères de scientificité pour la science scolaire ? 207

5.1.1. Définition & emploi 208
5.1.2. Un contexte scolaire favorable 209

5.2. Identification et organisation 210
5.2.1. Identification des éléments de scientificité 210
5.2.2. Identification de critères adaptés à l'école 226
5.3. Un ensemble de critères de scientificité pour l'école primaire 233
5.3.1. Méthodologie scientifique 233
5.3.2. Expérience / Observation 239
5.3.3. Discours 252
5.3.4. Argumentation et théorisation 260
5.4. Capacité discriminante 269
5.4.1. Toute investigation est-elle scientifique ? 269
5.4.2. Peut-on récuser une revendication de scientificité ? 276
5.4.3. Scientificité de discours en rapport avec la science 284
5.4.4. Retour sur la notion de CS 290
5.4.5. Des jeux de critères discriminants pour l'école primaire 295
5.5. Pertinence des CS à l'école 300
5.5.1. Recouvrement avec les programmes 300
5.5.2. Compatibilité avec la démarche d'investigation 307
5.6. Définitions *bottom-up* de la science scolaire 316
5.6.1. Construction des définitions 316
5.6.2. Conséquences didactiques 319
5.7. Implications épistémologiques et stratégiques 324
5.7.1. La science scolaire comme culture savante 324
5.7.2. Scientificité des pratiques vs. scientificité des connaissances 334
5.7.3. Approche *top-down* 339
5.7.4. Approche *bottom-up* de la nature de la science 345

6. APPROPRIATION DE CRITERES DE SCIENTIFICITE PAR LES ENSEIGNANTS ET FUTURS ENSEIGNANTS DE PRIMAIRE 349

6.1. Impact de la DI sur le rapport à l'expérience 351
6.1.1. Statut de l'expérience en DI 351
6.1.2. Evolution du rapport à l'expérience 353
6.2. Représentations spontanées de la science chez les enseignants 365
6.2.1. Profils épistémologiques 365
6.2.2. Critères de scientificité spontanés 381
6.2.3. Bilan : Une représentation de la science peu discriminante 399
6.3. Impact d'une DI "simple" sur l'expression de CS 401
6.3.1. Expression spontanée de CS 401
6.3.2. Expression spontanée d'éléments de scientificité 403
6.3.3. Expression sollicitée de CS et d'éléments de scientificité 405
6.4. Impact d'une DI enrichie sur l'expression de CS 415
6.4.1. Enrichissement métacognitif 415
6.4.2. Enrichissement méthodologique 423
6.4.3. Synthèse 435
6.5. Appropriation de critères de scientificité explicites 437
6.5.1. Modalités de mise en œuvre 437

6.5.2. Réception de l'outil "critères de scientificité" 439
6.5.3. Appropriation de critères de scientificité : premiers résultats 444
6.6. Synthèse et perspectives 447

7. UNE SCIENCE POUR LES PETITS ? 449

7.1. Premiers contacts avec la méthode expérimentale en GS 451
7.1.1. Pré-requis 451
7.1.2. Questions posées et typologie des réponses 454
7.1.3. Pratiques expérimentales en GS 461
7.1.4. Quelques éléments de scientificité accessibles en GS 475
7.1.5. Autres éléments de scientificité 481
7.1.6. Signification et limite de la “science” expérimentale en GS 482
7.2. Navigation entre fiction et monde physique 483
7.2.1. La fiction, un outil précieux à la maternelle 483
7.2.2. Un cas d'école (Maternelle), *Plouf !* 485
7.2.3. Observation de pratiques de classe 492
7.2.4. Entretiens différés 494
7.3. Une première approche de la modélisation scientifique 502
7.3.1. Un enjeu majeur au collège 502
7.3.2. Trois compétences méthodologiques fondamentales 503
7.3.3. La modélisation à l'école primaire 504
7.4. Retours d'enseignants de maternelle 510
7.4.1. Hiérarchisation spontanée des éléments de scientificité 510
7.4.2. Perception de l'utilité des éléments de scientificité 512
7.4.3. Perception par les enseignants de petite section 515
7.5. Définitions spontanées de la science chez les élèves de cycle 2 et 3 516
7.5.1. Une corrélation faible entre science et méthodologie 518
7.5.2. Une appropriation très majoritaire de la primauté de l'expérience 519
7.5.3. Une image des sciences très majoritairement positive 522
7.5.4. Evolution des catégories dominantes dans le temps 523
7.5.5. Représentation de la science en fonction du niveau de classe 527
7.5.6. Effet du jardin des sciences sur les réponses des élèves 532
7.5.7. Des représentations de la science en construction 536

8. PROPOSITIONS CURRICULAIRES 537

9. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 545

TABLE DES MATIERES 559

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Partie 2
État des lieux et généralités

2.1. Une représentation de la science problématique

> *« Après près de cinquante années de recherche sur les représentations des enseignants et des élèves sur la nature de la science, un certain nombre de généralisations peuvent être posées :*
> *- Les élèves de niveau K-12 (Terminale) ne possèdent pas en général une représentation "adéquate" de la nature de la science*
> *- Leurs professeurs de sciences ne possèdent pas en général une représentation "adéquate" de la nature de la science. »*
>
> N.G. Lederman, 2007[1]

Dans un ouvrage récent, l'épistémologue William Wismsatt propose de « *reconstruire la philosophie pour des être humains limités* »,[2] au premier rang desquels il place les scientifiques eux-mêmes. Mon expérience quotidienne de formatrice en sciences à l'IUFM/ESPE de Nice me suggère que sa démarche pourrait également être utile aux enseignants du primaire, du moins pour ce qui relève de l'épistémologie.

En effet, enseigner les sciences aujourd'hui, c'est non seulement transmettre des contenus scientifiques aux élèves, mais aussi mener des « investigations » scientifiques.[3] Parmi les compétences variées requises pour une telle approche,[4] une compréhension minimale du fonctionnement de la science paraît indispensable.[5] Or celle-ci semble bien loin d'être évidente pour tous. Se surajoutant à un défaut fréquent de formation scientifique initiale,[6,7] ce défaut de représentation de la nature de la science pourrait être l'un des mécanismes limitant l'implication des enseignants du primaire dans l'enseignement des sciences à ce niveau, à la limite parfois de l'autocensure.

---

1. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future » in S.K. Abell and N.G. Lederman (dir), *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum éd., U.S.A., 2007, pp. 831–880.

2. William C. Wimsatt, *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*, Harvard Univ. Press, Cambridge, U.S.A., 2007, p. 5.

3. Selon les programmes officiels de l'école primaire. *Bulletin Officiel* n°1 du 5 janvier 2012, NOR MENE1131499A, pp. 6 & 17.

4. Une revue de littérature récente, s'appuyant sur différentes définitions proposées aux Pays-Bas et aux U.S.A. pour la démarche d'investigation, n'identifie ainsi pas moins de 22 compétences nécessaires aux enseignants du primaire pour mener à bien une démarche d'investigation. Ester Alake-Tuenter, Harm J.A. Biemans, Hilde Tobi, Arjen E.J. Wals, Ida Oosterheert & Martin Mulder, « Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers : A literature study and critical review of the American National Science Education Standards ». *International Journal of Science Education*, 2012, vol. 34(17), pp. 2609-2640. DOI 10.1080/09500693.2012.669076

5. Le consensus semble établi aujourd'hui sur ce pré-requis (e.g. « *To teach science effectively a teacher needs a clear notion of the nature of the subject - of the distinctive qualities that separate science from other subject domains.* » I.A.P. (2009) Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education (IBSE). op. cit. p. 19). C'est par ailleurs une recommandation de l'OCDE : *Pisa 2009 Assessment Framework – Key Competencies In Reading, Mathematics And Science,* OECD, 2009, pp. 14 et 126. Disponible sur le site de l'OCDE :
www.oecd.org/pisa/pisaproducts/44455820.pdf (consulté août 2014).

6. Il ne suffit pas d'améliorer les connaissances scientifiques des enseignants pour qu'ils se lancent dans l'enseignement des sciences. Ce constat conduit par exemple Ken Appleton à conclure : « *There may be key, fundamental misconceptions held by some elementary teachers, characteristic of a lack of understanding of foundational ideas in science, that particularly affect their self-efficacity.* » Ken Appleton, « Elementary Science Teaching », in *Handbook of Research on Science Education*, op. cit., p. 497.

7. Voir aussi Ken Appleton, « Student Teachers Confidence to Teach Science : Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? ». *International Journal of Science Education*, 1995, vol. 17 (3), pp. 357–369.

Les formateurs en sciences français s'accordent en effet à penser que de très nombreux enseignants du primaire font un "blocage" sur l'enseignement des sciences.[8] En 2010, Jean Salençon, alors Président de l'Académie des Sciences, se désolait que près de la moitié des enseignants de cycle 3 s'estiment incompétents pour enseigner les sciences.[9] Dans les Alpes-Maritimes, tous cycles confondus, on peut estimer à 80% la part des enseignants du primaire qui ne se considèrent pas suffisamment compétents lorsqu'il s'agit d'enseigner les sciences[10].

Un paysage longtemps mal connu

Peu d'informations statistiques sont disponibles pour étayer ces intuitions.[11] La principale étude française s'appuie sur des données recueillies auprès de 120 futurs enseignants français du primaire et 171 du secondaire. Les différences entre les futurs enseignants du primaire de formation généralement non-scientifique et ceux du secondaire sont « *minimales* » et les deux populations y apparaissent porteuses d'un « patchwork *d'épistémologies, au sein duquel le statut des connaissances scientifiques n'est pas bien défini car elles sont à la fois vraies, objectives, prouvées, subjectives et évolutives* » ce qui en fait un « *mélange non réfléchi et donc peu cohérent d'idées* ».[12]

La question de la compréhension[13] de la nature de la science (*Nature of Science*, ou NoS) est en revanche une thématique majeure de la didactique des sciences anglo-saxonne. Depuis plus de cinquante ans, des études sondent en particulier les représentations de la science des élèves américains et de leurs enseignants. Régulièrement, elles concluent à des inadéquations entre une représentation souhaitée et celle constatée.

Les études se sont longtemps focalisées essentiellement sur les professeurs de science, les élèves des niveaux collège et lycée, ainsi que les étudiants de l'université. Une revue de littérature de 1992 ayant longtemps fait autorité ne citait que deux études s'intéressant aux enseignants du primaire.[14] Une bibliographie de 2001

---

8. Ce constat, qui n'est pas propre à la France, a fait l'objet d'études à l'étranger. Voir à ce propos la revue de littérature présentée par Ken Appleton, « Elementary Science Teaching ». *Handbook of Research on Science Education*, op. cit. , pp. 496–497.

9. Jean Salençon, Allocution d'introduction du colloque « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », Paris, avril 2010.

10. C'est ce qui ressort d'un sondage réalisé auprès de 165 d'entre eux au cours de formations. Sondage réalisé par le praticien-chercheur au cours duquel il leur était demandé de se positionner sur une échelle graduée de 1 à 10, 1 signifiant "je ne me sens pas du tout capable d'enseigner les sciences" et 10 "je suis tout à fait à l'aise". 80% s'attribuent une note entre 1 et 5, certains sortant même de l'échelle pour proposer des nombres négatifs.

11. En 2011, après une recherche exhaustive de données portant sur les représentations de la science d'enseignants français, Lionel Pélissier n'identifie pas de travaux similaires aux études anglo-saxonnes. Lionel Pélissier, *Etude de pratiques d'enseignement de savoirs de l'épistémologie en classe de physique de lycée général*, *Thèse de doctorat*, Université de Toulouse 2 Le Mirail, 2011.

12. Ezio Roletto, « La Science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants » in *Aster*, 1998, n°26, pp. 11–30. Une enquête est actuellement en cours à l'Institut Français de l'Education : http://ife.ens-lyon.fr/enquetes/sciences_ecole (consulté août 2014).

13. On rencontre dans la littérature les deux expressions de *understanding* et de *view of the Nature of Science*.

14. Norman G. Lederman, « Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research », *Journal of Research in Science Teaching*, 1992, vol. 29, pp. 331–359.

n'évoquait que dix articles s'intéressant aux représentations des enseignants du primaire, sur plus de deux cents[15].

Une représentation des sciences par les enseignants globalement non satisfaisante

Dans une deuxième revue de littérature de 2007, N.G. Lederman constate la convergence de nombreuses études réalisées avec des outils méthodologiques variés et n'hésite plus à conclure que « *la compréhension des enseignants et des élèves s'est avérée systématiquement insuffisante* ».[16] Il précise par ailleurs que « *les enseignants en science ne possèdent pas de représentations adéquates de la nature de la science, indépendamment de l'outil utilisé pour évaluer leur compréhension* ».[17,18]

La première étude intéressant le primaire remonte à 1970 et portait sur 35 futurs enseignants dans le secondaire et 221 dans le primaire.[19] R.L. Carey et N.G. Stauss y montraient déjà que les représentations de la science de ces futurs enseignants ne sont corrélées ni à leur niveau d'étude, ni à leurs résultats dans les disciplines scientifiques académiques.[20] La seconde, due à J.W. Bloom[21] en 1989, montrait que pour une grande partie des 80 futurs enseignants dans le primaire interrogés, l'objectif premier de la science était d'améliorer les conditions de vie de l'humanité. Par ailleurs, pour ces enseignants, les théories scientifiques étaient disjointes des observations et pouvaient varier selon les idées personnelles de chacun.

La généralisation aux Etats-Unis[22] et dans le monde entier de la démarche d'investigation à l'école a récemment suscité un regain d'intérêt pour les représentations de la science par les enseignants du primaire. Entre 1999 et 2012, on compte 14 études portant sur les représentations de la science chez les enseignants du primaire, impliquant 515 enseignants dont 202 en poste et 313 futurs enseignants en formation initiale (*Addendum* 2.a).

Toutes concluent que les enseignants du primaire ont une vision "non adéquate" ou confuse de ce qu'est la science. Elles suggèrent par ailleurs qu'il n'est pas facile de modifier ces conceptions.

---

15. R. L. Bell, F. Abd-El-Khalick, N.G. Lederman, W.F. McComas, & M. Matthews, « The nature of science and science education : A bibliography ». S*cience & Education,* 2001, vol. 10, pp. 187–204.

16. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future » in *Handbook of Research on Science Education*, op. cit., p. 861.

17. *Idem*, p. 852. La liste qu'il établit des différents tests utilisés depuis 1954 révéle qu'au fil du temps et des études, les présupposés des chercheurs ont varié.

18. Voir également Xiufeng Liu, « Developing Measurement Instruments for Science Education Research » in B. J. Fraser et al. (éd.), *Second International Handbook of Science Education*, Springer International Handbook of Education 24, 2012, pp. 651–665.

19. R. L. Carey, N. G. Stauss, « An Analysis of Experienced Science Teachers' Understanding of the Nature of Science », *School Science and Mathematics,* 1970, vol. 70, pp. 366–376.

20. Lederman arrive à la même conclusion : « *les représentations de la nature de la science des enseignants ne sont pas significativement associées à leur niveau d'études* ». Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit., p. 852.

21. J. W. Bloom, « Preservice Elementary Teachers Conceptions of Science : Science, Theories and Evolution », *International Journal of Science Education*, 1989, vol. 11, p. 401–415.

22. National Research Council. *National Science Education Standards*. National Committee on Science Education Standards and Assessment. Washington, DC : National Academy Press, 1996.

Plus précisément :

- 13 études sur 14 évaluent l'impact d'un type de formation donné sur les représentations des enseignants considérés. Formation implicite ou explicite au NoS, couplage avec une formation à la métacognition, à la démarche d'investigation, à la modélisation, à l'évaluation, formation dite réflexive-explicite, mise en contact régulier avec un formateur spécialiste des questions NoS : toutes permettent d'améliorer les représentations des enseignants. Les résultats sont néanmoins meilleurs lorsque la formation au NoS est explicite.

- Toutes s'appuient sur des formations longues (comparées aux formations françaises typiques). Il s'agit essentiellement de blocs de 48h dédiés aux "méthodes scientifiques élémentaires" (*elementary science methods course*)[23] pour ce qui est de la formation initiale des futurs enseignants. Les programmes de formation continue contiennent environ 130h de formation réparties sur un à trois ans.[24]

- 11 études ont été réalisées par des groupes de chercheurs incluant Valarie L. Akerson. Elles portent sur 272 enseignants américains. Une douzième porte sur 22 enseignants en formation continue et utilise une méthodologie proche des 11 premières (test VNOS). Les deux dernières utilisent une méthodologie distincte et portent sur respectivement 148 et 73 futurs enseignants (resp. irlandais et australiens).

- Une seule étude s'intéresse à l'effet à long terme sur 19 futurs enseignants d'une formation réflexive-explicite. Après une amélioration de leurs répresentations, la moitié d'entre eux reviennent 5 mois après les cours à leurs représentations initiales.

Représentation des sciences par les élèves du primaire

Il paraîtrait surprenant que des élèves de primaire aient une représentation plus claire de ce qu'est la science que leurs enseignants. Très peu d'études sont toutefois disponibles sur la question. « *Nous n'avons pas été en mesure de trouver la moindre étude au niveau des classes élémentaires inférieures* », constatait même en 2005 une revue assez exhaustive de la littérature disponible[25] ; la même n'identifiait que deux articles portant sur des élèves entre 11 et 12 ans (*grade 6*), et aucun en-deçà.

Depuis, à notre connaissance, seules cinq nouvelles études sont parues , d'ampleur assez limitée, sur les représentations d'élèves plus jeunes : quatre américaines (Akerson[26, 27, 28, 29]) et l'autre irlandaise (Murphy[30], 104 élèves entre 8 et 11 ans). Elles

23. À ces cours de méthodologie s'ajoutent par ailleurs des cours portant plus précisément sur les contenus scientifiques pour les futurs enseignants du primaire.

24. Ils incluent le plus souvent quinze jours de cours intensif pris sur les vacances des enseignants et un atelier de 3 à 4h par mois sur le reste de l'année.

25. V. Akerson & F. Abd-El-Khalick, « How should I know what scientists do? — I'm just a kid » : Fourth-Grade Students' Conceptions of Nature of Science ». *Journal of Elementary Science Education*, 2005, vol.17 (1), pp. 1–11.

26. V. Akerson & L. A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain? ». *International Journal of Science Education*, 2009, vol. 32 (1), pp. 97–124. Cette étude porte sur 9 élèves de CP, 8 de CE1 et 1 de GS.

27. V. Akerson et M. L. Volrich. « Teaching nature of science explicitly in a first grade internship

constatent que les jeunes élèves n'ont pas une représentation adéquate de ce qu'est la science.

Enfin, une revue de littérature[31] de 2007 portant sur la compréhension de la science chez de très jeunes élèves indique qu'on peut s'attendre à une très grande dispersion des réponses chez les jeunes enfants, en fonction en particulier de leur vécu personnel (visite dans des musées, dessins animés, parents scientifiques ou non etc.). En l'absence d'étude sur la question, ils font part des réponses d'élèves de CP (K-1) de la classe d'une praticienne-chercheuse, Gertrude Henessy, à la question « *C'est quoi la science pour toi ?* » : « *apprendre sur des choses, sur le corps humain, apprendre et écouter, s'amuser et apprendre comment c'était avant* ». Les auteurs en concluent que les jeunes élèves ont dans l'idée que la science implique d'apprendre de nouvelles choses bien qu'il n'ont pas encore beaucoup d'idées sur ce qui distingue la science d'autres moyens d'accès au savoir.

Il apparaît donc que ni les enseignants du primaire, ni leurs élèves ne disposent malheureusement, d'une manière générale, de représentations satisfaisantes de ce qu'est la science.

---

setting ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2006, vol. 43(4), pp. 377–394. Cette étude porte sur 14 élèves de CP.

28. C. Quigley, K. Pongsanon et V. L. Akerson. « If we teach them, they can learn : Young students' views of nature of science during an informal science education program ». *Journal of Science Teacher Education*, 2011, vol. 22 (2), pp. 129–149. Cette étude porte sur 5 GS, 8 CP et 6 CE1.

29. Valarie L. Akerson, Gayle A. Buck, Lisa A. Donnelly, Vanashri Nargund-Joshi et Ingrid S. Weiland. « The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years ». *Journal of Science Education Technology*, 2011, vol. 20 (5), pp. 537–549. Cette étude porte sur 24 CE1 ainsi que sur les mêmes élèves que dans l'étude « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain? ».

30. Cliona Murphy, Colette Murphy & Paula Kilfeather. Children making sense of science. *Research in Science Education*, 2011, vol. 41, pp. 283–298. DOI 10.1007/s11165-010-9165-6

31. Collectif, *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber, and Andrew W. Shouse, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. The National Academies Press, U.S.A., 2007, p. 81.

2.2. Quelques définitions et outils théoriques

2.2.1. THEORIE DES TROIS MONDES ET SUBJECTIVITES COLLECTIVES

2.1.1. Le monde physique et ses représentations

Nous assumerons dans ce travail une posture heuristique réaliste et empiriste,[32] c'est à dire que nous admettrons l'existence d'une réalité physique indépendante du sujet qui l'observe et à propos de laquelle il est possible de bâtir des consensus, *mais* dont on ne peut avoir qu'une connaissance limitée et dont les origines ne nous sont pas plus accessibles que le réel en soi[33].

Il va de soi que cette posture n'a aucune vocation à s'appliquer naïvement à toutes les situations et à toutes les problématiques scientifiques, hors du cadre scolaire. Ainsi la question de l'existence d'une réalité objective indépendante de l'observateur devrait-elle être traitée avec beaucoup plus de précaution si l'on devait prendre en compte les idées quantiques apparues dans la première moitié du XXe siècle. De même il ne s'agit pas de contester *a priori* la possibilité d'autres voies d'accès à la connaissance de l'entièreté du monde[34] et de ses origines. Toutefois de telles réserves n'ont pas lieu de s'appliquer à l'école primaire.

2.1.1.1. Une approche réaliste et empiriste

> Si nous ne pouvons pas être sûrs de l'existence indépendante des objets, nous serons laissés seuls dans un désert — il se peut que la totalité du monde externe ne soit rien d'autre qu'un rêve, et que nous seuls existions. C'est une possibilité inconfortable ; mais, bien que l'on ne puisse strictement prouver qu'elle est fausse, il n'y a pas la plus légère raison de supposer qu'elle soit vraie.
>
> Bertrand Russell, *Les Problèmes de la philosophie*[35]

La question de la réalité du monde sensible est aussi ancienne que la philosophie. Mais c'est René Descartes qui la place à la racine même de la méthode scientifique. En effet, il s'impose de :

> Ne recevoir aucune chose pour vraie, qu'[il] ne la connusse évidemment pour tel : c'est à dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention ; et de ne comprendre rien de plus en [ses] jugements que ce qui se présenterait si clairement et distinctement à [son] esprit, qu'[il] n'eusse aucune occasion de la mettre en doute.[36]

---

32. Le terme est ici employé dans le sens traditionnel où l'on considère que notre connaissance du monde dérive de l'expérience sensible, en faisant en particulier l'économie des spéculations sur des questions sans réponse possible dans le contexte expérimental et théorique considéré. La philosophie des sciences anglo-saxonne désigne un tel « principe d'économie » sous le nom de « rasoir d'Ockham ».

33. La notion d'objet « en soi », de « *noumène* » (par opposition au « *phénomène* » qui apparaît au *sujet*) est au cœur du « réalisme empirique » kantien (Emmanuel Kant, *Critique de la raison pure*, 1781). Comme lui, nous adoptons une définition négative de l'empirisme, par exclusion *a priori* de ce qui n'est pas accessible au sujet. Soulignons toutefois que notre emploi du terme "empirique" est, ici, délibérément, plus exclusif (donc plus étroit) que celui de Kant.

34. En effet, dans cette acception, une approche holiste de la connaissance du monde ne saurait être empirique ; pour autant, on peut revendiquer l'accès à celle-ci par des voies mystiques, par exemple.

35. Bertrand Russell, *Les Problèmes de la philosophie* (*The Problems of Philosophy*, 1912), éd. Payot, 2005.

36. René Descartes, *Discours de la Méthode*, 1637, éd. Gallimard Flammarion, 2000, p. 49.

Or ce "doute hyperbolique" fondateur ne l'autorise à valider *a priori* qu'une certitude : *« Je pense, donc je suis. »* J'existe, en tant que *sujet*. En revanche, le témoignage de mes sens n'est pas recevable *a priori*, dans la mesure où je pourrais être en train de le rêver[37] : *« il n'y a point d'indices concluants, ni de marques assez certaines par où l'on puisse distinguer nettement la veille d'avec le sommeil »*[38]. Pire : je ne suis pas à l'abri d'un malin génie, *« non moins rusé et trompeur que puissant qui a employé toute son industrie à [me] tromper »*[39]. La seule existence dont Descartes puisse être absolument certain est la sienne propre.

Un détour par la théologie lui permet d'évacuer le paradoxe en "démontrant"[40] l'existence d'un Dieu parfait, donc bienveillant : *« de ce que Dieu n'est point trompeur, il suit nécessairement que je ne suis point en cela trompé »*[41].

Si l'on refuse un tel argument théologique, et plus généralement toute pétition de principe, la possibilité d'un malin génie reste en toute rigueur irréfutable,[42] aussi paranoïaque et improbable qu'elle puisse paraître.

Pour échapper au solipsisme, avant de pouvoir envisager un regard scientifique sur le monde, il faut donc *parier* sur son existence. Dans l'esprit de ce pari cartésien, *nous poserons donc arbitrairement en principe (métaphysique) l'existence d'une réalité physique indépendante du sujet* qui l'envisage.

Dans le même esprit, nous admettrons l'existence et la réalité *d'un grand nombre de sujets distincts*, capables de se reconnaître mutuellement pour tels, et de communiquer entre eux.

Possibilité d'énoncés objectifs sur la réalité physique

Nous admettrons qu'il est possible de construire des énoncés objectifs à propos de cette réalité physique indépendante du sujet. Par « énoncé objectif », nous entendons ici un énoncé dont, d'une part, la vérité[43] ne dépend pas des sentiments, des opinions, des idées ou des intuitions du sujet ; et d'autre part dont la vérité est la même quel que soit le sujet.

Inversement, nous qualifierons de « subjectif » un énoncé qui dépend des sentiments, des opinions, des idées ou des intuitions du sujet. Enfin, pour être

---

37. L'argument du rêveur est classique. Dans le *Théétète*, Platon nous décrit Socrate s'en amusant déjà.

38. *« Je vois qu'il n'y a point d'indices concluants, ni de marques assez certaines par où l'on puisse distinguer nettement la veille d'avec le sommeil, que j'en suis tout étonné ; et mon étonnement est tel, qu'il est presque capable de me persuader que je dors. »* ; R. Descartes, « Première méditation », *Méditations métaphysiques* (1641), in *Œuvres et Lettres*, Bibliothèque de La Pléiade, éd. Gallimard, 1996, p. 269.

39. *idem*, p. 272.

40. La démonstration des *Méditations métaphysiques* est soit ironique, soit fautive (Descartes y glissant subrepticement du concept de *réalité* à celui de *perfection*).

41. René Descartes, « Première méditation », *Méditations métaphysiques,* op. cit., p. 334.

42. Le malin génie a bien sûr connu des incarnations plus modernes. Ainsi, le philosophe Hilary Putnam imagine-t-il un cerveau humain placé dans une cuve et alimenté par de pseudo-influx nerveux simulés par un ordinateur, "malin génie" *high tech* (H. Putnam, *Raison, Vérité et Histoire* ; *Reason, Truth, and History*, 1981). L'expérience de pensée de Putnam dérive d'une thématique science-fictionnelle classique, en particulier dans la littérature paranoïaque de Philip K. Dick ou de Stanislas Lem. En 1941, un autre auteur de science-fiction, Robert Heinlein, met en scène une variation sur le thème d'un personnage qui ne peut décider s'il est un psychopathe paranoïaque ou un dieu contraint à se croire un homme [« Ces gens-là » (« They », 1941) ; in Une Histoire de la science-fiction, t.2, dir. J. Sadoul, Librio, 2000, pp. 65-81].

43. C'est à dire le fait d'être vrai, ou bien le fait d'être faux.

systématique, nous qualifierons de « personnel » un énoncé (subjectif ou non) dont la vérité varie en fonction du sujet[44].

D'autre part, nous ne préjugeons pas ici des contraintes qui peuvent peser sur une telle construction d'énoncé — triviale dans une posture de réalisme naïf, mais hautement technique, par exemple, dans un cadre quantique orthodoxe, où les seuls énoncés objectifs portent sur des résultats de mesure, pour des observables elles-mêmes dûment définies *via* une théorie de la mesure sophistiquée. Soulignons toutefois qu'une condition nécessaire de la possibilité de construire des énoncés objectifs est l'existence d'un langage opératoire, qu'il soit naturel ou formel.

La possibilité d'énoncés objectifs n'est sans doute pas démontrable *a priori*. On pourrait en effet imaginer des univers dans lesquels il est impossible d'en construire. [45] Toutefois, aucune science (du moins telle que nous la connaissons) n'y serait possible. L'existence de cette dernière, dans notre monde, vaut donc démonstration *a posteriori*.

Distinction entre le monde physique et ses représentations

> Mais si notre vue s'arrête là, que l'imagination passe outre ; elle se lassera plutôt de concevoir, que la nature de fournir.
>
> Blaise Pascal, « Les Deux infinis » [46]

Tous les énoncés ne portent pas sur le monde physique. Certains énoncés sont purement esthétiques, pour le seul plaisir des mots. D'autres portent sur des mondes imaginaires, sans rapport avec le monde physique : on parle alors d'énoncés *fictionnels*[47].

Même lorsqu'il porte sur le monde physique, ou plus précisément lorsqu'il décrit un phénomène particulier du monde physique, un énoncé ne saurait être confondu avec ce phénomène dont, selon la belle analogie d'Alfred Korzybski, il ne constitue au mieux qu'une "carte"[48] :

1. Une carte n'est pas le territoire *(les mots ne sont pas les choses qu'ils représentent)*
2. Une carte ne couvre pas tout le territoire
(*les mots ne peuvent pas recouvrir tout ce qu'ils représentent)*
3. Une carte est auto-référente *(le langage nous permet de parler du langage)*

Plus généralement, toute représentation du monde, de quelque type qu'elle soit (images, schémas, représentations textuelles, verbales, mathématisées, etc.) doit être distinguée de ce qu'elle représente. En effet, même si elle a un référent dans

---

44. En physique classique, il n'est *a priori* pas possible de construire un énoncé à la fois personnel, non subjectif, univoque et bien formulé à propos du monde physique. Mais certaines interprétations extrêmes de la mécanique quantique peuvent en admettre la possibilité. De même, de tels énoncés sont fréquents à propos de certains univers fictionnels, comme ceux de Lewis Carroll, démiurge logicien.

45. Il s'agirait alors d'une "non-science fiction", pour reprendre l'expression de Quentin Meillassoux, *in* « Métaphysique et fiction des mondes hors-science », Le Mois de la science-fiction à l'ENS, ENS Ulm, 18 mai 2006. Accessible sur le site : www.diffusion.ens.fr/index.php?res=conf&idconf=1286 (consulté août 2014).

46. Blaise Pascal, « Disproportion de l'homme », in *Pensées*, 1670, Brunschvicg 72.

47. Nous employons le terme dans un sens plus restreint que le sens courant de "produit de l'imagination", dans lequel on pourrait considérer, très généralement, que tout modèle est une fiction.

48. Alfred Korzybski, « The Role of Language in the Perceptual Processes », in *Science & Sanity. An Introduction to Non-Aristotelician Systems and General Semantics*, 1933 ; éd. IGS, 1994 ; 3e éd., 1948.

le monde physique externe, la représentation relève proprement du *sujet*.

Au-delà de cette distinction d'ordre métaphysique, il n'est généralement pas possible d'établir une correspondance terme à terme entre une représentation de la réalité physique et les éléments du phénomène qu'elle décrit. Une démonstration classique confronte la finitude de l'esprit humain, et donc des représentations qu'il peut produire, et l'infinie complexité du monde physique. Ainsi, Pascal voulait-il « *faire voir un abîme nouveau,* (...) *une infinité d'univers* » dans la plus infime partie d'un minuscule ciron.[49]

D'autre part, différents énoncés peuvent avoir des degrés de généralité très variables. Ainsi, un énoncé objectif rendant compte d'une observation particulière à un instant et dans des conditions donnés n'a *aucune généralité*, quand un autre peut valoir à différents moments (e.g. "le Soleil se lève à l'est"), voire revendiquer une vocation universelle ($\sum \vec{F}_i = m\vec{a}$).

Inversement, le monde physique ne connaît que des réalisations particulières : il est ce qu'il est, à un moment donné. [50] Même s'il est possible d'énoncer des généralités à son propos, une "généralisation du monde physique" est une contradiction dans les termes.

La possibilité même d'une représentation opératoire du monde, et *a fortiori* d'une modélisation scientifique, passe donc par une renonciation à l'ambition naïve de le penser intégralement, et par l'acceptation de n'en manipuler que des représentations très simplifiées.

Origine des représentations

Une autre difficulté concerne l'origine de telles représentations, et plus généralement de toute pensée créatrice. Nous admettrons dans ce travail que les représentations du monde sont créées par des sujets, sans intervention de démiurges ou d'inspirateurs surnaturels. [51]

Ce choix ne fait bien sûr que renvoyer la difficulté aux mystères de la vie et de la pensée elles-mêmes. Au risque du réductionnisme, nous conjecturons donc avec Karl Popper que l'univers physique est, en en sens, "créatif" :

> Je conjecture que la vie, et par la suite également l'esprit, ont évolué ou émergé d'un univers qui était, jusqu'à un certain moment, dépourvu de vie et d'esprit. D'une manière ou d'une autre, la vie, ou la matière vivante, ont émergé de la matière inerte ; et il ne semble pas complètement impossible que nous comprenions un jour comment ceci est advenu. Les choses apparaissent bien plus difficiles en ce qui concerne l'émergence de l'esprit. [...] Je pense que nous devons admettre que l'univers est créatif, ou inventif. En tout état de cause, il est au moins créatif au sens où le sont les grands poètes, les grands artistes et les grands scientifiques. [52]

---

49. Blaise Pascal, « Disproportion de l'homme », in *Pensées*, 1670, Brunschvicg 72.

50. Ou, selon la formule stoïcienne classique « Ce qui est, est ; ce qui n'est pas , n'est pas ».

51. Dans la tradition grecque, depuis Hésiode, les poètes et les créateurs humains ne sont que les instruments des Muses.

52. « *I conjecture that life, and later also mind, have evolved or emerged in a universe that was, up to a certain time, lifeless and mindless. Life, or living matter, somehow emerged from nonliving matter ; and it does not seem completely impossible that we shall on day know how this happened. Things look far more difficult with the emergence of mind. /…/ I think we have to admit that the universe is creative, or inventive. At any rate, it is creative in the sense in which great poets, great artists, and great scientists are creative.* » Karl R. Popper, « Natural selection and the

Dans le même esprit, nous admettrons également que *l'apparition et l'évolution de représentations de plus en plus sophistiquées est un processus naturel*, spontané ou stimulé, qui peut être décrit théoriquement en termes d'épistémologie évolutionniste. L'analogie avec la théorie darwinienne de l'évolution remonte à *L'Analyse des sensations*, d'Ernst Mach.[53] Donald Campbell identifie ainsi trois mécanismes généraux à l'œuvre dans tout processus d'acquisition de connaissances, qu'il désigne par l'acronyme BVSR : un mécanisme de génération de "variations aveugles" (*blind variation*, BV), permettant d'explorer le plus de représentations possible, un mécanisme de "rétention sélective" (*selective retention,* S) pour choisir les plus pertinentes, dans un contexte donné et un mécanisme de reproduction des variations sélectionnées (*reproduction,* R).[54]

Le caractère "aveugle" des variations n'est pas nécessairement associé à un aspect aléatoire, au sens mathématique du terme. Il s'assimile plutôt parfois à « *la situation proverbiale de l'aveugle qui cherche dans une salle obscure un chapeau noir qui ne s'y trouve peut-être pas* »,[55] mais qui, pour autant, dans un souci d'efficacité, peut procéder avec méthode, par essais et erreurs. La rétention sélective se décompose quant à elle en une fonction de mémorisation (rétention) et une fonction de sélection des éléments à mémoriser.

Cette approche théorique de l'évolution des connaissances nous paraît particulièrement bien adaptée à une analyse de la démarche d'investigation, où les différents mécanismes BV, S, & R sont relativement faciles à identifier. Elle met en outre l'accent sur l'importance d'une *sélection* des conceptions, au cœur de toute approche constructiviste.

Une approche alternative consiste à considérer la possibilité de l'émergence, au sens que les philosophes donnent à ce terme,[56] de nouvelles représentations transcendant celles de chaque individu à partir de la complexité née des interactions entre un grand nombre de sujets. Là encore, on peut se contenter d'une démonstration *a posteriori*, par l'évidence de l'existence de la science, et plus généralement de la culture, qu'on peut considérer comme constituées à partir de telles représentations méta-subjectives stables.

---

emergence of mind » (1977) in *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the sociology of Knowledge*, dir. Gerard Radnitzky & W. W. Bartley, III, éd. Open Court, 1993, p. 150.

53. « [L'économie de la pensée en tant que tâche essentielle de la science] *acquiert un fondement plus large et s'éclaire de perspectives nouvelles, dès lors que, suivant les impulsions données par la théorie de Darwin, on considère l'ensemble de la vie psychique — la science y compris —, comme une manifestation biologique, et dès lors qu'on applique les conceptions darwiniennes de la lutte pour l'existence , de l'évolution et de la sélection.* » Ernst Mach, *L'Analyse des sensations* (*Analyse der Empfindungen*, 1900) ; éd. Jacqueline Chambond, 1996, p. 49.

54. Donald T. Campbell, « Blind Variation and Selective Retention in Creative Thought as in Other Knowledge Processes » (1960) in *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the sociology of Knowledge*, op. cit., 1993. pp. 91–114.

55. Karl R. Popper, « Campbell on the Evolutionary Theory of Knowledge » (1974), *idem*, p. 117. Popper poursuit : « *Bien que l'aveugle à la recherche d'un chapeau noir puisse* introduire *de l'ordre dans ses essais, cet ordre ne lui est pas* donné *; il peut commencer par choisir ou inventer un ordre (une méthode), et en changer ensuite ; et ces choix seront eux-mêmes des essais, quoique d'ordre supérieur.* »

56. « *Le problème philosophique de l'émergence n'est pas le problème (théologique) de la création au sens fort du terme (créaction* ex nihilo, *création de la* materia prima). *Mais c'est tout de même un problème de création, au sens faible (non pas « à partir de rien » mais « à partir de peu »), ou, pour le dire autrement, un problème de « création continuée ». Comment le plus sort-il du moins ? une cellule vivante, de la matière brute ? un cerveau pensant, d'une petite masse de cellules embryonnaires ? Y a-t-il authentique création de formes (organisation), ou dévoilement de potentialités cachées ?* ». Anne Fagot-Largeault, « L'Émergence », in Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault et Bertrand Saint-Sernin, *Philosophie des sciences* t. II, col. Folio/Essais, éd. Gallimard, 2002, pp. 945–946.

2.1.1.2. Théorie poppérienne des trois mondes

> Si on appelle le monde des « choses », des objets physiques le premier monde, et celui des expériences subjectives, telles que les mécanismes de la pensée, le deuxième monde, on appellera le monde des énoncés en soi le *troisième monde*. (Je préfère aujourd'hui appeler ces trois mondes « monde 1 », « monde 2 », « monde 3 »… ; Frege appelle quelquefois ce dernier le troisième royaume). /…/ Mais quoique l'on puisse penser du statut de ces trois mondes, il me paraît essentiel de commencer par les distinguer aussi nettement et clairement que possible.
>
> Karl Popper, *La Quête inachevée*[57]

Philosophe d'origine autrichienne, Karl Popper (1902—1994) est l'une des figures majeures de l'épistémologie du XXe siècle. Volontiers paradoxal — pour lui, la controverse est féconde —, assumant une multitude d'approches,[58,59] il n'hésite pas à proposer des outils conceptuels concrets pour résoudre les difficultés épistémologiques, voire proprement scientifiques,[60] de la science du XXe siècle. L'un des plus connus est sans aucun doute son test de réfutabilité des théories scientifiques,[61] qui a donné lieu à des polémiques fructueuses, en particulier avec certains de ses anciens élèves comme Imre Lakatos et Paul Feyerabend,[62] quant à la généralité de leur application à tous les modes de recherche scientifique. Mais, pour Popper, la philosophie n'est pas l'affaire des seuls philosophes et ces outils sont aussi destinés aux praticiens, de la recherche aussi bien que, pourquoi pas, de la didactique ou de la pédagogie[63,64] :

> Qu'une image [métaphysique] mérite qu'on la considère dépend, suggérerais-je, de sa capacité à provoquer la critique rationnelle, et à inspirer des tentatives pour la remplacer par quelque chose de meilleur (plutôt que de sa capacité à créer une mode, à être supplantée bientôt par une nouvelle mode, ou de ses prétentions à l'originalité ou à l'irrévocabilité).[65]

---

57. Karl Popper, *La Quête inachevée* (*Unended quest*, 1986), coll. Agora, éd. Pocket, 1989, p. 255.

58. « *Il n'existe pas de système poppérien, et l'auteur de* La Logique de la découverte scientifique *n'a nullement cherché à en construire un. (…) Il paraîtra comme dans l'ordre du possible qu'avec la diversité des interrogations et des champs d'étude, les solutions présentées ici ou là soient fort éloignées les unes des autres, et puissent même n'être pas concordantes entre elles. C'est à ce niveau que nous rencontrons le constat frappant : les solutions évoquées par Popper ont un air de famille. (…) Un problème hante l'épistémologie poppérienne (…) il s'agit du problème de l'objectivité.* » Emmanuel Malolo Dissaké, « Audi alteram partem », préface à K. Popper, *La Théorie quantique et le schisme en physique (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery III. Quantum Theory and the Schism in Physics*, 1982), Hermann, 1996, p. ix.

59. ... en théorie du moins. Après Feyerabend, Anne Fagot-Largeault persifle ainsi sur « *la tendance à se croire infaillible du théoricien du faillibilisme* » ; A. Fagot-Largeault, « L'Émergence », in *Philosophie des sciences* t. I, op. cit., p. 185.

60. « *J'admire tous ceux qui ont la capacité d'aider dans la grande tâche de la découverte. Mais je ne suis pas impressionné par le spécialiste — l'expert — en tant que tel. Nous ne devons pas nous permettre d'être renversés par des formules imposantes : cela est le chemin de la perdition.* » K. Popper, « Amende honorable pour avoir entretenu une controverse », in *La Théorie quantique et le schisme en physique*, op. cit. p. 155.

61. K. Popper, *La Logique de la découverte scientifique* (*The Logic of Scientific Discovery*, 1934), éd. Payot, 2007.

62. P. Feyerabend, *Contre la méthode* (*Against Method*, 1975), éd. Seuil, 1988.

63. Philippe Dessus s'est par exemple penché sur « *trois types d'application possibles de cette théorie dans le champ de l'éducation : en quoi elle permet de reconsidérer l'apprentissage en activité de construction de connaissances ; en quoi elle précise ce qu'est l'activité de compréhension, et enfin quel peut être son rôle au sein d'une méthode de conception de séquences d'enseignement* ». Ph. Dessus, « *La Théorie de la connaissance de Popper* », *Penser l'Education*, vol. 21, 2007, pp. 19–31.

64. Voir également Carl Bereiter, *Education and Mind in the Knowledge Age*, éd. Lawrence Erlbaum Associates, 2002.

65. K. Popper, *La Théorie quantique et le schisme en physique*, op. cit., p. 208.

C'est en particulier le cas de sa théorie des trois mondes. Pour souligner la « quasi-autonomie » des productions culturelles, Popper propose de distinguer trois mondes. Plus précisément :

> ***Monde 1 :*** *« Par « Monde 1 », j'entends ce qui, d'habitude, est appelé le monde de la physique, des pierres, des arbres et des champs physiques des forces. J'entends également y inclure les mondes de la chimie et de la biologie ».*
>
> ***Monde 2 :*** *« Par « Monde 2 » j'entends le monde psychologique, qui d'habitude, est étudié par les psychologues d'animaux aussi bien que par ceux qui s'occupent des hommes, c'est-à-dire le monde des sentiments, de la crainte et de l'espoir, des dispositions à agir et de toutes sortes d'expériences subjectives, y compris les expériences subconscientes et inconscientes.*
>
> ***Monde 3 :*** *« Par « Monde 3 », j'entends le monde des productions de l'esprit humain. Quoique j'y inclue les œuvres d'art ainsi que les valeurs éthiques et les institutions sociales (et donc, autant dire les sociétés), je me limiterai en grande partie au monde des bibliothèques scientifiques, des livres, des problèmes scientifiques et des théories, y compris les fausses ».*[66]

Le *Monde 1* de Popper correspond à ce que nous avons appelé *réalité physique externe,* c'est-à-dire au monde physique. Le *Monde 2* relève du *sujet* et lui est propre. Le *Monde 3* de Popper est plus général que celui que nous considérerons : nous nous limitons ici à sa composante scientifique.

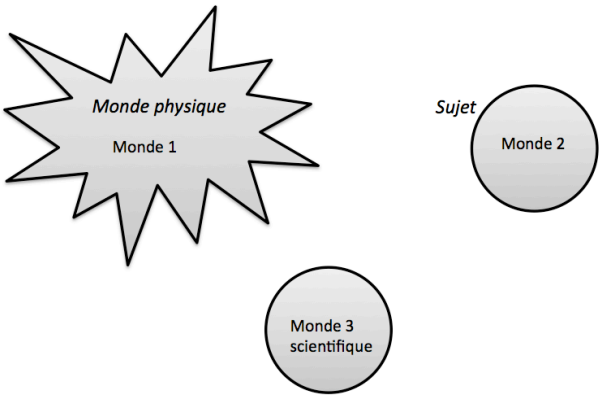


Figure 2.3.1. : Schéma de la disjonction entre Mondes 1, 2 & 3

2.1.1.3. Habitants du Monde 1 et du Monde 2

Différents types « d'habitants »[67] peuplent les trois mondes de Popper. Certains sont d'un grand intérêt pour l'enseignement des sciences, d'autres moins. Cette sous-section répertorie ceux des Mondes 1 et 2 sans prétendre à l'exhaustivité.

66. Karl R. Popper, *L'Univers irrésolu, plaidoyer pour l'indéterminisme (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery II. The Open Universe*, 1982), édition Hermann, 1984, p. 94.

67. Nous parlerons indifféremment « d'habitants » pour désigner les éléments de nature variée relevant d'un monde donné.

Monde 1

Le plus intuitif des trois mondes poppériens est le Monde 1, qui s'identifie directement au monde physique. L'indication de Popper qu'il entend également « *y inclure les mondes de la chimie et de la biologie* » souligne que ce "monde de la physique" ne doit pas être entendu dans un sens réductionniste, mais au contraire au sens le plus large. Parmi les habitants du Monde 1 qui intéressent l'enseignement des sciences, on trouve en particulier :

- les objets physiques, du plus petit aux corps célestes
- les corps physiques (*soma*) des individus (y compris les récepteurs des cinq sens, yeux, oreilles, etc.)
- les événements (nous nommons événement quelque chose qui se passe à un endroit et à un moment donné ; par exemple, le fait qu'un enfant d'une classe donnée ait retourné un sablier et vu le sable tomber)
- les grandeurs physiques (i.e. les propriétés quantifiables d'un objet, comme sa longueur ; les propriétés de l'espace et du temps, etc.)
- etc.

Monde 2

Le Monde 2, « *le monde psychologique* », est, lui, spécifique à chaque individu. Parmi ses habitants, on trouve :

- les perceptions
- les intuitions
- les conceptions[68]
- les lois, théories, concepts, etc., *tels qu'appropriés par le sujet.*

Mais aussi :

- les préjugés
- les émotions (e.g. le plaisir à expérimenter)
- les motivations et les « *dispositions à agir* »
- des « *expériences subjectives, y compris les expériences subconscientes et inconscientes* »

qui peuvent également jouer un rôle essentiel dans les processus d'apprentissage[69].

2.1.2. De la subjectivité collective au monde 3

Le périmètre du Monde 3, par essence collectif, s'avère plus difficile à circonscrire que ceux des Mondes 1 & 2. Y inclure « *autant dire les sociétés* »,

68. Le contour de cette notion, dans un contexte de didactique des sciences, est discuté dans la section suivante.
69. Il existe en conséquence un nombre considérable de théories didactiques développées pour rendre compte du processus d'apprentissage, avec des emprunts plus ou moins marqués à la réflexion épistémologique, à la psychologie, à la sociologie. Voir par exemple « Des modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique », Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes et André Giordan, *Gymnasium Helveticum*, mai 2004.

comme s'y autorise Popper, pour mieux « *se limiter au monde (...) des problèmes scientifiques et des théories* » suppose une vision d'ensemble des « *productions de l'esprit humain* » hors de portée des "êtres limités" (au sens de Wimsatt) que nous sommes, comme la plupart des enseignants et des élèves.

Nous nous attacherons donc d'abord à une construction plus systématique de la notion "d'objet culturel", habitant du Monde 3, *via* celles de "subjectivité collective" et de "culture savante". Ce détour épistémologique nous permettra de mettre en lumière les choix arbitraires intervenant dans la détermination du périmètre du Monde 3 — ou plutôt, comme on le verra, *des* Mondes 3, respectivement, de la science des scientifiques et de la science scolaire.

2.1.2.1. Groupes sociaux et subjectivités collectives

Nous définirons d'abord, suivant le lexique de Gérard Klein, un *groupe social* comme un ensemble de sujets individuels partageant « *la perception d'une expérience à quelque degré semblable, et transmissible d'un élément à l'autre* »[70].

Soulignons que l'existence d'un groupe social est, en quelque sorte, le plus petit dénominateur commun de toute collectivité. Elle n'implique aucunement l'établissement effectif d'une communication entre plusieurs sujets, mais seulement la *possibilité* pour eux de se transmettre mutuellement des éléments de leurs perceptions respectives d'un référent commun dans le monde physique.

Un exemple de groupe social est une collection d'individus réunis par hasard dans une rame de métro particulière. D'intérêt culturel limité, il s'agit en outre d'une entité éphémère, dans la mesure où leur expérience commune s'effacera bientôt de leurs mémoires, rendant toute transmission impossible (notons que l'ensemble des individus ayant un jour pris le métro à l'heure de pointe constitue un autre groupe social, bien plus étendu et plus robuste).

Un autre exemple, moins anecdotique, est celui du groupe social des enseignants s'imposant un autotatouage[71] "nul en sciences", qu'ils en aient ou non jamais parlé à des collègues ou des formateurs.

Le niveau suivant de collectivité humaine, à peine moins informel, apparaît lorsque se produit effectivement, au sein d'un groupe social, une communication réussie à propos de l'expérience partagée par ses membres. On peut alors parler d'intersubjectivité ou plus précisément, toujours dans le lexique de Klein, de *subjectivité collective* (S.C.).[72, 73]

---

70. « *Par groupe social, j'entends un ensemble défini par la perception d'une expérience à quelque degré semblable, et transmissible d'un élément à l'autre, l'ayant tous deux éprouvée, à travers le temps et l'espace, par un langage. /.../ Le groupe social n'implique pas que cette communication ait lieu mais qu'elle soit* possible. » Gérard Klein in *Trames et Moirés*, 1986, éd. Somnium, 2009, p. 22.

71. Nous empruntons l'expression à Daniel Tron, in « Do you grok english ? », *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, dir. Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle, éd. Somnium, 2013. p. 285.

72. La réflexion de Klein ne porte pas seulement sur les connaissances objectives, mais également sur des savoirs inconscients. Il questionne en particulier la littérature et montre, en s'appuyant sur l'exemple de H.P. Lovecraft, qu'un auteur communique parfois « *quelque chose qu'il n'aurait pas pu dire autrement, parce qu'il ne le savait pas autrement* » (*Trames & Moirés*, op. cit., p. 19)— une idée nouvelle, jusque-là informulée, et qui d'ailleurs ne sera véritablement élucidée que bien plus tard, et par d'autres. É. Picholle, « Histoires de transmissions », Préface à *Trames & Moirés*, op. cit., p. 12.

L'existence d'une subjectivité collective est une condition nécessaire (quoique non suffisante) du partage d'une représentation personnelle d'un individu à un autre, et donc de la création de toute représentation partagée.

De nouveau, la plupart des subjectivités collectives sont éphémères. Ainsi, celle que partagent des individus qui discutent dans la salle d'attente d'un dentiste. D'autres en revanche sont robustes et perdurent au cours du temps, parfois sur de nombreuses générations. Cette notion de robustesse est relativement arbitraire : les subjectivités collectives robustes considérées par un historien auront des temps caractéristiques plus longs que celles du sociologue. Notons qu'un même individu participe, à un moment donné, (ou « est traversé par ») de nombreuses subjectivités collectives.

2.1.2.2. Objets culturels et culture savante : une approche constructiviste

Objet culturel

Gérard Klein précise que « *une subjectivité collective n'est pas empiriquement observable ou plutôt, elle n'est observable qu'au travers des discours au sens le plus général, et en particulier des œuvres et de leurs effets* »,[74] lorsqu'elle est assez puissante pour en produire. Une subjectivité collective robuste peut en effet maintenir une représentation partagée assez stable pour perdurer dans le temps et l'espace. Il y a alors création ou appropriation possible de productions qui "dépassent" l'individu, et en particulier leur créateur initial. La subjectivité collective dont participent les zoroastriens de Yazd en Iran en est un exemple, non langagier : ils entretiennent dans leur temple un feu qui ne cesse de brûler depuis plus d'un millénaire. D'autres exemples peuvent être des concepts abstraits, comme le principe d'inertie de Galilée, une œuvre littéraire classique (e.g. *À la recherche du temps perdu*), une partition de musique, etc. Nous qualifierons ces productions d'*objets culturels*.

Notons que cette définition, *via* les subjectivités collectives, suppose une communication réussie entre le créateur d'un objet culturel et ses utilisateurs (entre l'auteur d'un livre et ses lecteurs, par exemple), et donc qu'un manuscrit littéraire strictement inédit ou un résultat de recherche non publié ne constituent pas, *a priori*, des objets culturels. D'autre part, elle suppose également une forme de rétention sélective : une production non retenue, c'est-à-dire cessant de fournir matière à communication au sein d'une subjectivité collective donnée, cesse aussi de se qualifier comme objet culturel *pour cette S.C. particulière.*

Un objet culturel est créé par une subjectivité collective, mais n'en relève pas *stricto sensu*, sauf comme objet de communication. Lorsqu'un objet culturel dispose d'un support matériel, comme un livre, il est assez facile de le distinguer de ses représentations dans l'esprit de sujets comme l'auteur et ses lecteurs. L'existence d'un tel support n'est toutefois pas une condition nécessaire. Une idée ou un concept peuvent se qualifier comme objets culturels, et être également considérés en tant que tels, indépendamment des

---

73. Le terme de "subjectivité collective" se rencontre également, dans un sens un peu différent, chez Félix Guattari. Voir par exemple Jean-Luc Gautero, « Note sur les subjectivité(s) collective(s) chez Klein et chez Guattari », in *Les Subjectivités collectives,* dir. U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron, éd. Somnium, 2012, pp. 84–87.

74. Gérard Klein in *Trames et Moirés*, 1986, op. cit., p. 52.

sujets qui les pensent. En revanche, dans ce cas, le processus d'objectification est presque inévitablement lié au langage. Il y a, souligne Popper, « *un monde de différence entre croire quelque chose, ou attendre quelque chose, et employer le langage humain pour le dire. La différence est qu'une croyance ne devient critiquable que si elle a été exprimée, et donc objectivée. Je peux faire un avec ma croyance : elle participe de mes actes, de mon comportement. Une fois formulée, elle peut être critiquée et trouvée erronée, auquel cas je peux devenir capable de m'en débarrasser.*» [75]
Certains objets culturels peuvent se propager d'une façon comparable à celle d'un virus et "recruter" très rapidement de nombreux individus dans la S.C. qui leur a donné naissance : c'était typiquement le cas de la « danse des canards » qui se transmettait et se reproduisait par imitation *via* la télévision et la radio ; ou aujourd'hui des « *cat smiles* » sur internet. On parle souvent de mèmes[76] à propos de ce type d'objets culturels virulents.

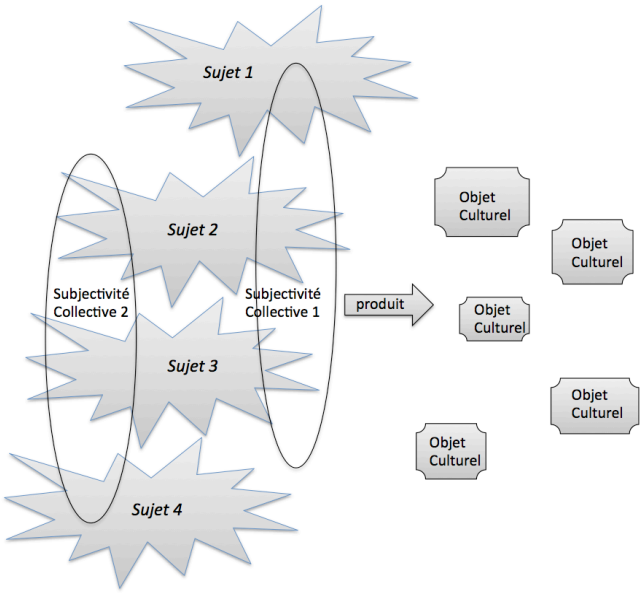


Figure 2.1.2.2.a. : Tentative de schématisation des relations entre objets culturels, sujets et subjectivités collectives

Cultures communes

Nous désignerons sous le terme de *culture commune* l'ensemble des objets culturels susceptibles de fournir matière à communication au sein d'une subjectivité collective robuste donnée.[77]

Cette définition ne préjuge ni du nombre d'individus participant de la subjectivité collective considérée, ni des qualités des objets culturels qui la constituent, que ce soit du point de vue artistique, économique, etc. Ainsi, on peut définir des micro-cultures communes à quelques individus seulement, et dont les éléments sont des plaisanteries faciles (les "*private jokes*" échangées au sein d'une cellule familiale, constitutive d'une S.C. potentiellement robuste sur des décennies) ou au contraire des équations sophistiquées (pour la S.C. dont participent les rares spécialistes d'un sujet hautement technique) ; ou encore

75. Karl R. Popper, « Campbell on the Evolutionary Theory of Knowledge » 1974, op.cit., p. 120.

76. Le terme de "mème" a été introduit par Richard Dawkins dans *Le Gène égoïste* (*The Selfish Gene*, 1976), éd. Odile Jacob, 2003.

77. On aurait pu procéder à l'inverse et définir la S.C. réunissant les individus susceptibles de communiquer à propos des objets d'une culture commune donnée.

des macro-cultures communes à des millions, voire des milliards d'individus (e.g. la culture française, la culture chrétienne).

Il est important de noter que, dans cette définition, une culture commune constitue un "monde" distinct du monde physique, mais aussi distinct des sujets participants de la subjectivité collective dont elle dérive. Elle est peuplée d'objets culturels, qui doivent eux-même être distingués de leurs supports physiques, mais aussi de la conception qu'en ont les sujets individuels (la *Recherche du temps perdu* n'étant réductible ni à l'objet-livre de nos bibliothèque, ni à ma lecture particulière de cette œuvre, ni même à celle de Marcel Proust).

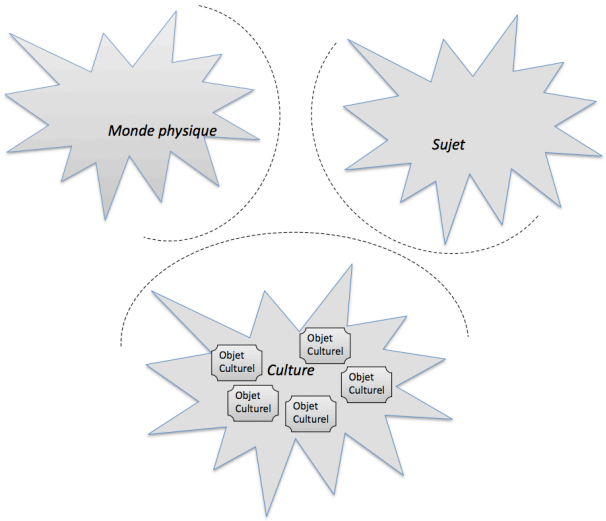


Figure 2.1.2.2.b. : Schéma de la disjonction entre monde physique, sujet & culture

Cultures savantes

Enfin, nous définirons comme *culture savante* une culture commune 1/ reposant sur une subjectivité collective explicitement identifiée et revendiquée[78] (e.g. les amateurs de musique classique ou de science-fiction, les botanistes, les astrologues) et 2/ dont les objets culturels constitutifs répondent à des règles de sélection opératoires et consensuelles.

Soulignons que cette définition ne requiert pas de règles de sélection explicites des objets culturels. Dans bien des cas — et en particulier celui de la culture scientifique — l'explicitation de telles règles constitue une entreprise difficile, et elle-même rarement consensuelle.

Un risque est alors de s'appuyer sur des procédures de sélection autoréférentes, voire circulaires : tel élément se qualifie comme objet culturel de la culture savante X, parce qu'il émane de la communauté Y, elle-même constituée des soi-disant connaisseurs de la culture savante X. C'est en particulier un débat permanent en philosophie de l'art, la valeur artistique d'une œuvre étant assez strictement déterminée par la "communauté artistique" institutionalisée, culture savante s'il en est — et souvent augmentée

78. Quoique en général pas sous cette appellation technique. Il suffit qu'un groupe dispose de signes de reconnaissance (e.g. un jargon commun) et de réseaux de communication spécifiques (e.g. des journaux spécialisés , etc.).

après la disparition de son auteur — au point, constate par exemple Fred Forest, que *« le travail de l'artiste s'effectue désormais sur les procédures »*[79]. Inversement, des communautés artistiques "sauvages", comme celle de la science-fiction, aboutissent souvent à des règles de sélection peu opératoires, comme la pirouette de Norman Spinrad, qui présidait la Société des écrivains américains de science-fiction (SFWA) : « *la science-fiction, c'est toute chose publiée sous le label science-fiction* »[80] — et ne se qualifient alors pas comme cultures savantes, au contraire par exemple de "l'art contemporain".

Nous nous en tiendrons toutefois aux aspects épistémologiques de la question, et n'approfondirons pas plus avant les difficultés d'ordre sociologique liées à l'identification des communautés savantes.[81] Nous admettrons en particulier qu'il existe une "communauté scientifique" stable et bien identifiable.

Approche constructiviste vs. néo-platonisme

Cette approche de la culture scientifique comme culture savante elle même construite à partir d'interactions entre individus nous a amenés à distinguer les représentations individuelles, proprement subjectives (au sens où elles ressortent du sujet), des représentations indépendantes de l'individu et sur lesquelles un consensus peut s'établir entre différents sujets. Elle présente l'avantage de pouvoir s'appliquer à tout type de production culturelle scientifique ou non (et donc à tout type de science).

Il convient toutefois de noter que certains types d'objets culturels, tout particulièrement dans le domaine des mathématiques (e.g. : le nombre *3*), peuvent suggérer l'idée d'une existence "objective", indépendante de toute construction humaine. Pour avoir des bases métaphysiques différentes, cette forme de platonisme logiciste[82] n'en aboutit pas moins au même résultat qui nous importe ici, à savoir l'existence d'un troisième "monde", disjoint aussi bien du monde physique que des sujets, et que Gottlob Frege (1848—1925) appelle le « *troisième royaume* » :

> A l'inverse des représentations, les pensées n'appartiennent pas à l'esprit individuel (elles ne sont pas subjectives), mais elles sont au contraire indépendantes de l'activité de pensée, et se tiennent de la même manière (objectivement) en face de chacun ; elles ne sont pas produites par l'activité de pensée, mais seulement saisies par elles. En ce sens, elles sont semblables aux corps physiques. [83]

---

79. *« A partir du moment où il est admis que c'est dans l'échange que se constitue l'œuvre, il faut bien reconnaître que le travail de l'artiste s'effectue désormais sur les procédures, plus que sur la manipulation ou la transformation, à proprement parler, du matériau. » ;* Fred Forest, « Pour qui sonne le glas, ou les impostures de l'art contemporain », *Quaderni,* 21, 1993, p. 132. En ligne : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quad_0987-1381_1993_num_21_1_1044?_Prescripts_Search_tabs1=standard& (consulté août 2014).

80. *« J'ai défini quelque part la science-fiction comme toute chose publiée sous le label* science-fiction*, une remarque quelque peu cynique, bien que fondée d'un point de vue technique » ;* N. Spinrad, in *L'Effet science-fiction : à la recherche d'une définition*, dir. I. et G. Bogdanoff, Robert Laffont, Ailleurs & Demain 1979, p. 305.

81. Un tel travail a été entrepris par Ludwik Fleck (1896-1961), dont le texte majeur, *Genèse et développement d'un fait scientifique*, qui a inspiré Thomas Kuhn, n'a été traduit en français qu'en 2005 (Les Belles lettres éd., trad. N. Jas). Fleck y développe en particulier le concept de « collectif de pensée », que nous nous permettrons d'identifier, un peu rapidement sans doute, à celui de subjectivité collective robuste. Voir par exemple Jean-Luc Gautero, « Subjectivités collectives et collectifs de pensée», in *Les Subjectivités collectives,* op. cit., pp. 163–176.

82. Voir par exemple Xavier Sabatier, *Les Formes du réalisme mathématique*, Vrin, coll. Mathésis, 2009.

83. G. Frege, *Ecrits posthumes,* Jacqueline Chambon éd., 1994, p. 175.

Les tenants de cette approche néo-platonicienne, souvent associée, dans sa forme moderne, au mathématicien et philosophe Bernard Bolzano (1781—1848), fondent la science sur des bases logiques, à partir de telles "pensées objectives" et la définissent comme *« la collection de toutes les vérités d'une certaine espèce »*[84]. Là encore, si l'interprétation ontologique est différente, il n'y a pas d'incompatibilité fondamentale entre une telle définition et celle d'une "culture savante scientifique" conçue comme une collection d'objets culturels d'une certaine espèce.

2.1.2.3. Culture savante scientifique et monde 3 scientifique

Nous admettons qu'il est possible d'identifier une "communauté scientifique". Elle est alors constitutive d'une *subjectivité collective* stable et robuste, dont dérive donc par construction une *culture savante* scientifique munie de règles de sélection opératoires et consensuelles (au sein de cette communauté) des objets culturels qui la composent. Cette culture savante constitue un ensemble disjoint du monde physique comme des *sujets*, i.e. des membres de cette communauté scientifique, mais aussi, *a fortiori,* de tout individu intéressé à la science d'une manière ou d'une autre, comme les élèves des écoles et leurs maîtres.

De cette vaste et multiforme culture savante scientifique, dont il serait vain de tenter de préciser les contours en quelques lignes, seule une faible partie "institutionnelle" concerne, en tant que tel, l'enseignant en sciences, celui *« des bibliothèques scientifiques, des livres, des problèmes scientifiques et des théories »* [85].

Nous limiterons donc notre propos à cette sous-partie de la culture scientifique globale que, dans l'esprit de la distinction proposée par Karl Popper qui définit le monde 3 comme celui, très largement, des « *productions de l'esprit humain* », y compris les œuvres d'art, les sociétés, etc., nous désignerons comme le « monde 3 scientifique ».

Habitants du monde 3 scientifique

> Il est clair que toute personne intéressée par la science s'intéresse aux objets du monde 3. Au départ, un physicien peut s'intéresser essentiellement aux objets du monde 1, aux cristaux, par exemple aux rayons X. Mais, très vite, il va s'apercevoir qu'énormément de choses dépendent de notre interprétation des faits, c'est à dire de nos théories, et donc des objets du monde 3.
>
> Karl Popper[86]

L'enseignant en sciences est plus particulièrement intéressé des objets comme :

- les concepts scientifiques (e.g. : les notions de force, d'accélération)
- les lois
- les principes
- les modèles
- les théories

84. Bernard Bolzano, *Théorie de la science* (*Wissenschaftlehre*, 1837) ; Gallimard, 2011.
85. Karl R. Popper, *L'Univers irrésolu, plaidoyer pour l'indéterminisme*. op. cit., p. 94.
86. Karl Popper, *La Quête inachevée.* op.cit., p. 257.

- leurs interprétations scientifiques (e.g. : l'interprétation de Copenhague de la mécanique quantique, mais aussi celle des univers multiples d'Everett)
- les outils mathématiques
- les manuels
- les tables de données et de procédures admises (e.g. les *"handbooks"*)
- etc.

Notons que si tous les habitants du monde 3 satisfont aux règles de sélection propres à la culture savante scientifique, par construction, tous n'y ont pas nécessairement la même importance, voire la même légitimité. Une théorie très générale, comme la mécanique newtonienne, y occupe une place plus éminente qu'un modèle *ad hoc* d'un phénomène peu connu ; ou une théorie couramment utilisée qu'une théorie démodée, même formellement équivalente.

Jean-Marc Lévy-Leblond insiste sur l'importance de la coexistence de points de vue scientifiques différents, qu'il appelle *noodiversité*[87] :

> Pour les physiciens de ma génération, élevés dans l'idée que seule la physique subnucléaire ou l'astrophysique étaient des sujets à la fois d'intérêt et de prestige, ce fut une surprise extraordinaire que d'assister à la reviviscence d'une science considérée il y a encore peu de temps comme une science du XIXe siècle, complètement désuète – je pense ici à la mécanique des fluides et plus généralement à la dynamique non linéaire, certainement aujourd'hui l'un des domaines de la physique les plus actifs et les plus intéressants. Or, et c'est là le point sur lequel je veux insister, nous avons dû redécouvrir des développements scientifiques datant de près d'un siècle et que nous avions oubliés ; nous avons ainsi été obligés d'aller relire des textes de Poincaré, par exemple, qui ne faisaient absolument plus partie de notre bagage professionnel.[88]

Popper va plus loin en soulignant que l'appartenance au monde 3 n'est pas directement liée à la validité d'un élément donné : ainsi, toutes les théories scientifiquement recevables y ont leur place, *« y compris les fausses »*.

Inversement, toute théorie, même valide, ne se qualifie pas automatiquement comme habitant du monde 3 scientifique ; ainsi, les productions intellectuelles d'un soi-disant génie isolé dans sa tour d'ivoire, d'un "savant fou", ou d'un groupe exclu de la communauté scientifique, quelles que soient ses prétentions à la scientificité (e.g. : la scientologie[89,90]).

Notons que, si le monde 3 scientifique est unique dans le cadre d'une culture scientifique donnée et bien identifiée (et qu'on peut sans doute aujourd'hui considérer comme mondiale), il n'est pas nécessairement universel (e.g., à la Renaissance, le "monde 3" associé à la culture chinoise n'a pas grand chose à voir avec celui de l'Europe occidentale).[91]

---

87. Néologisme proposé lors du colloque « Mécanique quantique & philosophie », Nice, déc. 2007.

88. Jean-Marc Lévy-Leblond, « (Re)mettre la science en culture : de la crise épistémologique à l'exigence éthique », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°56, 2008.

89. Eric Picholle, « La Sémantique générale, rêve ou cauchemar ? » in *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, op. cit., pp. 173–191.

90. En toute rigueur, si la scientologie n'appartient pas au monde 3 *scientifique*, elle n'en constitue pas moins une "construction de l'esprit humain", au sens de Popper.

91. Si l'on considère en revanche l'ensemble des productions de l'esprit humain, les sciences chinoise et européenne constituent à la Renaissance deux régions diféfrentes (et mutuellement inaccessibles) d'un même monde 3 global.

Inversement, le monde 3 pertinent pour la culture scientifique d'un enfant est celui dérivé de la culture scientifique de sa société et de son temps, même s'il est trop jeune pour s'en être encore approprié aucun élément.

2.2.2. LANGAGE ET APPRENTISSAGE DANS LA THEORIE DES TROIS MONDES

2.2.1. Langage commun et encyclopédie personnelle

La "communication réussie" à la base de certaines subjectivités collectives éphémères peut être non verbale. Ainsi, une personne qui, dans la rue, tire quelqu'un par la manche pour l'avertir d'un danger quelconque crée de ce fait entre eux, sans un mot, au-delà d'un simple groupe social, une authentique S.C. Du point de vue linguistique, la communication ainsi établie est de type "ostensif-inférentiel", l'individu ainsi alerté tentant alors spontanément de comprendre l'intention communicative et informative de l'autre (dimension inférentielle).[92]

Cette notion est héritée de Paul Grice qui, plus généralement, fait remarquer que le sens des énoncés ne peut pas être réduit à leur contenu linguistique mais doit être inféré[93]. Il ajoute que certains énoncés disent davantage que les mots qui composent la phrase, ce qui est à la base de ce que les linguistes appellent la *pragmatique de la langue*[94].

Langages formels et langue idéale

Même les subjectivités collectives les plus robustes, qui reposent en général sur une langue commune laissent donc une place importante à l'interprétation. Cela reste le cas, quoique bien sûr dans une moindre mesure, lorsqu'elles s'appuient sur des langages très formels. Même lorsqu'il s'agit de logique mathématique, « *toute interprétation du formalisme engage une conception de la logique et requiert des choix philosophiques ultimes sur le rôle de la connaissance et le statut de ses objets* »[95].

Certains logiciens (et mathématiciens), comme Gottlob Frege, résolus à « *nettement séparer le psychologique du logique, le subjectif de l'objectif* »[96] ont bien tenté de développer des langages formels rendant parfaitement compte, au moins, des propositions recevables en termes de logique mathématique,[97] mais

92. Yves Bardière, « Approche linguistique, fictionnelle et didactique de la pragmatique », in *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, dir. Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle, éd. Somnium, 2013, p. 214.

93. H. P. Grice, « Logic and Conversation », in *Syntax and Semantics 3 : Speech Acts*, dir. P. Cole & J.-L. Morgan, New York, Academic Press, 1975, pp. 41–58.

94. « *Très schématiquement, la pragmatique concerne l'étude de l'usage du langage. Elle s'intéresse à l'énoncé. L'énoncé est la phrase enrichie des données contextuelles dans laquelle elle est produite, la phrase complétée par les informations fournies par la situation. C'est la raison pour laquelle la pragmatique est avant tout une théorie de la communication linguistique. Dans une situation de communication, les locuteurs n'échangent pas des phrases, ils échangent des énoncés.* » Yves Bardière, « Approche linguistique, fictionnelle et didactique de la pragmatique », op. cit., p. 199.

95. Denis Vernant, « L'Interprétation du formalisme logique », in *Le Formalisme en question. Le tournant des années 30*, dir. F. Nef & D. Vernant, Vrin, 1998, p. 168. Vernant y analyse la spécificité des paradoxes sémantiques, dans l'exemple de la relecture des *Principia Mathematica* de Newton par F.P. Ramsey.

96. G. Frege, *Les Fondements de l'arithmétique* (*Die Grundlagen der Arithmetik*, 1884) ; Seuil, coll. L'Ordre philosophie, 1970. p. 122.

97. G. Frege, *Idéographie* (*Begriffsschrift*, 1879) ; Vrin, 2000.

leur démarche a abouti à une « *contamination de l'arithmétique par les paradoxes du langage, avec en particulier la notion d'*énoncé indécidable »[98].

Pour d'autres, une langue parfaite serait moins une construction formelle qu'un outil « *idéalement adapté aux mécanismes cognitifs et à la physiologie de l'animal humain, et aux jeux de concepts dont il dispose, à une époque et dans une culture données* »,[99] comme la "Sémantique Générale" que tente de développer Alfred Korzybski dans les années 1930.[100]

L'une des préoccupations de Korzybski et, indépendamment, du Cercle de Vienne, était de forger une langue capable, en particulier, de lever les paradoxes nés de la transcription des idées quantiques en langage naturel. Nous n'entrerons pas ici dans ces débats hautement techniques,[101] qui parcourent la philosophie du XXe siècle et ont largement contribué à la naissance de la linguistique moderne — mais beaucoup moins à l'appropriation des idées quantiques en-dehors des cercles scientifiques spécialisés.

Encyclopédies

La question des langages formels ne se posant pas à l'école, nous nous en tiendrons donc au langage naturel, et même plus précisément au français[102]. Au-delà même des sens multiples que peut lui affecter le dictionnaire, « *un nom met en œuvre chez un individu donné toute une constellation de noms, de définitions, d'évaluations etc., unique pour chaque individu, fonction de son environnement socio-culturel et linguistique et de son hérédité, en relation avec ses désirs, ses intérêts, ses besoins, etc.* »[103] Un exemple classique est l'échange apparemment paradoxal :

> [Contexte : Il est huit heures du soir, heure à laquelle les enfants de la famille M se couchent.]
> Le père à son fils Axel : *Va te laver les dents.*
> Axel à son père : *Je n'ai pas sommeil.*[104]

Le fils ne répond pas au sens propre et explicite de la phrase « *va te laver les dents* », mais à l'injonction implicite qu'elle véhicule : « *va te coucher* ». Il y a une distance considérable entre ce qui est effectivement dit et ce qui est communiqué, et l'échange paraîtrait absurde à un étranger : pour saisir l'intention du père, le fils mobilise "toute une constellation" de savoirs conscients ou inconscients sur les habitudes de sa famille.

À chaque terme et à chaque concept corrrespond donc, un catalogue de circonstances où il est susceptible d'apparaître et un réseau de corrélations adapté à chacune de ces circonstances, qui lui permettent d'en inférer le sens contextuel. À la notion de *dictionnaire*, Umberto Eco préfère donc celle

---

98. Éric Picholle, « La Sémantique générale » in *Science-Fiction et didactique des langues,* op.cit., p. 174.

99. *Idem*, p. 177.

100. Alfred Korzybski, *Science & Sanity. An Introduction to Non-Aristotelician Systems and General Semantics*, 1933 ; éd. IGS, 1994 ; 3e éd., 1948.

101. « *Sur ce dont on ne peut parler, il faut garder le silence* », comme le conclut un autre acteur majeur de ce débat, Ludwig Wittgenstein, au terme de son *Tractatus logico-philosophicus,* 1922 ; éd.Gallimard, 2011. p. 112.

102. Même si les questions de pragmatiques évoquées dans cette section se posent dans la plupart des langues, et ont été largement posées à propos de l'anglais (Grice) et de l'italien (Eco).

103. Alfred Korzybski, « Le rôle du langage dans les processus perceptuels » (« The role of langage in perceptual process », 1950 in *Perception : an approach to Personality*), in *Une carte n'est pas le territoire, Prolégomènes aux systèmes non-aristotéliciens et à la sémantique générale,* éd. de l'Eclat, 1998. pp. 35–36.

104. Jacques Moeschler, « Pragmatique. État de l'art et perspectives », in *Marges Linguistiques* n°1, mai 2001, p. 5.

d'*encyclopédie* personnelle,[105] qui inclut ces différents éléments.

Chaque individu dispose de sa propre encyclopédie, liée à sa culture personnelle et à son expérience acquise, et par construction très différente de celle d'une autre personne, même à propos d'un même concept. L'existence d'une subjectivité collective à laquelle participent deux individus donnés rend toutefois possible le rapprochement de leurs encyclopédies respectives à propos des expériences partagées fondant ces S.C. Par construction, leur participation commune à une même culture savante garantit en principe l'adéquation de leurs encyclopédies, *dans ce contexte*, en ce qui concerne ses objets culturels.

Par ailleurs, une encyclopédie se modifie et s'enrichit en permanence, au fil des expériences nouvelles. C'est tout particulièrement vrai dans un contexte scolaire, où le sujet est en permanence confronté au problème de l'acquisition de connaissances nouvelles, voire parfois de concepts entièrement nouveaux pour lui, au point qu'on peut alors parler de *xéno-encyclopédie,*[106] c'est-à-dire d'une encyclopédie *a priori* étrangère, bâtie *ex nihilo*.

Enfin, la notion d'encyclopédie est très large et s'adapte sans difficulté à toutes les situations de communication coopérative, y compris formelle ou symbolique. Ainsi, « *un drapeau rouge peut être occurrent le long d'une ligne de chemin de fer ou dans le cadre d'un meeting politique ; un cheminot communiste regardera avec appréhension le premier cas, et avec confiance le second.* »[107]

2.2.2. Eléments du monde 2 pertinents pour l'apprentissage

Au-delà de la théorie poppérienne, parmi les éléments du monde 2 pertinents pour l'enseignement des sciences, nous distinguerons trois types d'habitants :

- les habitants du monde 2 qui, comme les perceptions et certaines conceptions, ont un référent direct dans le monde 1. *Nous désignerons par "monde* $2\backslash 1_s$ *"* (indice s (ou sa, sb, etc) pour "sujet") la partie du monde 2 où résident ces habitants. Exemple : l'idée de pluie.

- les habitants du monde 2 qui ont un référent bien assuré dans le monde 3, comme une loi, une théorie, un concept, etc., tels qu'appropriés par le sujet. *Nous désignerons par "monde* $2\backslash 3_s$ *"* (indice s pour "sujet") la partie correspondante du monde 2. Exemple : le concept d'inertie.

- les habitants du monde 2 qui n'ont pas de référent clair hors de ce monde, comme les émotions, les processus de pensée, les concepts immatures.

105. Pour plus de précisions, voir Umberto Eco, *Sémiotique et philosophie du langage* (*Semiotica e filosofia del linguaggio*, 1984) ; éd. PUF, coll. Quadrige, 2011. p. 75.

106. Au sens que Richard Saint-Gelais donne à ce terme. Richard Saint-Gelais, *L'Empire du pseudo : modernités de la science-fiction*, éd. Nota Bene, 2005.

107. Umberto Eco in *Lector in fabula. Le rôle du lecteur ou la coopération interprétative dans les textes narratifs (Lector in fabula*, 1979*)* ; coll. Biblio essais, éd. Livre de Poche, 1989. p. 17.

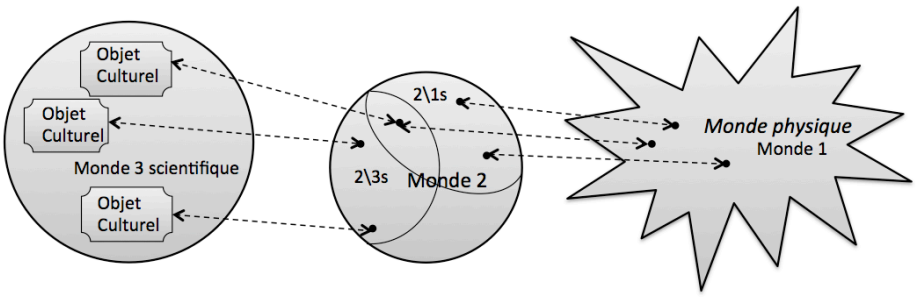


Figure 2.2.2.a. : Représentation symbolique des sous-parties 2\1 & 2\3 du monde 2

On envisagera enfin une zone tampon en marge de 2\3 pour les habitants du monde 2 dotés d'un référent mal assuré dans le monde 3, comme par exemple les concepts immatures, c'est-à-dire non appropriés de manière adéquate par le sujet, qui ne participe donc pas encore de la subjectivité collective correspondante, mais susceptibles d'être reconnus et identifiés à leur référent par *un autre* sujet, comme l'enseignant qui possède, lui, le concept mature et l'*encyclopédie* adéquate.

> Par exemple, un élève de maternelle lutte pour exprimer ce qu'il a compris du fonctionnement d'une poulie mais ne dispose pas des mots associés à ce concept (y compris le terme de |poulie| lui-même) : ses gestes (un doigt tendu par exemple vers la poulie, un mouvement des mains qui mime une rotation ; *Fig. 2.3.2.3.b*), ses formulations maladroites sont autant de tentatives pour passer un concept immature dans sa zone $2\backslash 3_S$ mais, sans les mots pour le dire, il n'y est pas. Il suffira bien souvent à l'enseignant de fournir le mot manquant pour que le passage de la zone tampon dans la zone $2\backslash 3_S$ se fasse très rapidement.

Figure 2.2.2.b. : Une jeune élève de Maternelle (grande section) tente d'expliquer le rôle de la poulie dans un modèle analogique de puits

Les habitants du monde 2 sont donc de natures très diverses, et cette typologie élémentaire ne saurait se substituer à leur étude avec les outils adaptés à chacun, et qui relèvent aussi bien de la psychologie que des sciences cognitives et, dans le contexte de ce travail, de la didactique des sciences. Elle met toutefois en évidence leur importance cruciale et le fait, souligné par Popper, que « *c'est seulement lorsque le monde 2 agit comme intermédiaire entre le monde 1 et le monde 3 que le monde 1 et le monde 3 peuvent réagir l'un sur l'autre* »[108].

108. Karl Popper, *La Quête inachevée* op.cit., p. 260.

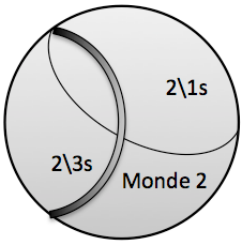


Figure 2.2.2.c. : Représentation symbolique de la "zone tampon" du monde 2

Il est également important de souligner que ces définitions n'impliquent pas de hiérarchie entre les différents éléments du monde 2. En particulier, la création (artistique, mais pourquoi pas également scientifique) repose souvent sur une pure émotion, sans référent *a priori* dans le monde 3. Henri Bergson distingue ainsi deux types d'intelligence créatrice, celle qui « *travaille à froid, combinant des idées depuis longtemps coulées en mots* », et celle « *qui naît d'une coïncidence entre l'auteur et son sujet, c'est-à-dire d'une intuition* » — pour mieux noter que « *toute œuvre, si imparfaite soit-elle, où entre une part de création (...) est le plus souvent sortie d'une émotion unique en son genre* ».[109]

2.2.3. Déplacements dans le Monde 2 et apprentissage

L'appropriation par des élèves d'éléments du programme (monde 3) peut donc être interprétée en termes de création ou de consolidation, dans leurs mondes 2\3, d'habitants dont les référents directs sont ces éléments (lois, théories, etc.).

Pour un élève donné, deux situations se présentent alors :

a/ Il s'est déjà approprié, sous une forme ou sous une autre, l'élément de programme considéré. Il s'agit donc de modifier un élément déjà présent dans son monde 2\3 (ou éventuellement dans la zone-tampon), donc doté d'un référent dans le monde 3 (e.g. un concept approprié à modifier ou à affiner), ou de connecter plusieurs de ces éléments (e.g. en vue d'élargir l'encyclopédie d'un tel concept).

b/ Aucune représentation de cet élément n'est identifiable dans son monde 2\3, et il s'agit de l'y créer, ou plus souvent de l'y faire apparaître.

La création *ex nihilo* d'un nouvel habitant du monde 2\3 scientifique d'un sujet est une expérience suffisamment rare pour être mémorable, voire fondatrice : de nombreux physiciens gardent le souvenir ému de l'"illumination" qu'a pu constituer leur rencontre réussie avec un concept abstrait (i.e. sans lien direct avec un élément connu du monde physique) entièrement nouveau. Sauf à considérer des exemples liés aux mathématiques pures, elle ne concerne toutefois pas *a priori* les élèves de primaire en ce qui concerne les sciences, tous les éléments du programme (monde 3) étant résolument liés à des référents du monde physique, de la vie quotidienne ou rencontrés en classe, et pour lesquels les élèves disposent donc déjà de représentations plus ou moins spontanées (monde 2\1).

109. Henri Bergson, *Les Deux sources de la morale et de la religion*, 1932 ; P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 2008, p. 43.

En effet, la plupart du temps, « *avant tout apprentissage, les apprenants possèdent des idées sur les thèmes étudiés, que ce soit en situation formelle : l'école ou en situation informelle : télévision, journaux ou musées. Ces "conceptions" ont une certaine stabilité et l'appropriation d'une connaissance, l'acquisition d'une démarche de pensée, en dépendent complètement.*» [110]

La robustesse intrinsèque de ces conceptions détermine donc en grande partie le travail nécessaire à les déplacer au sein du monde 2 pour les amener dans le monde 2\3. Par ailleurs, la "topologie" du monde 2 — l'existence, par exemple, d'"obstacles" à un "chemin" direct vers la destination souhaitée — détermine en partie les stratégies d'apprentissage — de "contournement" — à mettre en œuvre.

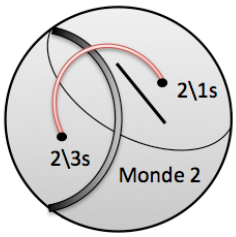


Figure 2.2.3. : Représentation symbolique d'un obstacle et de son contournement

Quoi qu'il en soit, on ne peut faire l'économie d'un travail sur le monde 2 des élèves si l'on souhaite qu'ils acquièrent des connaisances scientifiques adéquates : c'est l'élève qui apprend et personne ne peut se substituer à lui dans le processus[111,112].

110. André Giordan, « Les Conceptions de l'apprenant comme tremplin pour l'apprentissage... ! », article disponible en ligne sur son site : http://www.ldes.unige.ch/publi/rech/concep/concep.htm (consulté août 2014)

111. Voir par exemple : Jean-Pierre Astolfi, *L'Ecole pour apprendre*, éd. ESF, 1992, p. 100.

112. ou : André Giordan et Gérard De Vecchi, *Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, éd. Delachaux et Niestlé, 1987; réédité en 2012 sous le titre *Aux Origines du savoir*, éd. Ovadia, p. 205.

2.2.3. CONCEPTIONS INITIALES ET OBSTACLES EPISTEMOLOGIQUES

L'objet de cette section est donc de préciser, d'un point de vue maintenant plus didactique qu'épistémologique, les deux notions de *conception initiale* et d'*obstacle épistémologique*[113].

2.3.1. Conceptions initiales

2.3.1.1. Origines de la notion

> Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés.
>
> Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*[114]

L'un des constats fondateurs de la didactique des sciences, francophone du moins, est que certaines difficultés perdurent souvent tout au long de la scolarité, comme si l'enseignement n'avait pas de prise sur elles[115,116]. Son interprétation passe par l'étude de la notion de *représentation*, autour de laquelle, selon Jean-Pierre Astolfi, la didactique des sciences francophone s'est d'une certaine façon construite.[117] « *Construction intellectuelle momentanée qui permet de donner du sens à une situation en utilisant les connaissances stockées en mémoire et/ou les données issues de l'environnement* »,[118] on peut considérer la représentation comme une « *théorie personnelle du sujet, à distance plus ou moins grande du concept.* »[119]

Si un très large consensus s'est établi sur l'existence de représentations robustes et leur importance,[120,121] la multitude des appellations et la proximité

---

113. L'expression, due à Gaston Bachelard est désormais canonique, même si elle est plus employée en didactique qu'en épistémologie *stricto sensu.*

114. Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, 1938 ; Vrin, 2004, p. 16.

115. « *Depuis une quinzaine d'années, la recherche en didactique a montré à quel point les représentations des élèves résistent aux efforts d'enseignement. Ces représentations non seulement pré-existent, mais elles tendent à accompagner l'apprentissage d'une façon diachronique à la scolarité et peuvent perdurer,presque intactes jusqu'à son terme... et même bien au-delà.* » Jean-Pierre Astolfi, *L'école pour apprendre*, éd. ESF, 1992.

116. On retrouve un même constat du côté des ango-saxons : « *Des résultats très solides attestent que tous les étudiants, — les plus faibles comme les plus forts — abordent leurs premiers exposés de science avec des "théories" étonnamment précises sur comment marche le monde naturel. De plus, même après avoir été mis en présence avec de nouveaux concepts et théories dans une salle de classe, ils reviennent à leurs théories antérieures pour résoudre les problèmes qui s'écartent des exemples des livres scolaires* » ; L. Resnik (1982), cité par Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques,* Presses Universitaires de France, 1993, p. 126.

117. Jean-Pierre Astolfi, « Apprendre par franchissement d'obstacles ? » in *Repères* n°5, éd. INRP, 1992, pp. 103–116.

118. Françoise Raynal et Alain Rieunier, *Pédagogie, dictionnaire des concepts-clés,* éd.ESF, 1997.

119. Michel Develay, *De l'apprentissage à l'enseignement*, éd. ESF, 1992, p. 78.

120. L'Institut pour la pédagogie des sciences naturelles et des mathématiques de Kiel a recensé en 2009 plus de 7000 articles portant sur les conceptions des élèves et des enseignants en didactique des sciences. Pour une liste détaillée téléchargeable en ligne :
http://www.ipn.uni- kiel.de/aktuell/stcse/download_stcse.html (consulté août 2014)

121. Voir par exemple en France en didactique de la physique : Laurence Viennot, *Raisonner en physique, La part du sens commun*, éd. De Boeck, 1996 ; Laurence Maurines, « Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals », *International Journal of Science Education,* 1992, 14 (3), pp. 279-293 ; Martine Meheut, Edith Saltiel et Andrée Tiberghien, « Pupils' (11-12-year-old) conceptions of combustion», *European Journal of Science Education,* 1985, *7* (1), pp. 83–93.

lexicale avec d'autres domaines de recherche engendrent un flou certain : André Giordan n'identifie ainsi pas moins de 28 qualificatifs différents accolés au terme "représentation", et de 27 synonymes ! En réaction, il propose avec Gérard De Vecchi, dans *Les Origines du savoir,* le terme de « conception », qui « *met l'accent sur le fait qu'il s'agit, à un premier niveau, d'un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles.* »[122] La terminologie a beaucoup varié mais l'emploi du terme de « conception » a aujourd'hui tendance à se généraliser[123] en didactique des sciences.

Particulièrement importantes pour l'enseignant sont les *conceptions initiales* (C.I.), préalables à l'apprentissage, dont chacune est un ensemble relativement robuste d'idées cohérentes et coordonnées que possède « *la plupart du temps* »[124] un sujet à propos d'un phénomène donné avant un cours.

L'existence de conceptions initiales chez les sujets est donc plutôt la règle que l'exception. Leur étude est rendue possible par le fait qu'elles semblent en nombre limité [125] : plusieurs personnes peuvent avoir des conceptions différentes sur un même thème mais il n'en existe pas autant de conceptions différentes que de sujets[126]. Une même personne peut par ailleurs avoir plusieurs conceptions pour un même sujet, ces conceptions étant activées différemment suivant la situation[127].

Un des grands objectifs de l'enseignement des sciences à l'école consiste alors à partir des conceptions initiales de chacun des élèves (idéalement) pour les amener vers des conceptions plus adéquates sur lesquelles il est possible de communiquer efficacement. Il arrive qu'une conception initiale soit déjà une conception adéquate : le travail peut alors consister à renforcer, à stabiliser cette conception (typiquement en élargissant l'encyclopédie afférente). Posséder des conceptions inadéquates sur un domaine n'implique par ailleurs aucunement d'être intellectuellement limité ou novice : les conceptions d'enseignants du secondaire en physique[128] — et parfois même de physiciens professionnels[129] — sont parfois très proches de celles de leurs élèves.

---

122. André Giordan et Gérard De Vecchi, *Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques,* éd. Delachaux et Niestlé, 1987. (réédité en 2012 sous le titre *Aux Origines du savoir*, éd. Ovadia, p. 128).

123. Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Presses Universitaires de France, 1993, p. 125.

124. André Giordan, « Les Conceptions de l'apprenant comme tremplin pour l'apprentissage... ! », op. cit.

125. Jean-Pierre Astolfi, Eliane Darot, Yvette Ginsburger-Vogel, Jacques Toussaint, *Mots-clés de la didactique des sciences*, éd. De Boeck, 1997, p. 154.

126. Dans une classe d'une trentaine d'élèves, on trouve en physique à l'école primaire en général deux à cinq conceptions différentes exprimées. Par ailleurs, on retrouve pratiquement les mêmes jeux de conceptions à l'œuvre dans des publics issus de cultures très différentes (e.g. France, Iran, Bruneï pour certaines des expériences du présent travail).

127. Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques,* op. cit., p.127.

128. Laurence Viennot, *Raisonner en physique. La part du sens commun*, éd. De Boeck, 1996.

129. Après avoir défié ses lecteurs sur un exercice à propos de la relativité du mouvement « *niveau Seconde, rassurez-vous* » Jean-Marc Lévy-Leblond n'hésite pas à féliciter ceux qui ont trouvé les bonnes réponses en ces termes : « *Si c'est bien votre réponse, bravo, vous faites partie de l'élite experte — ou de la*

2.3.1.2. Conceptions initiales et modèles de l'apprendre

La notion de conception initiale *stricto sensu* s'insère dans un modèle particulier de l'apprendre, dit *allostérique*[130]. Il existe aujourd'hui de très nombreuses « théories de l'apprendre » développées par des didacticiens des sciences, lesquelles ont donné lieu à création d'autant de termes pour décrire des notions voisines dans d'autres cadres théoriques. Pour n'en citer que quelques uns : *alternative conception,*[131] *misconception,*[132,133] *pre-conception*[134]. Si le "modèle du changement conceptuel" (*conceptual change model*) tend aujourd'hui à s'imposer dans le monde anglo-saxon, il en existe cependant de nombreuses variantes.[135]

Cette diversité dérive directement de celle des éléments constitutifs d'une conception initiale. Un autre corollaire est la difficulté à en proposer une définition univoque. Plus que comme un simple habitant du monde 2, le modèle allostérique amène à considérer une C.I. comme une constellation d'habitants du monde 2 plus ou moins lâchement corrélés entre eux. Ainsi, selon André Giordan :

> Une conception, ce n'est pas ce qui émerge en classe, c'est-à-dire ce que l'élève dit, écrit ou fait. Une conception correspond à la structure de pensée sous-jacente qui est à l'origine de ce que l'élève pense, dit, écrit ou dessine. Une conception n'est jamais gratuite, c'est le fruit de l'expérience antérieure de l'apprenant (qu'il soit enfant ou adulte). C'est à la fois sa grille de lecture, d'interprétation et de prévision de la réalité que l'individu a à traiter et sa prison intellectuelle. Il ne peut comprendre le monde qu'à travers elle. Elle renvoie à ses interrogations (ses questions). Elle prend appui sur ses raisonnements et ses interprétations (son mode opératoire), sur les autres idées qu'il manipule (son cadre de références), sur sa façon de s'exprimer (ses signifiants) et sur sa façon de produire du sens (son réseau sémantique). Ces divers éléments ne sont évidemment pas facilement dissociables, ils sont totalement en interaction. /.../ [Une conception], en liaison avec une structure cohérente plus vaste, — la pensée de l'apprenant — porte en elle sa logique et ses systèmes de signification propres.[136]

Il arrive parfois que, au cours de l'apprentissage, les élèves modifient leurs conceptions sans rencontrer de difficulté particulière. Cela se produit par exemple quand une conception est liée "lâchement" à une structure "peu cohérente ou étroite" ou quand elle apparaît en réaction à une question

---

minorité chanceuse ; mais la plupart de ceux que l'on soumet à ce petit test, et même les physiciens pour peu qu'on leur interdise le recours au calcul et qu'on leur demande un réponse immédiate et de bon sens, affirment l'égalité des distances parcourues. » ; J.-M. Lévy-Leblond, *Aux contraires*, Gallimard, 1996, pp. 119–120.

130. André Giordan et Gérard De Vecchi, *Aux Origines du savoir*, op. cit., pp. 12–19.

131. Voir par exemple John K. Gilbert et D. Michael Watts, « Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions : changing perspectives in Science Education », *Studies in Science Education*, 1983, 10(1), pp. 61–98.

132. Voir par exemple le Chapitre 4 « Misconceptions as barriers to understand science » in *Science Teaching Reconsidered : a Handbook*, Committee on Undergraduate Science Education, National Research Council, USA, éd. The National Academies Press, 1997, pp. 27–32. Accessible sur le site de l'éditeur : http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5287&page=27 (consulté août 2014).

133. Notons que le terme de *misconception* véhicule le sens de "conception erronée", plus limitatif que la notion de conception initiale.

134. Voir par exemple Judith A. Morrison & Norman G. Lederman, « Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions », *Science Education*, 2003, 87 (6), pp. 849–867.

135. Le site de l'université de Georgie (U.S.A.) fournit un historique condensé de ce que recouvre l'expression « conceptual change » ainsi que les références des publications majeures de ce courant de réflexion : http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Conceptual_Change (consulté août 2014).

136. A. Giordan, « Les Conceptions de l'apprenant comme tremplin pour l'apprentissage... ! », op. cit.

"nouvelle" sur laquelle les élèves n'ont pas encore eu le temps de se faire d'idées. Malheureusement, ce n'est pas toujours aussi facile, en particulier lorsqu'il existe chez l'élèves des conceptions bien "ancrées", non adéquates. Il n'est alors pas toujours facile de les "déstabiliser".

> En fait, tout apprentissage réussi est un changement de conceptions ; ce qui n'est jamais un processus simple car il n'est pas neutre pour l'apprenant. On peut même dire que c'est un processus désagréable. La conception mobilisée par celui qui apprend donne une signification à celui-ci et chaque changement est perçu comme une menace.[137]

Il s'agit alors de « *faire avec pour aller contre* », l'intégration d'une nouvelle conception adéquate étant facilitée lorsque l'élève parvient à « *réarranger son système explicatif* » d'une façon qui lui convient.[138] Une conception initiale est donc « *à la fois un progrès et un obstacle ; elle est même d'autant plus un obstacle qu'elle aura constitué un progrès décisif et que, en raison de cela, le sujet lui sera d'autant plus attaché.* »[139]

Le cas où le passage d'une C.I. à une conception adéquate s'avère le plus délicat est sans doute celui où le sujet se trouve confronté à un obstacle qui "bloque" le passage. La notion d'*objectif-obstacle*,[140] l'idée d'obstacle à fissurer, à franchir[141] ou d'obstacle à déstabiliser pour reconstruire et développer chez l'élève une « *sensibilité à l'obstacle qui permette d'en surveiller et pointer les nouvelles occurrences* »[142] sont autant de tentatives des didacticiens pour rendre compte de cette difficulté en référence, en particulier, au concept d'obstacle épistémologique créé par Gaston Bachelard, et aux aspects psychologiques développés par Jean Piaget.[143,144]

---

137. *idem*

138. Une telle formulation renvoie au modèle allostérique. André Giordan et Gérard De Vecchi, *Aux Origines du savoir*, op. cit. pp. 12–19.

139. Philippe Meirieu, *Apprendre… oui, mais comment ?*, ESF éd., 1989, p. 60. [Notons que, dans le passage cité, Ph. Meirieu emploie le terme de "représentation", plutôt que de "conception".]

140. Jean-Louis Martinand, « Sur la caractérisation des objectifs de l'initiation aux sciences physiques » in *Aster*, n°1, éd. INRP, 1985, pp. 141-154 : *« Il ne s'agit pas pour nous de transformer en objectifs les obstacles repérés par Bachelard, il s'agit de faire rejoindre deux courants : celui des pédagogues qui cherchent à travers les objectifs à rendre plus efficaces les actions didactiques et celui des épistémologues qui s'intéressent aux difficultés qu'affronte la pensée scientifique. La notion d'objectif-obstacle nous parait être un moyen pour transformer en instrument didactique les résultats des recherches actuellement en plein développement, et qui portent sur les modes de résolution de problèmes adoptés spontanément par les élèves, ou les représentations qu'ils se font des phénomènes physiques ».*

141. Jean-Pierre Astolfi, « Apprendre par franchissement d'obstacles ? », op. cit. p. 110.

142. Brigitte Peterfalvi, « Problématisation et travail sur les obstacles en sciences » in *Situations de formation et problématisation*, Michel Fabre & Etiennette Vellas, éd. De Boeck 2006, pp. 91–106.

143. « *A l'aspect épistémologique des obstacles, inauguré par Bachelard, répond un aspect psychologique développé par Piaget* », J.-P. Altolfi *et al.*, *Mots-clés de la didactique des sciences*, op. cit., p. 123.

144. Jean Piaget, *Introduction à l'épistémologie génétique. Tome II : La Pensée physique*, éd. PUF, 1950.

2.3.2. Obstacles épistémologiques

> Bien souvent, dans l'enseignement de la physique et de la chimie j'ai pu reconnaître que certains obstacles qui ont ralenti l'histoire se retrouvent pour ralentir une culture. J'ai trouvé ainsi dans l'histoire des sciences de véritables tests pédagogiques. Il y a là une actualité minutieuse des anciennes erreurs pour désigner les difficultés de la pédagogie élémentaire.
>
> Gaston Bachelard, « Actualité de l'histoire des sciences »[145]

La notion d'*obstacle épistémologique*, introduite par Gaston Bachelard dans *La Formation de l'esprit scientifique*, a nourri la recherche française en didactique des sciences. Le philosophe en suggérait l'utilisation pour l'enseignement des sciences, proposant d'aider les élèves à connaître « contre *une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation* »[146]. Les didacticiens s'y sont efforcés, en adaptant la notion, l'identification d'un obstacle épistémologique passant bien souvent par une analyse approfondie des conceptions des élèves.

Un premier type d'obstacle identifié par Bachelard relève de difficultés inhérentes au monde 1, comme des événements trop rapides ou trop faibles pour être perçus par un sujet. C'est ce qu'il appelle les « *obstacles externes*» [147].

Un deuxième type d'obstacle relève de difficultés internes au sujet, situées dans son monde 2. Ce sont eux, les « *obstacles épistémologiques* » : « *des causes de stagnation et même de régression, des causes d'inertie* »[148]. Ce sont des difficultés « *intimes, profondément inscrites dans l'âme humaine* » [149].

Constatant qu'« *il est de la nature d'un obstacle épistémologique d'être confus et polymorphe* »,[150] Bachelard procède à l'analyse d'un certain nombre d'entre eux parmi lesquels l'*expérience première*, la *connaissance générale*, les obstacles *verbal*, *substantialiste* ou *animiste*. À titre d'exemple, l'obstacle verbal consiste en un cas « *où une seule image, ou même un seul mot, constitue toute l'explication* »[151].

De nombreux didacticiens, depuis plus de quarante ans, cherchent à identifier les obstacles qui empêchent l'acquisition de certains concepts par les élèves. Ils s'appuient pour cela sur leurs conceptions. Si on les connaît aujourd'hui relativement bien sur de nombreux sujets,[152] de nombreux obstacles restent encore à identifier et des stratégies efficaces pour les modifier à développer.

---

145. Gaston Bachelard, « Actualité de l'histoire des sciences », 1951, in *L'Engagement rationaliste*, éd. PUF, 1972, p.151.

146. G. Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique* (1938), éd. Vrin, 2004, p. 15.

147. *idem*, p. 15.

148. *idem*.

149. G. Bachelard in « Actualité de l'histoire des sciences », op. cit., p.150.

150. G. Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, op. cit., p. 24.

151. *idem*, p. 89.

152. Le site de l'AAAS (American Association for the Advancement of Science) propose ainsi les conceptions des élèves sur plus de 600 sujets relatifs aux programmes de collège et lycée : http://assessment.aaas.org/pages/home (consulté août 2014).

2.2.4. REPRESENTATIONS, MODELES ET THEORIES PHYSIQUES

En physique, la connaissance scientifique repose souvent sur l'élaboration de modèles et de théories.

L'ambition de cette section n'est en aucun cas de présenter un état des lieux général des réflexions sur les concepts de représentation ou de modèle, que ce soit du point de vue philosophique[153] ou didactique,[154] mais de préciser le sens dans lequel ces différents termes seront employés dans le cadre de ce travail. On se contentera de les resituer, dans une acception restreinte, dans le cadre théorique esquissé plus haut, et en particulier celui de la théorie des trois mondes.

Tout l'art du théoricien scientifique (par opposition au pur "expérimentateur"[155]) consiste à naviguer entre différents niveaux de généralité, et à savoir ce qu'il lui est permis d'affirmer à un niveau donné, et sous quelles hypothèses.

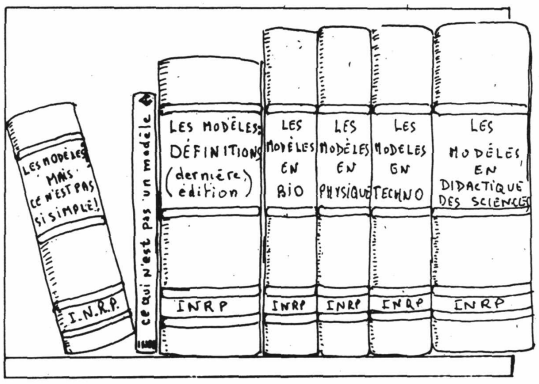


Figure 2.4.1. : De modèles en méta-modèles…[156]

2.4.1. Paramètres

Le monde physique est infiniment complexe, quand ses représentations sont finies.[157] Les représentations réduisent donc, par nécessité, leur référent du monde 1 à un jeu d'éléments qu'elles choisissent de représenter (dans le monde 2 ou le monde 3). Les *paramètres* sont les contreparties de ces éléments. Un paramètre peut être un nombre, un symbole, une idée associée à une famille d'objets du monde 1 (e.g. l'idée d'une poulie).

153. *Enquête sur le concept de modèle*, dir. Pascal Nouvel, P.U.F. Paris, 2002.

154. Voir par exemple la bibliographie extensive de P.S. Oh et S.J. Oh. « What Teachers of Science Need to Know about Models : An Overview ». *International Journal of Science Education*, 2011, vol. 33 (8), pp. 1109–1130.

155. Les chercheurs ont l'habitude de distinguer physiciens "théoriciens" et "expérimentateurs". Nous employons ici le terme dans une acception beaucoup plus large, de "personne utilisant des théories ou des modèles dans le cadre d'une démarche scientifique".

156. Illustration (non créditée) d'un article de V. Host, *Aster*, 8, 1989, p. 186.

157. Si nous avons admis *a priori* ce principe métaphysique d'inexhaustibilité du réel (§ 2.2.1.1.), certains philosophes comme Franck Varenne n'hésitent pas à soutenir que *« le réel est moins précis que sa simulation (...) dans la situation où l'on veut faire une expérience contrôlée sur lui » ; « S'il fallait poser tout simplement, et au départ de toute enquête scientifique, le caractère inépuisable du réel, cela* [lui] *semblerait relever plutôt d'une option ontologique, voire religieuse, qu'autre chose. »* F. Varenne, *Les Notions de métaphore et d'analogie dans les épistémologies des modèles et des simulations*, éd. Petra, Paris, 2006, pp. 68–69.

Des *paramètres indépendants* sont des paramètres qui peuvent varier indépendamment les uns des autres. On évite d'une manière générale de manipuler des paramètres redondants, dans un souci d'économie.

Les *paramètres indifférents* sont des paramètres dont la variation n'induit pas de changement significatif dans le système représenté, du point de vue dont on le considère. Les paramètres *pertinents* sont ceux dont la variation induit un changement significatif dans le système représenté. La pertinence d'un paramètre est arbitraire dans la mesure où elle dépend du point de vue ou de la question que se pose l'opérateur.

L'ensemble des paramètres *explicitement* pris en compte dans la description d'un système donné constitue un *jeu de paramètres*. Il est important de noter la dimension arbitraire des notions de changement significatif ou de paramètre pertinent. Le choix d'un jeu de paramètres s'inscrit donc le plus souvent dans un *projet de connaissance*,[158] qui l'oriente.

Un jeu de paramètres peut s'avérer incomplet s'il omet un paramètre *a priori* indifférent, mais qui se révèle *par la suite* pertinent.

> Par exemple, un jeu de paramètres indépendants d'un problème d'équilibre horizontal tel qu'on en réalise à partir d'une barre (e.g. une règle en bois) supportant deux objets (des boules de pâte à modeler) sont l'existence d'un pivot, les masses des deux objets et leurs distances respectives au pivot. Le paramètre « distance entre les deux objets » n'est pas indépendant des précédents, dans la mesure où il peut être calculé à partir des distances au pivot. La couleur des objets est un paramètre indifférent (sauf si l'on s'intéresse à l'esthétique du montage, ce qui constitue un problème distinct).

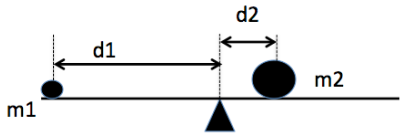


Figure 2.4.1. : Schéma d'un équilibre horizontal en mettant en évidence les paramètres essentiels (pivot, masses et distances respectives)

Les paramètres d'un problème identifiés comme indifférents sont en général exclus des jeux de paramètres considérés, et tendent donc à rester implicites. Il convient toutefois de noter que ce n'est pas le cas des paramètres indifférents mais non encore identifiés comme tels, donc au moins *potentiellement* pertinents, généralement traités, au bénéfice du doute, comme s'ils l'étaient effectivement.

Inversement, dans un contexte scientifique du moins,[159] les paramètres identifiés comme pertinents tendent à être explicites.[160]

> Remarque : Les mathématiciens réservent souvent le terme de *paramètre* aux éléments d'un problème *a priori* stables, et préfèrent celui de *variable* pour ceux

158. Voire, parfois, d'un projet d'action, même si la question se pose plus dans les disciplines appliquées qu'en physique fondamentale.

159. Ce n'est pas nécessairement le cas d'un traitement littéraire ou artistique, l'ambiguïté à propos de la pertinence d'un paramètre pouvant être un moteur de l'implication du lecteur ou du spectateur, sur le mode de l'intrigue policière, par exemple.

160. Même si, concrètement, il est fréquent que des paramètres essentiels mais réputés connus de tous restent implicites dans le discours scientifique au sein d'une communauté scientifique donnée. Ainsi, un biologiste jugera-t-il rarement utile de préciser que ses expériences se déroulent dans un champ gravitationnel de 1g.

qu'ils sont amenés à faire varier. Ainsi, lorsqu'on choisit de représenter une droite dans un plan cartésien par l'équation $y = ax + b$, a et b sont les paramètres qui déterminent la droite alors que x et y sont des variables, qu'on ne fixe que pour considérer un point particulier. Cette distinction se retrouve parfois en physique, en particulier lorsqu'on décrit le comportement d'un système par une équation[161]. Elle suppose toutefois une analyse fine *a priori* du statut des différents éléments d'un problème, rarement accessible à l'école primaire et qui complique significativement le travail de modélisation. Nous ne ferons donc pas ici cette distinction.

2.4.2. Maquettes et simulations

Dans un souci de cohérence lexicale, nous préciserons ici le terme de *représentation,* d'emploi très général, en distinguant les *simulations* d'une réalisation *particulière* du monde physique[162] (ou d'un phénomène qui s'y déroule) des *modèles* de portée plus générale. Pour lever d'éventuelles ambiguïtés, nous commencerons par définir les *maquettes* et *petits objets*.

2.5.4.1. Maquettes et petits objets

On parlera ici de *maquette* lorsqu'un objet reproduit la *forme* d'un autre objet fonctionnel,[163,164] comme un avion ou une voiture. Lorsque c'est sa *fonction* qui est reproduite, on parlera de *petit objet.*

La plupart des maquettes à l'usage des enfants sont elles-mêmes non-fonctionnelles. Certaines toutefois le sont ; on pourra alors parler indifféremment, selon le point de vue, de *maquette fonctionnelle* ou de petit objet.

Ainsi, si l'on définit un avion comme un objet fabriqué qui a des ailes et dont la fonction est de voler, une sculpture d'avion en bois (figure 2.4.1.2.a.), fidèle à la forme mais incapable de voler sera une maquette, non un « petit avion ».

Figure 2.4.2.1.a. : Maquette en bois d'un Airbus A340[165]

161. Par exemple, lorsque dans un problème d'électricité on pose que U = RI, la valeur de la résistance est souvent considérée comme un paramètre fixé, alors que la tension et l'intensité apparaissent comme des variables.

162. Rappelons que le monde physique ne connaît jamais que des réalisations particulières (cf. § 2.2.1.1.)

163. On rencontre parfois en français l'expression de *modèle réduit* pour décrire ce que nous avons appelé une maquette. Nous nous abstiendrons d'utiliser cette expression pour éviter toute confusion entre maquettes et modèles scientifiques.

164. Par ailleurs, le terme anglais *model* est un faux-ami dont les différents sens incluent aussi bien ce que nous avons défini comme une maquette que les modèles scientifiques.

165. Photographie extraite du site : http://www.quirao.com/fr (consulté août 2014)

Inversement, un petit objet ne ressemble pas forcément à son objet de référence. Ainsi, si l'on définit une voiture comme quelque chose qui a des roues et dont la fonction est de rouler, une « petite voiture » pourra être aussi bien être une voiture miniature du commerce,[166] d'apparence très reconnaissable (fig. 2.4.2.1.c.), qu'un objet construit en classe, doté de quatre roues et capable de rouler mais d'apparence plus lointaine (fig. 2.4.2.1.b.). Dans ce dernier cas, l'usage de qualifiants comme « *à nous* » ou « *notre* » par des élèves ou des enseignants indique typiquement que la définition choisie n'est pas celle du garagiste.[167]

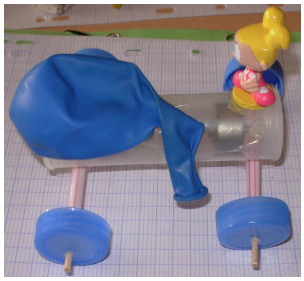


Figure 2.4.2.1.b & c. : Un petite voiture fabriquée par des enfants[168] *(à gauche) et une autre du commerce (à droite)*

Cette distinction met immédiatement en lumière une difficulté. La fonction d'un objet peut dépendre de sa définition, voire des priorités ou du point de vue de l'opérateur. Définir un bateau comme une machine dont la fonction est de flotter peut suffire pour de jeunes élèves.[169] Dans ce cas, une plaquette de polystyrène, qui flotte, fait un petit bateau satisfaisant (figure 2.4.2.1.d.). Avec une définition plus sophistiquée (intégrant par exemple une forme de barque[170] ou une capacité de transport), le même objet ne sera plus un petit bateau mais un "flotteur", par exemple.

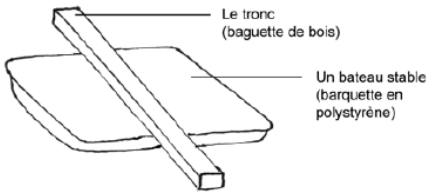


Figure 2.4.2.1.d. : Un petit bateau qui supporte un tronc d'arbre à l'école maternelle[171]

166. Celles-ci sont donc à la fois des petites voitures (elles ont des roues et elles roulent) et des maquettes (elles ressemblent à des voitures).

167. Les enfants de 7 ans ayant réalisé la séquence correspondante dans des jardins des sciences (atelier "Voiture à propulsion à air", Annexe 2.A, séquence E08) les qualifiaient souvent spontanément comme « *notre petite voiture à nous* ».

168. Petite voiture construite par des élèves d'une classe de CM1, 2009.

169. C'est ce que fait par exemple Jean-Michel Rolando avec des élèves de petite section. http://www.fondation-lamap.org/fr/page/14241/entra-nement-et-structuration (consulté août 2014)

170. La première définition du dictionnaire de Littré pour « bateau » est : « *Sorte de barque dont on se sert ordinairement sur les rivières, mais aussi sur la mer. Bateau plat, bateau de pêcheur.* »

171. Image extraite du document de Jean-Michel Rolando. Le tronc d'arbre est représenté par une baguette de bois longue et le bateau par une barquette de polystyrène. http://www.fondation-lamap.org/fr/page/14241/entra-nement-et-structuration (consulté août 2014)

Il est important de noter que les maquettes aussi bien que les petits objets sont par définition des objets physiques, et habitent le monde 1.

2.4.2.2. Simulations

Définition 2.4.2.2.

Une *simulation* est une fiction rendant compte d'une réalisation particulière du monde physique, d'une partie de celui-ci ou d'un phénomène qui s'y déroule.

Une simulation est donc toujours, par construction, distincte de ce qu'elle représente. C'est un phénomène psychologique (i.e. monde 2) ou culturel (monde 3), alors que son référent physique relève du monde 1.

Il convient de noter que cette définition prend en compte, *via* la notion de fiction, *l'intention* de l'auteur ou de l'utilisateur d'une simulation. On n'envisagera ici que le cas où celle-ci est connue et univoque, comme c'est en général le cas dans le champ scientifique.

De même, une simulation suppose une part d'imagination.

Caractéristiques-clef des simulations

a/ Une simulation n'a, par définition, aucune généralité.

b/ Une simulation peut utiliser des supports très variés (e.g. des mots, des images, des symboles, des maquettes, des petits objets, un programme informatique, des objets physiques). [172]

c/ Une simulation est de complexité finie, quand le réel qu'elle représente est toujours inexhaustiblement complexe.

d/ Des simulations très différentes sur la forme comme sur le fond peuvent porter sur le même référent physique.

La vocation principale d'une simulation est le plus souvent de permettre une confrontation directe avec son référent physique. Si tous les paramètres considérés comme pertinents apparaissent conformes, à un niveau de précision donné, la simulation peut être considérée comme validée, à ce niveau de précision du moins. Dans le cas contraire, elle doit être remise en cause, par exemple par la prise en compte de paramètres précédemment omis.

Une simulation doit donc être considérée comme *modifiable*.

Par ailleurs, la validité d'une simulation n'est jamais que *provisoire*. En effet, la prise en compte de nouveaux paramètres pertinents peut introduire une dissonance entre une simulation précédemment tenue pour valide et son référent.

172. Il va de soi que les traces matérielles d'une simulation (dessin, page de texte imprimé, etc.) relèvent quant à elles du monde 1. Nous n'insisterons toutefois pas systématiquement sur cette distinction, lorsque le statut de ces traces matérielles n'intervient pas dans le raisonnement.

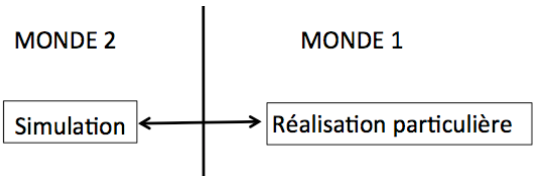


Figure 2.4.2.2.a. : Association schématique d'une simulation et d'une réalisation particulière du monde physique

Simulations habitant le monde 2

Se représenter le monde étant une activité humaine quasi-permanente, d'innombrables simulations de toute nature sont produites à chaque instant, sans vocation particulière pour la plupart à dépasser le stade de leur utilité immédiate.

Ces simulations éphémères habitent donc le monde 2. Elles gardent un lien direct avec ce qu'elles représentent, déterminé par leur auteur. Plusieurs simulations différentes d'un même phénomène peuvent être construite par une même personne au cours du temps, sur des supports variés etc.

Les représentations d'élèves de primaire et de leurs enseignants n'ont *a priori* pas vocation à devenir des objets culturels et rentrent dans cette catégorie.

Chaque individu conserve également en mémoire des simulations plus durables, concernant par exemple des événements qui l'ont marqué (y compris, quelquefois, des expériences menées en cours de sciences).

Simulations habitant le monde 3

Certaines simulations exceptionnelles peuvent néanmoins dépasser la sphère de l'individu (de son monde 2) et accéder au statut d'objet culturel (monde 3), lorsqu'elles sont appropriées par une culture savante. Ainsi, les Tournesols de van Gogh (fig. 2.4.2.2.b.) rendent-ils compte d'une réalisation particulière de tournesols en contexte (vase, mur, etc.), et constituent donc une simulation de cette partie du monde physique. Ils résident clairement dans le monde 3, où les a fait passer la culture savante des marchands d'arts.[173] De même, la première « photographie » historique d'atomes individuels réalisée par IBM avec un microscope à effet tunnel, qui a fait la Une de toutes les revues scientifiques en 1990, habite aussi le monde 3.

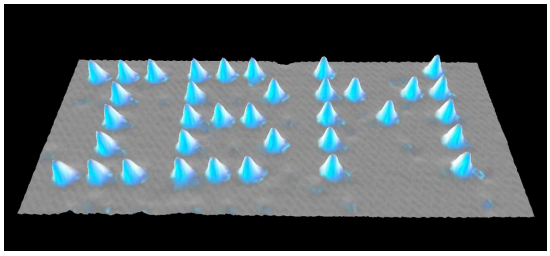


Figure 2.4.2.2.b. & c. : Deux exemples de simulation ayant accédé au monde 3 : à gauche : « Tournesols dans un vase », par Vincent van Gogh ; à droite: Représentation du sigle IBM réalisé à partir d'atomes de xénon individuels[174].

173. En toute rigueur, il conviendrait de distinguer le tableau proprement dit, c'est-à-dire l'objet physique présent dans une vitrine de la *National Gallery* de Londres, et qui habite le monde 1, de la représentation abstraite qu'il incarne, qui relève du monde 3.

174. D.M. Eigler, E.K. Schweizer. « Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope ». *Nature* 344, pp. 524–526 (1990). En ligne sur le site d'IBM : http://researcher.ibm.com (consulté août 2014)

Une simulation peut prendre des formes très différentes, notamment :

Simulations analytiques

Lorsqu'on a réduit la représentation d'un objet à un petit nombre de paramètres quantitatifs et à la relation qui les relie, la donnée de valeurs quantitatives précises de tous les paramètres constitue une simulation analytique. Ainsi, la donnée de l'abscisse et de l'ordonnée (e.g. $x = 3$, $y = 2$) constitue-t-elle une simulation abstraite du point correspondant du plan cartésien ; une autre simulation du même point dérive de la donnée de l'abscisse ($x = 3$) et de l'équation de la droite ($y = x/3 + 1$).

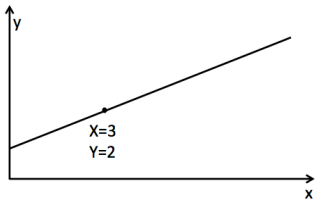


Figure 2.4.2.2.c. : Exemples de simulations analytiques d'un point du plan

Simulations informatiques

Une simulation informatique est une simulation implémentée à l'aide d'un système informatique au sens large, comme un ordinateur. Le développement phénoménal des capacités de traitement des données dans la seconde moitié du XXe siècle a rendu possible de nouvelles approches de la simulation, ainsi que leur application à de nouveaux champs, comme les sciences sociales, introduisant ainsi de nouvelles pratiques et de nouveaux enjeux épistémologiques,[175] qui sortent du champ de ce travail.

En physique, une simulation informatique repose le plus souvent sur un programme, développé à partir d'un modèle analytique. Ce programme prend en compte un certain nombre de paramètres, qui peuvent chacun prendre différentes valeurs[176]. Une simulation (particulière, par définition) correspond à l'exécution complète d'un programme pour un jeu particulier de paramètres.

À la différence d'une simulation analogique, une simulation numérique est en principe parfaitement reproductible, dans la mesure où elle ne fait intervenir que des paramètres explicites.[177]

Simulations analogiques

Une simulation analogique repose sur une analogie entre certains éléments du système référent (monde 1) et ceux de sa simulation.

175. Michel Armatte et Amy Dahan Dalmedico, « Modèles et modélisations, 1950-2000 : Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux », *Revue d'Histoire des Sciences*, 57, 2 2004, pp. 245–305. Accessible en ligne : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rhs_0151-4105_2004_num_57_2_2214 (consulté août 2014)

176. Qui peuvent elles-même être de différentes natures (numérique, matricielle, logique, etc.), telles que prévues par le programme.

177. En toute rigueur, l'exécution de certains programmes particulièrement complexes peut parfois dépendre de contingences externes (état initial des mémoires, etc.) — mais c'est alors tout l'art du numéricien que de les éliminer.

Une simulation analogique (monde 2) est souvent associée à une maquette ou à un petit objet (monde 1) ; mais elle peut également exister par elle-même, dans l'esprit de son concepteur.

L'analogie peut porter sur la forme ou sur la fonction. Par exemple, un enfant qui simule la descente d'un seau au fond d'un puits dont le mécanisme est constitué d'une poulie, d'un axe et d'une corde procède par analogie de forme lorsqu'il utilise une bassine avec un fond d'eau pour représenter le fond du puits contenant de l'eau, et par analogie de fonction lorsqu'il utilise une bobine de fil vide qui roule librement autour d'une tige pour représenter la poulie.

Figure 2.4.2.2.d. : Simulation analogique de la remontée d'un loup prisonnier au fond d'un puits

Simulations littéraires ou artistiques

Les simulations peuvent prendre des formes très différentes. Artistes et écrivains, en particulier, peuvent décider d'en réaliser avec leurs outils propres. Ainsi, le cycle des *Rougon-Macquart* d'Émile Zola, qui revendique l'écriture de « romans naturalistes » sans toutefois « *se risquer à formuler des lois* »,[178] constitue-t-il une série de simulations littéraires de la société de son époque, comme le suggère son sous-titre : *Histoire naturelle d'une famille sous le Second Empire.*

Les paramètres intervenant dans ces simulations sont rarement explicites.[179] On peut même imaginer, comme le suggère Gérard Klein,[180] qu'un auteur n'ait pas toujours conscience des éléments qu'il incorpore à son œuvre et que ces

178. « *Certes, je n'entends pas ici formuler des lois. Dans l'état actuel de la science de l'homme, la confusion et l'obscurité sont encore trop grandes pour qu'on se risque à la moindre synthèse. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'il y a un déterminisme absolu pour tous les phénomènes humains.* » Zola choisit donc de maintenir ses « expériences » littéraires, pensées sur le modèle de la méthode expérimentale de Claude Bernard, au niveau du cas particulier, celui de la simulation. Émile Zola, *Le Roman expérimental*, 1881 ; Garnier-Flammarion, 2006.

179. Et lorsqu'ils le sont, c'est souvent pour montrer soit la robustesse de l'histoire au regard de ces paramètres, soit au contraire sa grande sensibilité à de petites variations, comme dans les films *Smoking* et *No Smoking* réalisés par Alain Resnais en 1993.

180. Gérard Klein. *Trames et Moirés* (1986). éd. du Somnium, Nice, 2011. Klein y développe l'exemple de l'écrivain H.P. Lovecraft, dont l'œuvre fantastique permettrait de rendre compte des mutations économiques et sociales encore non identifiées, ni même réellement perçues, mais déjà sourdement à l'œuvre dans l'Amérique du début du XXe siècle.

éléments implicites soient les traces d'une subjectivité collective à laquelle il appartient inconsciemment.

On ne développera pas plus ce type de simulations, qui sortent largement du cadre de ce travail.

2.4.2.3. Simulations prospectives et spéculatives

Certains objets physiques ne sont pas directement accessibles directement à l'expérience (e.g. un trou noir). Il n'en demeure pas moins possible de les simuler, par exemple sur la base d'une analyse théorique. Dans la mesure où aucune confrontation entre la simulation et son référent est possible, on parlera à ce propos de simulation spéculative.

Il est également possible de simuler une réalisation future du monde. La confrontation de la simulation au monde physique reste alors faisable mais est retardée (e.g. une simulation météorologique). On parlera à ce propos de simulation prospective.

2.4.3. Modèles

On peut également souhaiter rendre compte d'une famille de réalisations (par opposition à une réalisation particulière) du monde physique. Il ne s'agit alors plus de simulation (puisque cela ne porte plus sur un cas particulier) mais de *modélisation*.

Définition 2.4.3.

Un *modèle* est une fiction dotée d'un certain degré de généralité et dont l'objet est une vision simplifiée du monde physique, d'une partie de celui-ci ou de phénomènes qui s'y déroulent.

Comme les simulations, les modèles relèvent du monde 2 ou du monde 3. De même, les paramètres sur lesquels ils reposent peuvent être explicites ou non.

Lorsque le système modélisé fait intervenir un très grand nombre de paramètres, comme c'est typiquement le cas dans les sciences humaines et sociales,[181,182] il est parfois difficile d'expliciter tous les paramètres pertinents, au risque du réductionnisme.

Même en sciences dites « dures », certains systèmes font appel à un tel nombre de paramètres susceptibles d'être pertinents qu'il s'avère difficile de les expliciter, et *a fortiori* de construire des modèles les prenant tous en compte. C'est typiquement le cas de l'évolution des climats. Le GIEC[183] développe ainsi de nouvelles approches méthodologiques, et même de nouveaux outils

181. Voir par exemple en didactique, André Giordan. « Des Modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique ». En ligne : http://www.andregiordan.com/articles/apprendre/modeleallosterique.html (consulté août 2014).

182. Franck Varenne. *Modéliser le social*. éd. Dunod, Paris, 2011.

183. Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat. Les analyses méthodologiques du GIEC sont accessibles sur leur site : www.ipcc.ch.

épistémologiques comme la notion de « faisceaux de scénarios plausibles »[184,185,186] pour gérer cette situation hautement complexe et interdisciplinaire.

Il existe donc un continuum de techniques de modélisation, de la modélisation de systèmes faisant appel à un petit nombre de paramètres pertinents facilement manipulables aux systèmes pour lesquels le nombre de paramètres à prendre en compte implique le développement de nouveaux outils de modélisation et d'analyse, en passant par des modèles moins formels n'explicitant pas leurs paramètres.

2.4.3.1. Modèles explicites

En physique, les situations étudiées restent néanmoins la plupart du temps suffisamment peu complexes pour permettre l'identification des paramètres pertinents. Les modèles des physiciens explicitent donc dans toute la mesure du possible ceux qu'ils mettent en œuvre. On définira ici un *modèle explicite* comme un modèle construit autour d'un jeu explicite de paramètres.

Lorsqu'on fixe l'ensemble des valeurs de ces paramètres, on lève la généralité d'un modèle et le résultat est, par définition, une simulation. Cette simulation est donc l'application du modèle à une situation particulière définie par ce jeu de valeurs spécifiques. On a appliqué le modèle à un cas particulier (monde 1). L'ensemble des problèmes où le modèle a vocation à s'appliquer constitue son *champ d'application*[187].

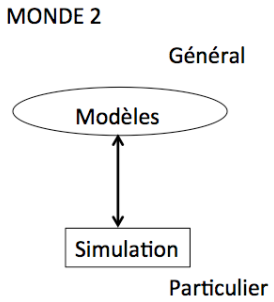


Figure 2.4.3.1.a. : Navigation entre une simulation particulière et un modèle général dans le monde 2

184. Plus précisément, le GIEC définit un "scénario" comme « *une description cohérente et plausible d'un état futur possible du monde. Ce n'est pas une prédiction ; chaque scénario est l'une des images alternatives que le futur peut déployer* ». Dans notre lexique, un scénario est donc une simulation d'un futur possible, qu'on peut généraliser en définissant une gamme de variation possible de certains de ses paramètres — ou des effet de leur variation lorsqu'il s'agit de paramètres implicites. Le modèle ainsi obtenu est alors un "faisceau de scénarios", que le GIEC qualifie de « plausible » lorsqu'il peut revendiquer une probabilité que l'un des scénarios du faisceau se réalise supérieure à 95%.

185. Éric Picholle. « Penser l'impensable : terra-former une autre planète pour préserver la nôtre ? » Actes du Colloque *De la science-fiction à la réalité*, organisé par le Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, déc. 2012. pp. 37–41. Accessible en ligne :

http://archives.strategie.gouv.fr/content/actes-du-colloque-de-la-science-fiction-la-realite (consulté août 2014)

186. Valérie Masson-Delmotte, entretien avec l'auteur, Nantes, nov. 2013. Accessible en ligne : « Quel climat pour le futur », http://www.actusf.com/spip/Utopiales-13-Conference-Quel.html (consulté août 2014)

187. On retrouve ici une des trois caractéristiques essentielles des modèles identifiée par Jean-Louis Martinand : « *les modèles sont pertinents pour certains problèmes dans certains contextes* ». « Introduction à la modélisation », op. cit. , p. 1.

Construction de modèle explicite

Un modèle scientifique[188] peut être construit soit par induction à partir de cas particuliers, soit par déduction à partir de considérations plus générales, comme une théorie admise qui détermine *a priori* les paramètres susceptibles d'être pertinents et les relations entre eux.

Lorsque le modèle est déduit d'une théorie, sa construction revient la plupart du temps à préciser son champ d'application pour constituer un jeu de paramètres pertinents, et à mettre l'accent sur les relations entre ces paramètres imposées par la théorie.

Lorsqu'il procède par induction, l'opérateur doit non seulement identifier les paramètres pertinents, sans le guide d'une théorie, mais aussi construire une vision simplifiée du monde. Une stratégie courante est de commencer par identifier des réalisations du monde physique qui présentent des régularités. À ces réalisations, l'opérateur associe une famille de simulations conservant les régularités observées. Il isole alors un nombre réduit de paramètres dont la variation est susceptible de rendre compte de ces régularités. Il peut élaborer sur cette base un modèle explicite. Ce modèle n'est pas unique, un même jeu de paramètres autorisant un nombre considérable de fictions.

Il est par exemple possible de construire par induction le modèle géocentrique ou le modèle héliocentrique en ayant isolé comme paramètres, les positions respectives des planètes, du Soleil et de l'observateur.

Comme les simulations, les modèles sont *provisoires* et *modifiables*[189]. Ils permettent de plus de faire des *prédictions*.

Prédictions et validation d'un modèle

Pour valider un modèle, on s'assure qu'il rend bien compte des cas particuliers qui ont servi à sa construction. Pour cela, il est nécessaire de dériver du modèle (général) des simulations correspondant à ces cas particuliers et de les confronter à leur référent physique.

Une fois cette vérification réalisée, on dérive du modèle une nouvelle simulation particulière qui est une prédiction.

Définition 2.4.3.1.

Une *prédiction* est une proposition univoque portant sur une réalisation particulière future du monde physique.

Cette prédiction est confrontée au cas particulier correspondant dans le monde 1. Lorsque la prédiction est conforme à la réalité, le modèle est provisoirement validé. Dans le cas contraire, le modèle est modifié pour rendre compte de ce nouveau cas particulier et le processus est réitéré.

188. Ce n'est pas nécessairement vrai des modèles non scientifiques. Ainsi, dans *Eureka* (*Eureka : A prose poem*, 1848, trad. Charles Baudelaire, éd. Le Castor Astral, 1993), Edgar Poe propose-t-il un modèle cosmologique construit par intuition directe de l'artiste.

189. On retrouve ici les deux autres caractéristiques essentielles des modèles identifiées par Jean-Louis Martinand : « *les modèles sont hypothétiques et modifiables* ». « Introduction à la modélisation », op. cit., p. 1.

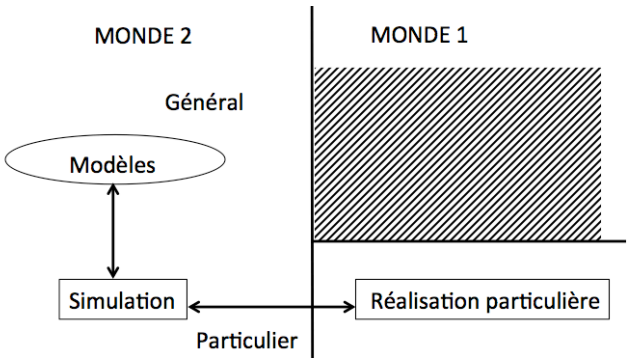


Figure 2.4.3.1.b. : Confrontation d'une prédiction (simulation) d'un modèle du monde 2 à une réalisation particulière du monde 1

Il est toutefois important de noter que la validation d'un modèle est toujours provisoire, un test indépendant sur une autre réalisation du monde physique étant toujours susceptible d'échouer dans le futur ; et qu'elle ne signifie en aucun cas que ce modèle est *le seul* susceptible de rendre compte du système physique auquel il a été confronté, ni même le meilleur.

2.4.3.2. Typologie des modèles

On distinguera quatre types principaux de modèles : les modèles analytiques, analogiques, informatiques et littéraires.

Modèles analytiques

Les modèles analytiques s'appuient sur l'analyse mathématique pour représenter le monde physique. Ils utilisent le plus souvent des symboles, des nombres ou des équations.

> Ainsi, un modèle analytique élémentaire de la diffraction d'une onde par un trou repose sur l'équation $\theta = \lambda/d$.[190]

Les paramètres d'un modèle analytique sont toujours explicites. En fixer toutes les valeurs pour l'associer à une expérience particulière constitue une simulation analytique.

Modèles analogiques

James Clerk Maxwell est probablement le premier à revendiquer explicitement la possibilité de raisonner sur une *analogie physique*, c'est-à-dire « *cette ressemblance partielle entre les lois d'une science et les lois d'une autre science peut servir à illustrer l'autre* », comme celle qu'il suppose entre les lois de l'hydrodynamique et celles de l'électromagnétisme qu'il tente de développer.[191]

Quoique de même nature, les analogies considérées à l'école primaire sont bien sûr élémentaires, et reposent principalement sur l'emploi d'objets physiques (i.e. du monde 1) analogues à ceux que l'on souhaite représenter.

> Par exemple, une lampe de poche et une balle en polystyrène peuvent constituer un modèle analogique de la Terre et du Soleil. Le possibilité de faire varier leurs

190. Où λ est la longueur d'onde de l'onde incidente, d le diamètre du trou et θ l'ouverture numérique.
191. J.C. Maxwell, « On Faraday's Lines of Force », 1855.

positions relativement à l'observateur lui confère sa (modeste) généralité. Une position donnée de la boule de polystyrène par rapport à la lumière fournit une réalisation particulière du modèle, une simulation analogique.

Modèles informatiques

Les modèles informatiques reposent la plupart du temps sur un programme (code) informatique. Une exécution particulière d'un programme, avec des valeurs initiales données pour tous les paramètres constitue une simulation informatique.

Modèles systémiques

Les systèmes considérés en physique sont en général déterminés de façon rigoureuse, et dans une large mesure réductibles, en ce qui concerne le physicien, à des jeux de paramètres identifiables. Cette approche trouve toutefois sa limite lorsqu'on les interroge sous des angles plus ouverts. Ainsi, si la mécanique céleste peut se contenter de représenter la Terre par sa masse, son diamètre, sa position et sa vitesse par rapport au Soleil, il n'en va plus de même des études sur l'évolution du climat, et le GIEC doit développer des stratégies de modélisation plus complexes.

Une approche courante en biologie et en ingénierie consiste à modéliser, plutôt que les caractéristiques individuelles de tous les éléments pertinents d'un système, les *fonctions* de sous-systèmes, que l'on considère alors comme autant de « boîtes noires », et les relations entre ces sous-systèmes[192]. L'un des avantages majeurs de cette approche est de conduire à « *un rapprochement de certaines disciplines par la modélisation de démarches communes et par l'extension du domaine logico-mathématique qui permet de traiter les données* ».[193]

Modèles littéraires

Les modèles littéraires représentent le monde physique par l'intermédiaire d'un texte et n'ont le plus souvent pas de paramètres explicites.

Un exemple de modèle est, de nouveau, l'univers littéraire des Rougon-Macquart — c'est-à-dire l'ensemble de personnages, de règles et de conventions générales assurant la cohérence interne du cycle et dans lequel puisait Zola pour en composer les textes (chacun constituant une réalisation particulière, et donc une simulation, de cet univers).

2.4.3.3. Modèles canoniques

Certains modèles particulièrement importants accèdent au rang d'objet culturel. On parle alors de modèles canoniques. Leur statut dans la

192. La systémique moderne s'inspire en particulier de la "cybernétique" de Norbert Wiener, qui met un accent particulier sur les « boucles de rétroaction » (feedback) entre différents éléments d'un système. N. Wiener, *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine,* Hermann, Paris, 1948. Notons que de telles boucles ne sont pas *a priori* incompatibles avec une modélisation physique traditionnelle, mais suffisent à rendre ces modèles non linéaires, donc mathématiquement inaccessibles aux non spécialistes, et en tout cas à l'école primaire.

193. V. Host, « Systèmes et modèles : quelques repères bibliographiques », in ASTER n°8, *Expérimenter et modéliser*, 1989, p. 209.

communauté en fait des habitants du monde 3. Il va de soi qu'au moment de leur création, ils relevaient du monde 2.

La communauté concernée, et par suite la canonicité d'un modèle donné, peut varier selon le contexte. Ainsi, le modèle héliocentrique de Copernic ou le modèle planétaire de Bohr peuvent-ils être considérés comme canoniques dans un contexte "grand public" alors que les modèles des gaz de Van der Waals ou des fluides newtoniens ne le seront que du point de vue de la communauté physicienne.

Il convient donc de noter que la reconnaissance comme tel d'un modèle canonique n'implique pas nécessairement une compréhension réelle. Lorsque sa notoriété dépasse la communauté scientifique, la trace culturelle d'un modèle canonique peut se limiter à l'une ou l'autre de ses caractéristiques. Ainsi, « tout le monde connaît » l'allure du modèle planétaire de l'atome (trace graphique) et « sait bien » que, selon Copernic, « la Terre tourne autour du Soleil » (trace culturelle réduite à une idée, voire à une formule).

Figure 2.4.3.3. : Modèle héliocentrique de Copernic (1511, à gauche) et modèle planétaire de l'atome de de Bohr (1913, à droite)[194]

Les modèles canoniques restent néanmoins des outils conceptuels de faible généralité par comparaison aux concepts ou aux principes.

Modèles canoniques et enseignement

Un des enjeux majeurs de l'enseignement des sciences à l'école primaire est de rendre les élèves capables de communiquer à propos de science. Il va de soi que cette compétence doit s'appliquer à l'école elle-même, et qu'un élément essentiel en est la capacité à communiquer efficacement avec ses enseignants, condition nécessaire de l'apprentissage scolaire. La connaissance des modèles faisant partie de la culture scolaire réputée acquise à un niveau donné, la capacité à les reconnaître et à les mobiliser à la simple mention de leur nom par l'enseignant, peuvent déterminer en partie l'efficacité d'un cours de sciences en pédagogie frontale, dans la mesure où, d'une part, elles peuvent permettre à l'enseignant des "raccourcis" et des gains de temps significatifs avec une "bonne classe" (de ce point de vue du moins) ; mais inversement, d'autre part, où leur défaut peut alors être un facteur de décrochage pour certains élèves.

194. Images extraites des sites suivants :
http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbig/decouv/ximg/chrono/systemSol/syssolaire/2.htm
http://www.imcce.fr/promenade/pages3/327.html (consulté août 2014)

Mais cette compétence communicationnelle doit aussi valoir hors du champ scolaire : dans une société fière de sa "modernité", ne pas savoir que "la Terre tourne autour du Soleil" peut exposer au même ridicule que de croire au Père Noël. Cette intégration à la subjectivité collective des individus normalement cultivés en matière scientifique passe également, en particulier, par une familiarité minimale avec certains modèles canoniques, comme le modèle héliocentrique du système solaire.

Ce sont les programmes scolaires qui déterminent les modèles qui doivent être acquis par l'ensemble des élèves.

2.4.4. Théories et lois physiques

2.4.4.1. Théories

Définition 2.4.4.1.

Une théorie est un ensemble cohérent d'outils conceptuels permettant de naviguer entre des considérations générales et des situations particulières.

"*Général*" s'entend ici au sens le plus large : certaines théories prennent en compte les considérations les plus générales sur le monde physique (comme ses symétries fondamentales, pour la théorie des cordes), quand d'autres, plus spécialisées, se contentent de "généralités" de plus bas niveau, valides uniquement dans un domaine restreint.

Une navigation du particulier au général permet d'*expliquer* un cas particulier, d'en faciliter la compréhension à la lumière des considérations générales auxquelles on l'associe. [195]

Certaines théories sont appropriées par la culture savante scientifique ; on parle alors de théories canoniques.

Les théories canoniques sont cependant pour la plupart des ensembles relativement sophistiqués. Le simple fait qu'une théorie soit associée à un nom illustre, comme l'optique *euclidienne* ou la théorie de l'électromagnétisme *de Maxwell*, est déjà un indice fort que ce sont des théories complètes qui ont résisté aux outrages du temps et à un bon nombre de tests. Une théorie peut toutefois continuer à habiter le monde 3 longtemps après qu'elle a été dépassée,[196] voire réfutée, comme la théorie génétique de Lyssenko.

L'histoire des sciences montre que l'accession d'une nouvelle théorie au statut d'objet culturel intègre souvent un nouveau formalisme qui lui est adapté. Selon la définition précédente, la théorie inclut alors aussi bien les nouvelles idées physiques générales sur le monde, ou sur les phénomènes considérés,

195. À partir d'un certain niveau de généralité du moins ; ainsi, les lois (théories de basse généralité) n'ont-elles pas nécessairement de pouvoir explicatif.

196. Ainsi de la géométrie euclidienne, dont certains axiomes anciennement non testables deviennent dans ce cadre des théorèmes démontrés de la géométrie non euclidienne. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non* (1940), P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 2008. De même, l'optique géométrique est dépassée par la théorie électromagnétique, la propagation sous forme de rayons étant la limite de l'optique physique aux très petites longueurs d'onde (on parle ainsi légitimement de *rayons* X ou gamma).

que le formalisme associé qui permet de les appliquer efficacement à des cas particuliers.[197]

Un corollaire est qu'on ne sait jamais quels nouveaux outils conceptuels accompagneront l'intégration d'une nouvelle théorie dans le monde 3, et qu'il serait vain de limiter *a priori* l'emploi du terme aux théories faisant usage de certains formalismes déjà (re)connus.

Inversement, le terme de théorie physique peut s'employer en présence d'un ensemble très restreint d'outils de navigation entre le particulier et le général. Une explication élémentaire d'élève de maternelle pour interpréter un phénomène peut donc être considéré comme une théorie très élémentaire. Il va de soi qu'elle est très éloignée des théories canoniques. Des élèves de niveau primaire ne manipulent donc *a priori* pas de théories canoniques.

Remarque : Des modèles très différents peuvent être dérivés d'une même théorie. Ainsi la théorie d'Aristote selon laquelle les objets cosmiques ont un mouvement naturel et les objets périssables un lieu naturel permet de construire aussi bien le modèle géocentrique (Ptolémée) que le modèle héliocentrique (Aristarque de Samos, Copernic).

2.4.4.2. Lois

À la limite (dans cette définition du moins), la simple identification de comportements communs à une classe de phénomènes observés constitue une théorie élémentaire, dans la mesure où l'on procède à une navigation entre ce (bas) niveau de généralité et les cas particuliers considérés — c'est-à-dire, concrètement, où l'on affirme la généralité de ce comportement déduit de l'observation (*particulier -> général*) et où l'on s'en sert pour prédire de nouveaux comportements identiques (*général -> particulier*).

Pour ce type de théorie de faible généralité, on préfèrera toutefois parler de *loi :*

Définition 2.4.4.2.

Une loi est une théorie consistant seulement en l'énoncé d'une proposition de généralité limitée.

Une théorie de basse généralité est le plus souvent purement descriptive. Certains auteurs distinguent les théories des lois selon l'établissement ou non de liens de causalité, la présence ou non d'explications. Ils réservent alors le terme de théorie à celles disposant d'un pouvoir explicatif et utilisent le terme de *loi* pour des théories purement descriptives.[198]

---

197. Il va de soi que ces deux composantes apparaissent rarement simultanément, et qu'elles sont presque toujours le fruit d'un long cheminement. Ainsi, ce qu'il est aujourd'hui convenu d'appeler la "théorie électromagnétique de Maxwell", telle qu'elle est employée et enseignée (i.e. : Monde 3), est indissociable du concept de champ. Or celui-ci n'avait pas encore été développé lors de sa conception (Monde 2) par James Clerk Maxwell (1864), dont les premières tentatives de représentation reposaient sur des analogies mécaniques et hydrauliques. Nous ne discuterons ici ni le statut épistémologique des théories émergentes, ni les mécanismes cognitifs à l'œuvre dans leur élaboration, alors qu'elles appartiennent encore au monde 2.

198. « *In general, laws are descriptive statements of relationships among observable phenomena. Boyle's law, which relates the pressure of a gas to its volume at a constant temperature, is a case in point. Theories, by contrast, are inferred explanations for observable phenomena or regularities in those phenomena. For example, the kinetic molecular theory serves to explain Boyle's law. Theories and laws are different kinds of knowledge and one does not become the other.* » N.G. Lederman, F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell & R. Schwartz,« Views

> Ainsi, la loi d'Ohm [$U = RI$] décrit une relation entre tension, intensité et résistance sans fournir d'explication à cette relation.[199]

Comme pour les théories, certaines lois, souvent associées à des noms illustres (e.g. la *loi d'Ohm*), accèdent au rang d'objets culturels canoniques. Dans ce cadre, le terme de loi reste parfois employé dans un sens plus large,[200] hérité en particulier de Newton[201] ; ainsi, en dépit de sa très grande généralité, le principe fondamental de la dynamique est-il souvent présenté comme la "seconde loi de Newton".

2.4.5. Principes et paradigmes scientifiques

2.4.5.1. Principes et concepts fondamentaux

Les principes et les concepts fondamentaux sont les objets épistémologiques du plus haut niveau de généralité.

Concepts scientifiques

La notion de concept, telle que l'entendent les philosophes, est extrêmement vaste et complexe, dans la mesure où l'on peut définir, avec Kant, l'entendement humain comme la « faculté des concepts », par opposition à la sensibilité.[202]

Aussi général soit-il, pour devenir un objet culturel et passer dans le monde 3 scientifique, un concept doit donc non seulement être raisonnablement mature et opératoire, mais également transmissible d'un sujet à l'autre. Pour cela, explique Bachelard, les concepts scientifiques doivent d'abord rompre avec le sujet et ses représentations d'un objet immédiat et « *s'isoler dans leur signification* »[203].

Pour autant, « *dans une culture scientifique, les concepts gardent trace de leur historicité* »[204]. Une difficulté supplémentaire est en effet que la signification d'un concept évolue avec le temps. Par surcroît, la signification d'un même

---

of nature of science questionnaire : Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, vol. 39 (6), pp. 497–521.

199. La loi d'Ohm est de généralité limitée dans la mesure où son usage est limité à des circuits idéaux, purement résistifs.

200. Notons toutefois que les lois canoniques présentent, par construction, une certaine universalité. La définition 2.4.4.2., conçue pour la science scolaire, devrait probablement être précisée en ce qui concerne la "limite" de généralité acceptable pour une loi si on voulait l'appliquer à la science professionnelle.

201. I. Newton *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, 1687. Accessible en ligne : http://classiques.uqac.ca/classiques/newton_isaac/principes_math_philo_naturelle/principes_philo_naturelle_t1.html (consulté août 2014).

202. E. Kant, *Critique de la raison pure*, 1781. Kant oppose l'entendement, faculté des concepts, à la sensibilité, faculté des représentations directe des objets qui nous entourent. Il distingue également les concepts, généraux mais non absolus, des idées transcendantales, valables sans restriction.

203. G. Bachelard, *La Terre et les rêveries du repos*, 1948, éd. José Corti, p. 2.

204. G. Bachelard, *Le Matérialisme rationnel*, 1953, PUF, p. 126.

concept peut s'avérer très différente d'une théorie à l'autre, voire entre deux interprétations concurrentes d'une même théorie.[205]

On distinguera les *concepts fondamentaux*, irréductibles, comme la couleur, la vitesse ou l'accélération, des *concepts dérivés*, construits à partir des précédents dans un cadre théorique donné,[206] comme la longueur d'onde. Dans un souci de simplicité, on réservera ici le terme de concept aux concepts fondamentaux, et on parlera plutôt de *notion* pour les concepts dérivés.[207]

En admettant que le caractère opératoire d'un concept scientifique se mesure au pouvoir explicatif des raisonnements qui les mettent en œuvre, on définira donc ici un concept comme :

Définition 2.4.5.1.a.

Un concept scientifique est une idée purement abstraite et de grande généralité, susceptible d'intervenir dans l'interprétation de nombreux phénomènes physiques.

L'histoire des idées scientifiques peut alors être envisagée comme une généalogie des concepts scientifiques, l'apparition d'un nouveau concept ou une mutation radicale de sa signification constituant une "rupture épistémologique".

> Ainsi, les concepts de force, de mouvement et de vitesse apparaissent-ils dès les origines antiques de la mécanique. Mais là où Aristote définit le mouvement comme « *l'acte d'un être en puissance, en tant qu'il est en puissance* »,[208] ce qui peut inclure aussi bien le mouvement d'un objet au sens moderne que le fait de vieillir ou de tomber amoureux, Descartes et Galilée réservent le terme au *transport* d'un objet dans l'espace. Si la formalisation du concept de vitesse comme rapport d'une distance à un temps de parcours est progressive, celui d'accélération n'apparaîtra qu'avec Newton, et Galilée doit encore s'en passer pour son étude de la chute des corps.

L'existence d'un concept ne dit donc rien de la façon dont il intervient dans un discours sur le monde, ni sur la façon dont différents concepts peuvent être articulés entre eux. Ainsi, les concepts de monde et d'infini peuvent-ils être articulés pour affirmer que le monde est infini, ou tout au contraire qu'il est fini.

Principes scientifiques

Lorsqu'ils sont posés *a priori*, de tels énoncés constituent des *principes physiques*.

Définition 2.4.5.1.b.

Un *principe* articule des *concepts*. Il est *admis* sans démontration.

205. Un exemple frappant est le concept de *fonction d'onde*, que l'école de Copenhague interprète comme une densité de probabilité de présence et la Mécanique ondulatoire de Louis de Broglie comme une "onde pilote" physique.

206. Un même concept peut donc apparaître comme fondamental dans un paradigme donné, et dérivé dans un autre.

207. On rejoint ici l'usage des didacticiens plutôt que celui des philosophes, pour lesquels une "notion" est plutôt un concept abstrait, comme la Liberté.

208 . Aristote, *Physique*, III, 1, 201b. Descartes ne cite cette définition que pour la juger « incompréhensible ».

Le concept d'infini, d'univers ou celui de contingence rendent possible un certain regard sur le monde. Leur articulation permet de construire différents principes tous aussi indémontrables les uns que les autres : l'univers est fini ou l'univers est infini, l'univers est contingent ou l'univers est déterministe.

Certains principes peuvent s'exprimer sous forme analytique. Ainsi, après avoir précisé le concept de *force,* Newton l'articule-t-il avec ceux de masse et d'accélération en posant le *Principe fondamental de la dynamique* :

$$\sum \vec{\mathrm{F}}_i = m\vec{a}$$

Lorsqu'une proposition articulant des concepts dérive d'une démonstration, il ne s'agit pas d'un principe, mais d'un *résultat* de la théorie ayant permis cette démonstration.

Remarque : Plutôt que de principes, les mathématiciens parlent souvent d'*axiomes,* un résultat démontré étant un *théorème*.

2.4.5.2. Paradigmes scientifiques

Même si leur construction historique apparaît souvent désordonnée, ces différents éléments épistémologiques constituent des arsenaux conceptuels qu'il est possible d'organiser *a posteriori* en fonction de leur généralité.

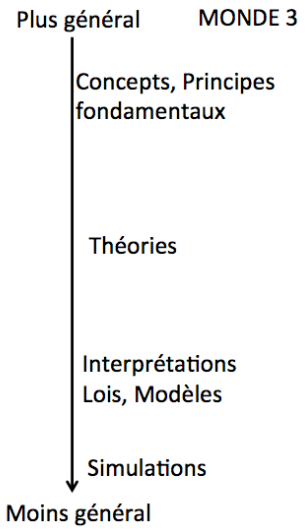


Figure 2.4.5.2.a. : Organisation des objets conceptuels canoniques en fonction de leur généralité

Cette présentation d'un arsenal conceptuel partant du plus général (concepts, principes) pour étayer une théorie des interprétations de laquelle on dérive à son tour des modèles s'inspire en particulier des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, d'Isaac Newton (1687), *"ouvrage paradigmatique"*[209] s'il en est de la physique moderne.

Dans le lexique de Thomas Kuhn, un tel ensemble cohérent faisant consensus dans une communauté scientifique donnée constitue sa *matrice disciplinaire.* On

209. Au sens que Thomas Kuhn donne à ce terme dans *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962), éditions Champs Flammarion, Paris, 1983.

parle aujourd'hui plutôt à cet égard de *paradigme*. Un paradigme est donc un ensemble cohérent d'objets culturels (*i.e.* : monde 3 scientifique[210]).

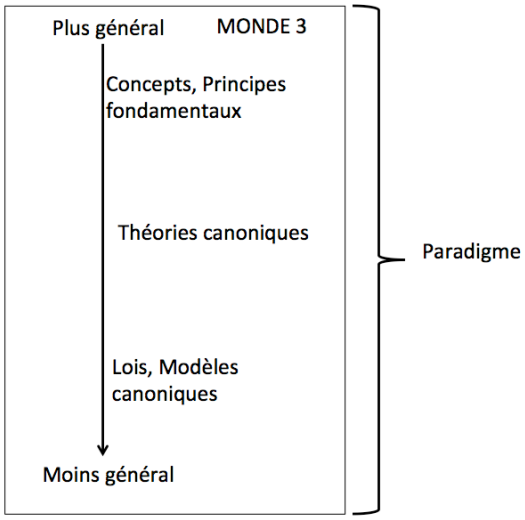


Figure 2.4.5.2.b. : Représentation imagée d'un paradigme

Science normale et science scolaire

Un paradigme actif est l'objet d'ajustements et de raffinements permanents, à mesure des progrès de la recherche. Pour autant, la remise en cause profonde de certains de ses éléments les plus généraux, principes ou concepts, constitue une *rupture épistémologique* (dans le lexique de Bachelard), voire une *révolution scientifique* (dans celui de Kuhn).

Kuhn oppose à ces révolutions les *phases normales* durant lesquelles la science approfondit et enrichit progressivement un paradigme existant.

La science scolaire se cantonne *a priori* à l'acquisition par les élèves de la science normale et n'est pas concernée par les marges et les débats de spécialistes, dont les enjeux sont trop sophistiqués pour être accessibles à des élèves de primaire (voire du secondaire[211]).

Pour autant, certaines révolutions scientifiques sont au programme de l'école primaire. Il est par exemple demandé aux élèves de CM1 de connaître la contribution de Copernic et de Galilée à l'évolution des idées en astronomie ce qui est une référence directe aux révolutions copernicienne et galiléenne, amplement analysées par les épistémologues et historiens des sciences.[212] Mais il ne s'agit que de faire travailler les élèves sur l'aspect historique de révolutions déjà anciennes et « digérées » par la société et la culture commune ("tout le monde sait que la Terre tourne autour du Soleil" !).

210. Notons que le paradigme est un élément social, évolutif, qui inclut aussi bien des objets culturels durables (les concepts, les théories, les modèles historiques fameux) que des objets plus éphémères, comme les exemples-types, les exercices-types favorisés à une période particulière pour aider à leur appropriation.

211. Même si les programmes du lycée abordent sinon les débats scientifiques, du moins certaines questions "socialement vives" liées aux mutations technoscientifiques.

212. Voir par exemple : Thomas S. Kuhn, *La Révolution copernicienne* (*The Copernican Revolution*, 1957) ; éd. Fayard, Paris, 1973.

2.4.6. Stratégies de validation et de remise en cause d'une représentation physique

La validation d'un modèle ou d'une théorie passe par leur confrontation régulière à la réalité physique. Celle-ci reste nécessaire même après qu'ils ont été dûment validés, dans la mesure où, dans les termes de Victor Horst, « *un modèle risque de se dégrader en objet dogmatique sans la simulation qui permet de le rectifier et de le reconstruire* »[213].

Cette confrontation ne peut se faire que sur des cas particuliers, le monde physique ne connaissant que des réalisations particulières. En pratique, ce sont donc des simulations (monde 2) issues de ces modèles et théories qui sont confrontées à des réalisations particulières.

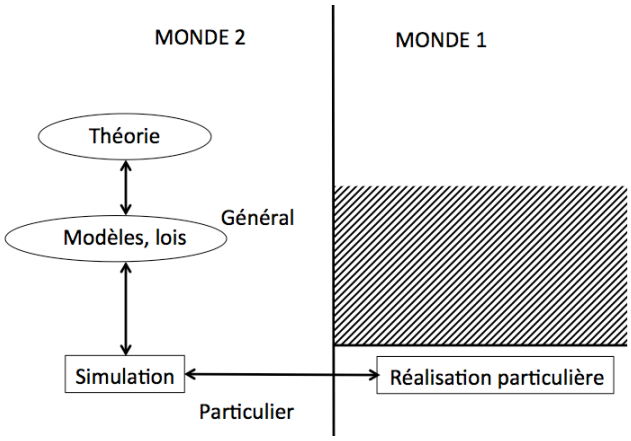


Figure 2.4.6.a. : Confrontation d'une simulation (monde 2) et d'une réalisation particulière (monde 1)

Lorsque la simulation s'avère en adéquation avec le monde physique, tout va bien. Dans la situation où la simulation est isue d'un modèle, cette adéquation peut conforter la validité du modèle et la confiance qu'on lui accorde.

Dans le cas où après confrontation d'une simulation au monde physique on constate une inadéquation, la solution pour obtenir une adéquation entre les deux consiste à modifier cette simulation, le monde physique étant comme il est.

En physique, la plupart des simulations que l'on confronte au monde physique sont le résultat de la levée de généralité d'un modèle ou d'une loi. Une première façon de modifier la simulation consiste, à modèle constant, à optimiser le modèle en ajustant les paramètres, une erreur ayant pu se produire à ce niveau.

> Lors de mesures réalisées avec une résistance de valeur R, un expérimentateur prévoit que la représentation de la tension en fonction de l'intensité va être une droite de pente R. Il obtient une droite de pente R' et optimise son modèle en modifiant la valeur de la résistance mesurée.

En cas d'échec de cette procédure, on peut envisager une modification du modèle. Cette modification peut passer par l'intégration de nouveaux paramètres pertinents ou par la conception d'un nouveau modèle, le plus souvent en s'appuyant sur les niveaux de généralité plus élevés (e.g. une même théorie).

> Lors d'un travail sur les équilibres, des élèves formulent la loi $m_1d_1 = m_2d_2$ et dans un premier temps négligent le poids de la barre sur laquelle sont posés les poids à l'équilibre (cf. fig. 2.5.1. pour un schéma du montage). Pour continuer

213. V. Host, « Systèmes et modèles : quelques repères bibliographiques », op. cit., p. 204.

d'appliquer cette loi avec un pivot qui n'est pas posé au centre de la barre, ils sont conduits à intégrer à leur modèle les poids des morceaux de la barre de part et d'autre du pivot et les distances de leurs centres de masse au pivot.

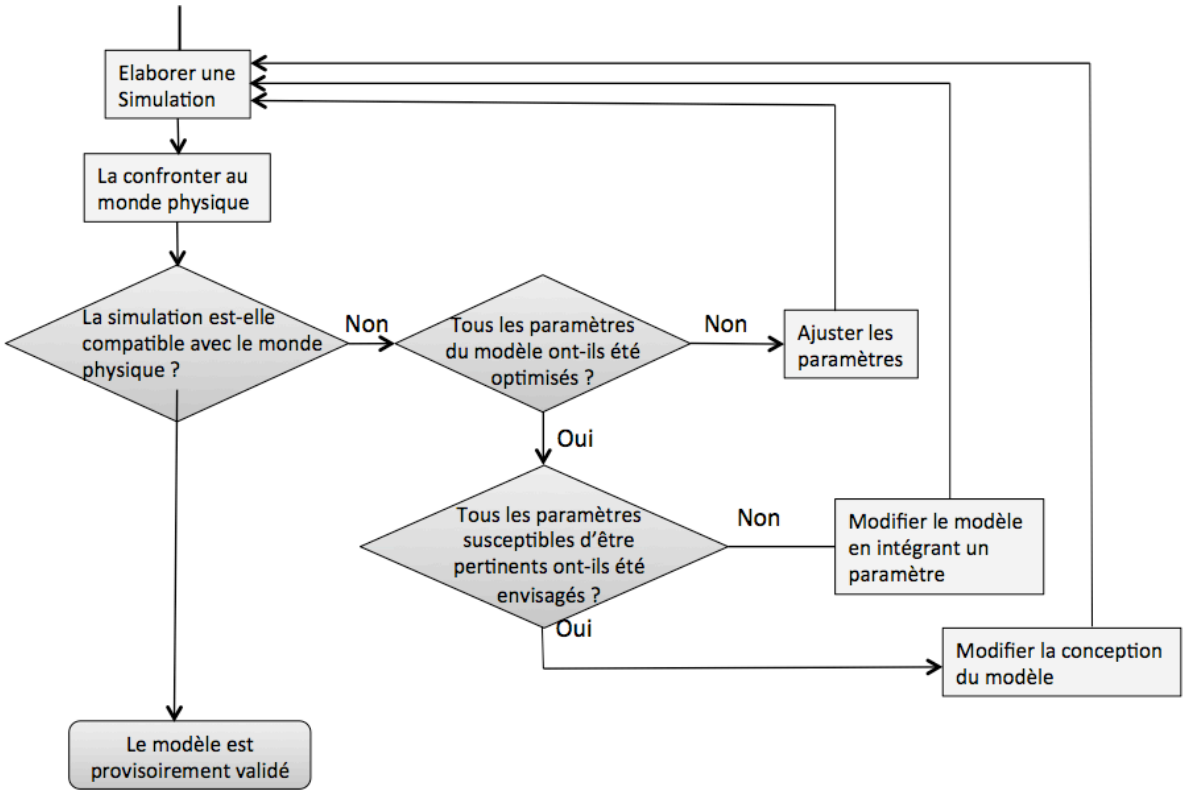


Figure 2.4.6.b. : Organigramme de validation d'un modèle

À l'école primaire, on ne dépassera *a priori* jamais ce stade. Pour le chercheur, il arrive toutefois que la révision des modèles qu'il emploie s'avère insuffisante pour résoudre le conflit, il faut remettre en cause un élément de plus grande généralité. C'est alors sur les théories que l'on opère des modifications. Le premier test de la nouvelle théorie est la création de nouveaux modèles et simulations et leur confrontation aux phénomènes qui ont provoqué les remaniements.

Si malgré tout, les efforts de remaniement des théories s'avèrent vains, ce sont les principes qui sont remis en cause. La remise en cause d'un principe est lourde et c'est la plupart du temps la solution de dernier recours, quand on a d'abord tenté de modifier des objets de plus basse généralité et que l'on a échoué à résoudre la contradiction. [214]

214. Poincaré propose ainsi, en dernier recours, pour sortir de la crise provoquée par les découvertes du début du XXe siècle, de modifier les principes de la mécanique classique et d'introduire un nouveau principe posant la vitesse de la lumière comme une vitesse infranchissable : « *Peut-être aussi devrons-nous construire toute une mécanique nouvelle que nous ne faisons qu'entrevoir, où l'inertie croissant avec la vitesse, la vitesse de la lumière deviendrait une limite infranchissable. La mécanique vulgaire, plus simple, resterait une première approximation puisqu'elle serait vraie pour les vitesses qui ne seraient pas très grandes, de sorte que'on retrouverait encore l'ancienne dynamique sous la nouvelle. Nous n'aurions pas à regretter d'avoir cru aux principes, et même, comme les vitesses trop grandes pour les anciennes formules ne seraient jamais qu'exceptionnelles, le plus sûr dans la pratique serait encore de faire comme si on continuait à y croire.* » Henri Poincaré. « L'Avenir de la physique » in *La Valeur de la Science* (1905), éd. Champs Flammarion, 1970, p. 147.

2.4.7. Enjeux didactiques à l'école primaire

L'extrême diversité des techniques scientifiques de représentation du monde physique et celle des contraintes disciplinaires[215] constituent une difficulté majeure pour la didactique des sciences.[216]

L 'école primaire fait heureusement, dans une très large mesure, l'économie des théories[217] et des modèles très généraux, les programmes se concentrant sur quelques lois et modèles relativement simples. Elle s'adresse en revanche à de jeunes élèves qui *a priori* ne savent pas ce qu'est un modèle et ont tout à apprendre de la navigation entre le monde physique et ses représentations, entre le général et le particulier. C'est donc l'une des missions de l'école primaire que d'initier les élèves à la modélisation[218].

Or le rapport aux modèles ne va pas de soi. Jean-Louis Martinand[219] et Andrée Tiberghien[220] en France, Angel Ingham et John Gilbert[221] au Royaume-Uni ont été parmi les premiers à insister sur l'attention particulière requise par ces difficultés. Aujourd'hui un consensus semble établi sur l'idée que modéliser cela s'apprend.

La question de l'âge à partir duquel il est possible de travailler efficacement sur la modélisation reste en revanche largement ouverte. S'il semble acquis que des élèves de collège sont capables d'apprendre à modéliser,[222] certains auteurs comme R. Duschl considèrent qu'à 8 ans un élève n'est pas encore en mesure d'y parvenir complètement, [223] quand d'autres comme Catherine Ledrapier l'envisagent pour des élèves de 3 ans[224].

Quel que soit l'âge des élèves considérés et la sophistification des modèles manipulés, des précautions s'imposent si l'on souhaite éviter d'être contreproductif. Ainsi, Jean-Louis Martinand considère que la compréhension de la modélisation passe par la prise de conscience qu'un modèle est hypothétique, modifiable, de pertinence limitée et une représentation de la réalité plutôt que la

---

215. Voir par exemple pour la biologie J. Svoboda & C. Passmore, « The Strategies of Modeling in Biology Education », *Science & Education*, 2013, vol. 22 (1), pp. 119–142.

216. Host présentait déjà en 1989 un panorama de la question. V. Host, « Systèmes et modèles : quelques repères bibliographiques », *Aster* n°8, pp. 187–209.

217. L'apprentissage de la théorisation étant déjà parfois considéré au niveau du lycée comme trop difficile d'accès aux élèves. Propos d'Andrée Tiberghien, didacticienne de la physique spécialiste de l'enseignement au niveau du lycée, recueillis lors de la conférence « Conceptions de ressources et recherche », *Journées scientifiques DIES*, INRP, 24-25 novembre 2010.

218. Les programmes 2012 incluent en particulier la modélisation du mouvement apparent du Soleil (CM1) et des phases de la Lune (CM2) ainsi que des mouvements de flexion/extension du corps humain (CE2).

219. Jean-Louis Martinand, « Introduction à la modélisation », op. cit., p. 1.

220. Andrée Tiberghein, « Modeling as a Basis for Analyzing Teaching-Learning Situations.», *Learning and Instruction*, 1994, vol. 10 (4), pp. 71–87.

221. A. Ingham & J. K. Gilbert, « The Use of Analog Models by Students of Chemistry at Higher Education Level », *International Journal of Science Education*, 1991, vol. 13 (2), pp. 193–202.

222. W. J. Pluta, C. A. Clark & R. G. Duncan, « Learners' Epistemic Criteria for Good Scientific Models », *Journal of research in Science Teaching*, 2011, vol. 48 (5), pp. 486–511.

223. National Research Council. (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber et Andrew W. Shouse, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, U.S.A., 2007. p. 76.

224. Catherine Ledrapier. « Le Rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle ; cas de l'approche des phénomènes physiques ». Thèse d'état, Ecole normale supérieure de Cachan, 2007, p. 308.

réalité elle-même.[225] Une initiation à la modélisation à l'école primaire qui conduirait des élèves à considérer qu'un modèle est figé une fois pour toute, unique, universel, ou qu'il représente le monde dans sa totalité tomberait dans des écueils identifiés par les didacticiens.

Au delà de l'aspect purement scientifique, ce travail sur la modélisation dépasse largement la formation des physiciens et constitue un enjeu de formation du citoyen. De nombreuses compétences mises en œuvre dans la modélisation scientifique font en effet partie de compétences quotidiennes et citoyennes.

> Toutes sortes de situations de la vie courante, de l'évaluation des besoins en chauffage d'une habitation au choix d'un type de crédit nécessitent en effet d'identifier les paramètres pertinents à prendre en compte, à naviguer entre un modèle général (typiquement un jeu d'équations) et la situation particulière simulée, à faire varier des paramètres pour évaluer le choix le plus pertinent.

Plus généralement, « *reconnaître les divergences entre modèles, admettre qu'il n'y ait pas pour un système complexe un seul modèle, meilleur que tous les autres quel que soit le problème à résoudre, être conscient des incertitudes ou des effets de séduction éventuellement pervers des modèles fait désormais partie des exigences du débat critique vis-à-vis des sciences et de leurs usages sociaux.* »[226]

2.2.5. Observation et experience

Les termes d'expérience et d'observation sont ici envisagés dans une acception "savante", qui s'éloigne notablement de leur sens courant.[227]

L'ambition de cette section n'est en aucun cas de présenter un état des lieux général des réflexions sur le statut des observations ou des expériences en physique, que ce soit du point de vue philosophique[228] ou didactique[229]. On se contentera de les resituer, comme précédemment, dans une acception pragmatique restreinte et dans le cadre de la théorie des trois mondes.

2.5.1. Expérience

2.5.1.1. Définition

Définition 2.5.1.1.

Une *expérience* est une interaction entre un sujet et le monde physique explicitement informée par une représentation et documentée.

Il s'agit donc d'un processus composite, caractérisé par l'existence d'au moins un *aller-retour* entre le monde 1 et le monde 2, une représentation ayant pour

225. Jean-Louis Martinand, « Introduction à la modélisation », op. cit., p. 1.

226. Michel Armatte et Amy Dahan Dalmedico, « Modèles et modélisations, 1950-2000 : Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux », *op. cit.*, p. 284

227. Le dictionnaire de Littré donne aussi pour premier sens d'expérience « *acte d'éprouver ou d'avoir éprouvé* » et comme second sens « *connaissance des choses acquises par un long usage* ».

228. Voir par exemple Anouk Barberousse. *L'Expérience*, éditions Flammarion, Paris, 1999.

229. Voir par exemple Guy Robardet & Jean-Claude Guillaud. *Éléments de didactique des sciences physiques*, éditions PUF, Paris, 1997.

origine un phénomène physique. Le fait qu'une expérience soit informée par une représentation nécessite par ailleurs *une extension temporelle* du processus expérimental (par opposition, par exemple, à une simple perception instantatée).

Le point de départ d'une expérience peut aussi bien être une représentation préexistante :

monde 2 -> monde 1 -> monde 2 :

partant d'une représentation initiale, le sujet interagit avec le monde physique pour se forger une nouvelle représentation mieux adaptée

que le monde physique :

monde 1 -> monde 2 -> monde 1 :

partant d'un phénomène physique, le sujet s'en forme une représentation, qu'il confronte au monde physique.

Un produit nécessaire d'une expérience scientifique en est la documentation, c'est à dire un *compte-rendu* ou *a minima* une *mémoire* de l'expérience. La notion de compte-rendu suggérant un échange entre plusieurs sujets, on parlera plutôt de *mémoire* tant qu'on reste[230] dans le monde 2 d'un observateur[231]. On parlera de *faits d'expérience* pour les éléments établis par l'expérience et dont le sujet a réalisé une représentation factuelle. On retrouve typiquement les faits d'expérience dans la section "résultats" d'un compte-rendu.

Un fait d'expérience n'est donc pas le phénomène physique lui-même, mais sa description par un sujet. C'est une *représentation* d'une partie de l'expérience concernée. Il appartient en premier lieu au monde 2 du sujet expérimentateur, avant, le cas échéant, pour les faits d'expérience les plus importants et les mieux établis,[232] d'être admis dans le monde 3. Sa communication à d'autres sujets peut passer par l'emploi de mots, de symboles, d'images, etc.

Le statut d'une expérience n'est conditionné ni par sa durée (de quelques secondes à la décennie, comme pour l'expérience qui a récemment caractérisé le boson de Higgs au CERN), ni par son envergure (de l'expérience individuelle à celle impliquant des centaines de chercheurs), ni par son niveau ou sa complexité. Jean Piaget identifie ainsi la réalisation d'authentiques expériences par son fils Laurent âgé de 11 mois seulement :

> « Laurent est couché sur le dos mais reprend néanmoins ses expériences de la veille. Il saisit successivement un cygne en celluloïde,une boîte, etc. , tend le bras et les laisse tomber. Or il varie nettement les positions de chute : tantôt il dresse le bras verticalement, tantôt il le tient obliquement, en avant ou en arrière par rapport à ses yeux, etc. Lorsque l'objet tombe en une position nouvelle (par exemple sur son oreiller), il recommence deux ou trois fois à le laisser tomber au même endroit, comme pour étudier la relation spatiale. /.../ Dès son douzième mois, Laurent a multiplié ce genre d'expériences avec tout ce qui lui tombait sous la main : mon carnet, des plots, des rubans, etc. Il s'amuse, soit à les faire glisser

230. Cette situation est toutefois provisoire : une expérience purement personnelle et dont les résultats n'aurait aucune vocation à être communiqués, sous quelque forme que ce soit, ne saurait être scientifique (cf. § 5.3.1.2.).

231. On entend ici observateur au sens classique du terme. La théorie quantique de la mesure pose des difficultés supplémentaires que nous n'envisagerons pas ici. On évitera en particulier, autant que possible, le terme d'*observable*.

232. Comme la séparation d'un spectre lumineux par un prisme caractérisée par Newton.

> ou tomber, soit à les lâcher dans différentes positions et à différentes hauteurs pour étudier leur trajectoire. » [233]

Un même phénomène, observé par deux sujets différents, qui possèdent leur encyclopédie personnelle et une vision du monde qui leur est propre, peut donc donner lieu à l'élaboration de faits d'expérience profondément différents.

> Ainsi T. Kuhn développe l'exemple d'un Grec de l'antiquité qui regarde une pierre se balancer au bout d'une ficelle et y reconnaît le fait d'expérience d'un retour d'un grave à son lieu naturel contrarié par la ficelle, quand Galilée y découvre le fait d'expérience d'un nouveau mouvement naturel, celui d'un "pendule".[234]

Le paradigme dans lequel évolue un sujet influe sur sa façon de voir un phénomène. Cet effet de contexte est parfois si fort qu'un observateur partant d'un autre point de vue (ou *a fortiori* l'historien revenant sur des expériences anciennes avec le bénéfice d'un paradigme ultérieur) peut parfois y reconnaître une forme « d'hallucination cognitive » [235].

> Ainsi, les faits d'expérience établis par Newton ont pendant longtemps dominé la culture des physiciens. Parmi ceux-ci, la continuité du spectre solaire (1671) que de nombreux physiciens ont continué à voir comme tel jusqu'à ce que Fraunhofer, physicien lui-aussi renommé, affirme qu'il voyait des raies dans le spectre solaire (1814). À partir de là, d'autres physiciens se sont mis eux-aussi à voir ces raies qu'ils ne voyaient pas auparavant dans leurs appareils.

2.5.1.2. Typologie

On distinguera par la suite les expériences « sauvages », pour lequelles les représentations du sujet sont encore rudimentaires des expériences « contrôlées », associées à des modèles ou à des théories.

Expérience contrôlée

Une expérience contrôlée est une expérience informée par un modèle explicite et dont le sujet expérimentateur contrôle les paramètres qu'il estime pertinent. C'est dans toute la mesure du possible le type d'expérience que l'on mène dans les laboratoires de recherche et c'est l'idéal de celles que l'on mène à l'école.

Expérience « sauvage »

Une expérience sauvage est une expérience réalisée par un sujet ne disposant pas encore d'un modèle opératoire d'un phénomène, qui expérimente « pour voir ce qui va se passer ».

Expérience « cruciale »

Inversement, une *expérience cruciale* est (dans le lexique de Bacon[236]) une expérience contrôlée capable de déterminer sans ambiguïté lequel de plusieurs

---

233. Jean Piaget. *La Naissance de l'intelligence chez l'enfant*, éd. Delachaux et Nestlé, Suisse, 1936, pp. 236-237.

234. Thomas Kuhn. *La Structure des révolutions scientifiques*, op. cit., pp. 167–168.

235. Selon l'expression de Bertrand Saint-Sernin. *La Raison au XXe siècle*, Seuil, 1995.

236. Francis Bacon, *Novum organum*, 1620.

hypothèses, modèles, théories, voire principes contradictoires peut être considéré comme valide, en disqualifiant tous les autres.

Expérience « pédagogique »

Enfin, on qualifiera d'*expérience pédagogique* une expérience dont le résultat est déjà connu de celui qui la propose, et dont la vocation est soit d'illustrer ce résultat connu, soit d'aider d'autres sujets à dépasser un obstacle épistémologique. Dans le second cas, on fait souvent appel à des expériences contre-intuitives[237].

Courantes à l'école, les expériences pédagogiques se rencontrent également dans d'autres contextes.

> Ainsi, le prix Nobel de physique Luis Walter Alvarez n'hésite-t-il pas à tirer sur une citrouille pour démontrer la possibilité anti-intuitive d'un « recul vers l'avant » et disqualifier un argument-clef de plusieurs théories du complot à propos de l'assassinat du Président John Fitzgerald Kennedy.[238]

Expériences de pensée

Une *expérience de pensée* est une fiction[239] décrivant une expérience idéale qu'on se trouve dans l'impossibilité de réaliser en pratique, du fait des contraintes souvent extrêmes qu'elle suppose (e.g. : amener un observateur à une vitesse proche de celle de la lumière) et en imaginant les résultats, conformément à un modèle scientifique dont on souhaite éprouver les limites.

Une expérience de pensée peut ainsi mettre en évidence une contradiction interne dans un modèle ou une théorie, et donc permettre d'en cerner les limites ; mais également, parfois, de contraindre un modèle ou une théorie qui n'ont pas encore été développés en déployant un dispositif existant au-delà de ses limites connues.[240]

Le terme d'expérience de pensée (*Gedankenexperiment*, en allemand[241]) a été popularisé par Albert Enstein, à propos de la théorie de la Relativité, mais on trouve déjà des raisonnements de ce type à la naissance de la science moderne, chez Giordano Bruno[242] ou Galilée[243].

---

237. Voir par exemple, R.-E. Eastes et F. Pellaud, « Un Outil pour apprendre : l'expérience contre-intuitive », *Bulletin de Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, 2004, vol. 98, n° 866, pp. 1197–1208.

Accessible en ligne : http://www.ldes.unige.ch/rech/rechMuseo/expContreIntui.pdf (consulté août 2014)

238. L.W. Alvarez, « A Physicist Examines the Kennedy Assassination Film », American Journal of Physics, 1974 ; in *Discovering Alvarez,* dir. W.P. Trower, Univ. Chicago Press, 1987, pp. 210–224.

239. En toute rigueur selon la définition 2.6.1.1., ce n'est donc pas une expérience.

240. Ainsi l'expérience de pensée du "boulet de Jules Verne" (également connue sour le nom de "paradoxe des jumeaux de Langevin") permet-elle à Paul Langevin de calculer dès 1910 le battement d'une horloge distante soumise à une forte accélération, anticipant ainsi un résultat majeur de la théorie de la Relativité générale (1916).

241. Notons qu'Ernst Mach emploie le terme dans le sens différent d'une expérience pédagogique idéale, précédant sa réalisation par les étudiants. E. Mach, *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement* (*Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historish-kritisch dargestellt*, 1883) ; Jacques Gabay éd., Paris, 1987.

242. Giordano Bruno imagine par exemple de lâcher une pierre d'un mât d'un bateau se déplaçant à vitesse constante et de constater son point de chute au pied du mât. Giordano Bruno, *Le Banquet des cendres* (*La Cena de la ceneri*, 1584), éd. de l'éclat, coll. Philosophie imaginaire, Paris, trad. Yves Hersant, 2006, pp. 84-86.

2.5.1.3. Expériences scolaires *vs.* expériences de recherche

Les expériences menées dans un cadre scolaire sont le plus souvent des expériences pédagogiques, aux résultats prévisibles au moins pour l'enseignant. Même s'ils jouent le jeu d'une démarche d'investigation, les élèves savent bien qu'ils ne sont pas les premiers à faire les expériences qu'ils mettent en place.

Sauf exception, une règle du jeu implicite est qu'une expérience scolaire soit réalisable dans le temps imparti et avec le matériel disponible, le "bon" matériel pour la mener à bien étant le plus souvent déjà préparé sur la table.

> Une condition pratique de ce contrat éducatif est donc que l'enseignant ait préalablement personnellement testé le matériel et réalisé l'expérience, au risque sinon de se retrouver face à un phénomène imprévu et de passer d'une expérience pédagogique à une expérience ouverte dont il n'identifie plus forcément les éléments pertinents.

Ces deux conditions sont en revanche rarement réalisées au début d'une recherche expérimentale, dont on ne sait jamais quel temps elle prendra, les expérimentateurs professionnels consacrent en pratique un temps considérable à trouver et optimiser les conditions pour "faire marcher" une expérience, et à réunir (ou à concevoir) le matériel nécessaire, sans garantie aucune qu'elle "marchera", ni même qu'ils seront capables d'interpréter correctement son résultat, en l'absence de référence préalable.

2.5.2. Observation

Ainsi définie, une expérience peut se décomposer en processus élémentaires ("aller" et "retour"). On peut également considérer uniquement le processus élémentaire :

monde 1 -> monde 2

qui consiste pour un sujet à créer une représentation (M2) du monde physique (M1) à partir d'une interaction avec celui-ci, qu'on définira comme une observation. On peut noter que si toute expérience implique au moins une observation, toute observation ne participe pas nécessairement d'une expérience.

<u>Définition 2.5.2.1.</u>

Une *observation* est une interaction délibérée entre un sujet (observateur) et le monde physique, dont un produit est un compte-rendu ou une mémoire d'un événement.

Selon les définitions 2.5.1.1. et 2.5.2.1., si une observation ne constitue pas une expérience, une expérience inclut en général une ou plusieurs observations.

Cette définition distingue le processus d'observation du *compte-rendu* d'une observation.

---

243. Galilée imagine le mouvement de mouches dans la cale hermétique d'un navire se déplaçant à vitesse constante pour en déduire qu'un observateur ne peut se rendre compte du déplacement du navire en les observant. Galilée, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, 1632), éd. Seuil, coll. Points Sciences, Paris, trad. René Fréreux et François de Gandt, 1992, pp. 316–317.

Comme pour l'expérience, et à plus forte raison encore, la définition 2.6.2.1. ne conditionne en aucune façon le statut d'une observation à son niveau ou à sa complexité. Même à l'école maternelle, la contrainte de documentation de l'observation peut être satisfaite par un travail de verbalisation des actions ou de réflexion sur l'effet des actions des élèves sur le matériel.

Une observation nécessite une interaction délibérée entre un sujet et le monde physique (e.g. regarder quelque chose et choisir de le prendre en compte). En cela, elle se distingue de la simple perception, qui peut être involontaire, voire inconsciente. L'obligation de documentation, ou au minimum de mémorisation d'une observation la distingue également d'une activité de pure distraction, même lorsque une curiosité consciente en est le moteur.

Il peut donc arriver à l'école primaire, et plus particulièrement à l'école maternelle, que dans le cadre de la "découverte du monde", des élèves interagissent avec le monde physique sans pour autant réaliser d'observations *stricto sensu*. C'est typiquement le cas lorsqu'un enseignant fournit du matériel à de jeunes élèves et les laisse le manipuler librement.

> Il n'est pas rare que dans un premier temps un enseignant de maternelle laisse des jeunes élèves jouer en toute liberté avec un bac de sable ou d'eau sans intervenir. Il s'agit alors souvent de les familiariser avec le matériel et de leur fournir un premier vécu sensoriel. L'observation à proprement parler vient ensuite avec une attention portée à certains phénomènes par l'enseignant ou les élèves eux-mêmes.

Une observation peut passer par la manipulation d'un appareillage plus ou moins complexe.[244] En physique classique du moins, l'observation d'un phénomène ne le perturbe pas si elle est menée avec un soin idéal. C'est toutefois rarement le cas en pratique, en particulier à l'école primaire dont les jeunes élèves, parfois peu adroits de leurs mains, sont par ailleurs susceptibles de modifier involontairement un phénomène en tentant de le mesurer (e.g. perturber un équilibre en posant une règle sur le levier).

2.2.6. Representations de mondes imaginaires

La section 2.2.4. traitait des simulations et des modèles explicitement associés à un référent du monde physique (monde 1). Les définir comme autant de fictions permettait de souligner la distinction essentielle entre la carte et le territoire,[245] le modèle et son référent.

Cette distinction perd de sa limpidité lorsque le référent relève lui-même d'un monde imaginaire : le modéliser, c'est alors bâtir une fiction secondaire sur une fiction. Cette situation est pourtant fréquente à l'école, en particulier avec les plus jeunes enfants, dont l'expérience personnelle du monde physique est limitée et dont l'imaginaire est nourri de contes et d'histoires, lues ou vues à la télévision, etc.

---

244. Un appareil enregistrant des informations sans intervention d'un sujet ne réalise pas une observation. Lorsque les images d'une caméra de vidéo-surveillance ne sont pas regardées et sont supprimées après quelques jours, il n'y a pas d'observation. Il y a observation lorsque quelqu'un décide de les visionner ou de les traiter.

245. Pour reprendre la métaphore d'Alfred Korzybski, in *Science & Sanity. An Introduction to Non-Aristotelician Systems and General Semantics*, op. cit.

S'il serait, par construction, absurde de questionner un monde imaginaire sous l'aspect de sa *vérité*, il est en revanche possible d'en dresser une typologie élémentaire basée sur sa *plausibilité*, physique en particulier.[246] On qualifie ainsi de "mimétiques" les mondes imaginaires qui présentent les mêmes caractéristiques générales que la réalité consensuelle, y compris du point de vue de l'ensemble des lois physiques.[247] Inversement, on parle de mondes imaginaires "non mimétiques" lorsque ceux-ci font intervenir des éléments clairement[248] étrangers à la réalité consensuelle, qu'il s'agisse d'y rendre la magie opératoire (comme dans nombre d'histoires de *fantasy*), de pousser à leur limite des hypothèses scientifiques non vérifiées (comme le font volontiers les auteurs de *hard science fiction*[249]) ou encore de bâtir un monde sur des lois entièrements distinctes de celles du monde physique (comme on le rencontre fréquemment dans des jeux vidéo ou des univers virtuels comme *Second Life*[250]).

Losqu'on s'intéresse à une *histoire* c'est à dire à la narration d'une succession d'événements interdépendants dans un monde imaginaire, les théoriciens de la littérature parlent volontiers de *diégèse*. On qualifiera donc de *diégétique* les éléments relatifs à cet univers. En particulier, les lois diégétiques seront celles qui s'appliquent dans le monde de la diégèse.

On se limitera ici aux mondes imaginaires obéissant, en apparence du moins, au mêmes lois physiques que la réalité consensuelle, sans s'arrêter toutefois aux conventions littéraires aisément identifiables en tant que telles[251] (e.g. animaux habillés et doués de parole, etc.). Questionner la plausibilité d'un tel monde revient alors à s'assurer de la conformité des lois physiques impliquées dans la fiction — ou, en termes plus acessibles aux enfants, à se demander si « on peut faire comme dans l'histoire », ce qui peut passer par un travail de simulation ou de modélisation.

---

246. Éric Picholle, « Science et fiction spéculative : les jeux du plausible » in *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* dir. E. Blanquet & É. Picholle, Nice, éd. du Somnium, 2011. pp. 39–51.

247. Une subtilité supplémentaire apparaît lorsque ces lois ne s'appliquent pas de la même façon à tous. Ainsi, le monde virtuel que constitue la « matrice » éponyme du film *Matrix* est-elle régie par les lois physiques habituelles pour ceux qui y croient mais pas pour les « agents » ou les héros qui n'y croient pas (*Matrix*, Andy et Lana Wachowski, 1999. Voir à ce propos, *Matrix : Machine philosophique*. Alain Badiou, Élie During, Patrice Maniglier, Thomas Benatouil, David Rabouin et Jean-Pierre Zarader. éd. Ellipses Marketing, 2003).

248. Quoique de façon plus ou moins ostensible, la confusion contrôlée et ludique entre ces univers virtuels et le monde physique étant devenue une thématique majeure de la science-fiction d'inspiration dickienne (e.g. P.K. Dick, « De mémoire d'homme » (« We Can Remember It For You Wholesale », 1966), adaptée au cinéma par Paul Verhœven (*Total Recall*, 1990)).

249. Éric Picholle, « Trois fonctions littéraires de la *hard SF* : rupture, transmission et création » in *Imaginaires scientifiques et hard science fiction*, dir. U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron, Nice, éd. du Somnium, 2012. pp. 97–114.

250. Où il n'est pas rare de rencontrer par exemple des pierres flottant dans les airs. Voir par exemple le Noomuseum créé par l'artiste Yann Minh sur *Second Life* :
http://slurl.com/secondlife/Cimarac/246/82/23

Site de Yann Minh : http://www.yannminh.org (consulté août 2014)

251. Les enfants dès l'école maternelle identifient sans difficulté de telles conventions littéraires. Voir par exemple Wooley, J. & Cox, V. (2007). Development of Beliefs about Storybook Reality. *Developmental Science*, vol. 10(5), pp. 681–693.

2.6.1. Modèles d'un monde imaginaire

Dans la mesure où nous avons défini les termes de *simulation* et de *modèle* en relation avec le monde physique, nous préciserons systématiquement « d'un monde imaginaire » / « de *tel* monde imaginaire » lorsque leur référent ne sera pas le monde physique. Sous cette réserve, les définitions établies dans la partie précédente (déf. 2.4.2.2. & 2.4.3.) se déclinent facilement.

Dans les mondes imaginaires pour lesquels les lois du monde physique semblent s'appliquer, certains éléments ou phénomènes diégétiques sont associables à des éléments et phénomènes analogues du monde 1.

Un modèle analogique de tels éléments ou phénomènes du monde imaginaire est alors envisageable. Ce modèle a alors un référent dans le monde imaginaire et un analogue dans le monde 1.

> Dans l'histoire de *Plouf !*[252] par exemple, un élément central de l'histoire est un puits (le référent fictionnel) dont il est aisé de trouver un analogue dans le monde physique (e.g. un puits de ferme). On peut alors choisir de modéliser le puits de l'histoire en isolant certains éléments comme la corde, la poulie et de quoi la supporter, comme l'on modéliserait un puits réel.

Figure 2.6.1. : à gauche , le puits de Plouf ! *; au centre, un puits réel ; à droite, un modèle analogique du puits diégétique de* Plouf !

Certains auteurs n'hésitent d'ailleurs pas à s'appuyer sur des modèles scientifiques (voire des théories) pour construire la structure de leur monde imaginaire.[253] Il est alors envisageable d'utiliser des modèles scientifiques comme modèles du monde imaginaire. C'est typiquement le cas d'auteurs de *hard science fiction* comme Greg Egan qui s'appuie explicitement sur des modèles issus de la physique relativiste ou quantique pour construire ses mondes imaginaires.[254]

---

252. Philippe Corentin. *Plouf !* Ed. Ecole des loisirs, 1991.

253. D'autres en revanche considèrent que « *l'auteur de science-fiction n'est limité ni par les théories couramment admises, ni par l'opinion populaire ; il doit seulement respecter les faits établis. /.../ Un auteur de science-fiction honnête est tout aussi loyal vis-à -vis des faits [qu'un scientifique] ; mais au-delà, les chemins de l'auteur et du scientifique divergent, car leurs fonctions sont différentes. La règle pragmatique de la moindre hypothèse, aussi utile qu'elle puisse être à la recherche organise, est aussi peu fonctionnelle en matière de fiction spéculative qu'un chaperon durant une lune de miel* ». R.A. Heinlein, « Grandeur et misères de la science-fiction » (« Science fiction : Its Nature, Faults and Virtues », 1957) ; in *Robert Heinlein et la pédagogie du réel*, actes des 1e Journées interdisciplinaires sciences & fictions de Peyresq, éd. Somnium, Nice, 2008, pp. 122–160.

254. e.g. *Incandescence*, éd. Gollancz, 2009. Greg Egan fournit par ailleurs sur son site le détail des théories et modèles utilisés pour la construction de ses histoires, calculs et simulations numériques à l'appui. http://gregegan.customer.netspace.net.au/ (consulté août 2014).

2.6.2. Simulations d'un monde imaginaire

Comme pour les modèles, la définition d'une simulation du monde physique (déf. 2.4.2.2.) s'adapte facilement aux mondes imaginaires. Ainsi, on définira une *simulation d'un monde imaginaire* comme une fiction (secondaire) rendant compte d'une réalisation particulière d'un monde imaginaire, d'une partie de celui-ci ou d'un phénomène qui s'y déroule.

En particulier, on peut obtenir des simulations analogiques d'un monde imaginaire en fixant tous les paramètres d'un modèle analogique du même monde, comme c'était le cas dans le monde physique.

> Par exemple, si l'on s'intéresse au phénomène de montées et descentes des personnages de l'histoire de *Plouf !*, on peut concevoir un modèle analogique du phénomène imaginaire. Il inclut un modèle du puits et des personnages de l'histoire. Le choix du matériel utilisé pour les personnages et le puits et une position particulière des personnages dans le puits fixent l'ensemble des paramètres de ce modèle. On obtient alors une simulation analogique du monde imaginaire.

Figure 2.6.2. : La descente du cochon dans le monde imaginaire de l'album Plouf ! *de Philippe Corentin (à gauche) et sa simulation analogique (à droite)*

2.3. Eléments de scientificité

2.3.1. SYNTHESE DU CORPUS HISTORIQUE ET EPISTEMOLOGIQUE

3.1.1. Corpus historique

3.1.1.1. Naissance de la physique aristotélicienne

Si les interrogations sur les lois de la Nature sont probablement aussi anciennes que l'Humanité elle-même, l'idée d'un type de connaissance particulier, qu'au risque de l'anachronisme on pourrait aujourd'hui dire "scientifique", dans un sens encore assez lâche, remonte à Aristote. Dans le *Théétète,* Platon nous montre encore l'élève de Socrate reconnaissant le calcul, la géométrie ou l'astronomie pour des sciences, mais au même titre que *« la cordonnerie, ainsi que les techniques des autres artisans »*[255]. Pour Platon lui-même, si les mathématiques constituent le modèle de toute science, c'est pour mieux permettre au philosophe-roi de raisonner sur des questions morales ou politiques, comme dans le livre VI de la *République.* De même, si des principes d'ordre physique (sur le caractère fini ou infini, déterministe ou contingent du Monde) sont à la base des systèmes stoïcien et épicurien, la physique *stricto sensu* y tient une place relativement mineure.

Aristote, en revanche, s'intéresse de très près aux sciences de la nature. Pour lui, une connaissance est assurée lorsqu'on peut la dériver par le raisonnement de *principes*, idéalement de "premiers principes" qui sont autant de vérités universelles. Son enseignement est donc volontiers axiomatique, et la démarcation entre science et non-science (ou connaissance assurée ou non) réside dans le caractère démontrable (ou ***apodictique***, par opposition aux incertitudes de la *dialectique*) de ses propositions. Toute démonstration devant par ailleurs répondre à des règles strictes de *logique*, une condition immédiate de l'apodicticité d'un discours est sa **cohérence interne**.

Aristote ne distingue pas entièrement la *réalité* de la *vérité*.[256,257] Pour autant, les premiers principes, pour lui, ne sont pas donnés ou révélés, mais *dévoilés,* construits par induction à partir, en dernière analyse, des sensations, qui permettent à l'homme d'analyser ses expériences. Malheureusement, constate Claude Ptolémée, le dernier savant majeur de l'Antiquité, *« à cause de l'instabilité et de l'impénétrabilité de la matière, qui rend illusoire l'espoir de jamais*

255. Platon, *Théétète,* éd. Garnier Flammarion, Paris, trad. Michel Narcy, 1999.

256. Aristote confond les deux concepts dans le terme unique *alètheia* (étymologiquement, "ce qu'on ne peut oublier") que Heidegger préfère rendre par "dévoilement" ; voir par exemple l'analyse de ce terme dans *Être et temps* (*Sein und Zeit*, 1927), où il explique comment la métaphore platonicienne de la caverne, visuelle, repose encore largement sur la notion de vérité comme pur "dévoilement", avant d'évoluer, avec Aristote, vers celle de "vision correcte".

257. Paradoxalement, la distinction est plus claire dans la *Poétique* que dans la *Physique* ou la *Logique*. En effet, il il y distingue clairement le *récit historique*, dont la vocation est de dire ce qui a effectivement été, dans un cas particulier donné, de la *littérature*, à laquelle il affecte la tâche de lui donner un sens général, sinon universel. Pour Aristote, *« Le rôle du poète est de dire non pas ce qui a réellement eu lieu mais ce à quoi on peut s'attendre, ce qui peut se produire conformément à la vraisemblance ou à la nécessité.* » Aristote, *La Poétique,* 9, 451ab ; éd. Mille et une nuits, 1997. Voir par ex. É. Picholle, « Trois fonctions littéraires de la *hard SF* : rupture, transmission et création », in *Hard science fiction et imaginaires scientifiques*, dir. U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron, éd. Somnium, 2013, pp. 97–113.

réaliser l'unanimité parmi les philosophes », la physique ne peut être considérée que comme une science conjecturale ; « *seule la mathématique, à condition de la pratiquer avec rigueur, offre a ses adeptes un savoir solide et indubitable* »[258]. La science est en effet une **construction collective**,[259] que le savant se doit de « *tenter sans relâche de fortifier, d'abord en étudiant les découvertes faites par les savants qui se sont lancés dans cette recherche avec zèle et générosité* » avant d'apporter sa pierre à l'édifice commun, subordonnant son propre discours à une exigence de **cohérence externe**.

3.1.1.2. Période scolastique

Après une longue éclipse, ce sont les travaux de Thomas d'Aquin qui, après ceux d'Averroès dans le monde arabe, permettent la réappropriation de la science aristotélicienne par le monde chrétien. Sa méthode *scolastique* est toutefois aux antipodes de la science moderne, qui se construira en large mesure *contre* elle. Elle fait en effet la part belle à l'**autorité** des anciens maîtres ; en outre, elle hiérarchise les savoirs, et subordonne non seulement la physique à la philosophie (elle-même subordonnée à la théologie), mais la réalité physique elle même, qualifiée de *réalité inférieure*, aux réalités d'ordre supérieur (réalités mathématique, théologique, angélique, etc.).

A contrario, la science moderne s'inspirera donc plutôt des contradicteurs de Thomas, au premier rang desquels, selon Pierre Duhem, l'évêque de Paris Etienne Tempier. Combattant paradoxalement l'autorité par l'autorité, celui-ci récuse au nom même de la toute-puissance divine toute limitation *a priori* du champ des possibles, et affirme l'**autonomie de la physique** par rapport aux préjugés philosophico-théologiques[260].

Une autre réaction majeure à la *Somme théologique* de Thomas fut celle de Roger Bacon, souvent considéré comme un inspirateur de l'empirisme anglosaxon. En termes de méthode, Bacon distingue les questions spirituelles auxquelles, dans la tradition augustinienne, on accède directement par la voie mystique, et les questions scientifiques, relatives aux choses sensibles, auxquelles on accède par l'expérience physique. Pour celles-ci, il affirme donc la **primauté de l'expérience,** dans la tradition aristotélicienne, mais en renonçant *a priori* à remonter aux premiers principes.

S'il n'y a pas à proprement parler de philosophie d'Etienne Tempier (sinon négative, par contraposition des propositions interdites), nombre de celles-ci (et particulièrement celles d'inspiration épicurienne) sont reprises, sous une forme positive, dans celle de Guillaume d'Ockham, qui introduit un **principe d'économie** (i.e. : éviter autant que possible de multiplier les hypothèses inutiles). Guillaume d'Ockham est par ailleurs l'un des premiers tenants du *nominalisme* épistémologique : pour lui, il convient de **distinguer l'objet**

---

258. Claude Ptolémée, *Syntaxe mathématique* ; repris in Germaine Aujac, *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe*, éd. du CTHS, Paris, 1993, pp. 201–202.

259. Pour G. Aujac, le titre grec de cette œuvre (*syn-taxis*, littéralement *ordonner ensemble*), rend mieux compte que celui d'*Almageste*, qu'a retenu la tradition arabe, du "sens de l'unité du savoir" caractéristique de la conception ptoléméenne de la science.

260. Parmi les 219 propositions visées par la Condamnation parisienne de 1277, on trouve par exemple la proposition 24 : « *Toutes les sciences sont dépourvues de nécessité, exception faite des disciplines philosophiques, et les sciences ne sont pas nécessaires, si ce n'est à cause de l'habitude des hommes* ».

physique de ses représentations, et en particulier du *mot* qui le représente (qui est une *fiction*).[261]

3.1.1.3. Période copernicienne

En science comme en art, le propre des XVe et XVIe siècles est une ambition de "renaissance",[262] la revendication que les Modernes peuvent non seulement égaler, mais aussi dépasser les Anciens et avoir raison contre eux. La période est riche de grands inventeurs et technologues, au premier rang desquels Francesco di Giorgio Martini et Léonard de Vinci, dont les *carnets d'ingénieurs* démontrent une volonté de **documentation exhaustive** de leurs expériences et de leurs idées et posent les bases du dessin technique (coupes, écorchés, etc.). Inversement, des expérimentateurs comme Bernard Palissy revendiquent hautement la **reproductibilité** des résultats, voire leur redécouverte,[263] contre les **secrets** d'atelier.

Une autre mutation majeure est rendue possible par le perfectionnement par Gutenberg des techniques d'imprimerie et l'explosion aussi bien du nombre d'ouvrages publiés que de leur tirage, qui permettent la multiplication des bibliothèques universitaires et privées et induisent de nouvelles normes de **documentation** et de **transmission** des idées et des résultats scientifiques.

C'est aussi le moment de la "révolution copernicienne". En termes de méthode, la principale originalité de Copernic est la revendication d'un **principe de simplicité** permettant de préférer son propre modèle du système solaire, prétendument plus simple,[264] à celui de Ptolémée.

Un autre archétype de « l'homme de la Renaissance » est Giordano Bruno, brillant physicien dont les intuitions anticipent souvent la physique galiléenne, mais si brutal dans ses provocations qu'il en devient un contre-exemple, un archétype de "non scientifique", du fait à la fois de son incapacité à communiquer avec ses pairs, en dépit de ses nombreux livres, et de son mélange résolu de questions physiques, "magiques" et théologiques, qui le mènera sur le bûcher de l'Inquisition, le 17 février 1600.

---

261. « *La tendance à créer des êtres fictifs en vue d'une explication est si fortement enracinée en nous qu'il a fallu se prémunir contre elle par un énoncé spécial. C'est là en effet, à ce qu'il nous semble, le véritable sens (du moins dans le domaine scientifique) du fameux "rasoir d'Ockham" qui interdit de créer des êtres au-delà de ce qui est nécessaire.* ». Emile Meyerson, *De l'Explication dans les sciences,* éd. Payot, Paris, 1921, p. 74.

262. Ce n'est qu'au XIXe siècle que le terme de Renaissance sera consacré (par Jules Michelet, dans l'ouvrage éponyme) pour désigner la période.

263. Le céramiste Bernard Palissy brûlant son mobilier pour alimenter la fournaise dans laquelle il expérimentait des techniques de fabrication de porcelaine a longtemps été présenté comme un symbole de la détermination scientifique, sacrifiant tout à son but. Ses contemporains, comme Agrippa d'Aubigné, en forgent la légende dorée ; mais il deviendra également par la suite une figure tragique, inspirant par exemple à Balzac la figure du savant fou de *La Recherche de l'absolu.*

264. La simplicité relative des deux modèles dépendant bien sûr du problème considéré. Ainsi, si l'orbite de Mars est assurément plus simple à décrire dans un cadre copernicien, le calcul des marées l'est bien plus dans un modèle géocentrique. Pour Kuhn, même si *« le système de Copernic doit sembler le plus économique à un astronome intéressé uniquement par une explication qualitative du mouvement des planètes (...) cette économie apparente* [est] *en grande partie illusoire* [et] *une victoire de la propagande » ;* T. Kuhn, *La Révolution copernicienne* (*The Copernican Revolution*, 1957), éd. Fayard, 1973, p. 200.

3.1.1.4. Période galiléenne et cartésienne

L'un des principaux enjeux du début du XVIIe siècle sera donc la **séparation de la religion et de la science.** De la condamnation du système copernicien en 1616 à celle de Galilée en 1633, l'Eglise tente d'imposer son droit de regard sur les idées scientifiques. Elle sera toutefois débordée dans la seconde moitié du siècle par leur démocratisation rapide, rendue possible, en particulier, par les idées de René Descartes, dont le *Discours de la méthode*, publié en français, constitue l'ouvrage paradigmatique[265]. Réciproquement, pour le scientifique *en tant que tel,* dont le discours doit **véhiculer des connaissances spécifiques**, *« il ne faut s'occuper que des objets dont notre esprit paraît capable d'acquérir une connaissance certaine et indubitable »*,[266] à l'exclusion en particulier des querelles philosophico-théologiques.

Le modèle explicite de la méthode cartésienne est de nouveau la mathématique, pour la démontrabilité de ses théorèmes, mais aussi pour la simplicité formelle de ses équations, dont peuvent bénéficier les modèles de la physique théorique, sous réserve de **cohérence formelle**. Pour Galilée, l'Univers peut même être considéré comme un « *livre gigantesque écrit en langage mathématique* »[267].

L'élargissement de la communauté scientifique et la multiplication des académies scientifiques, locales ou nationales, encouragent par ailleurs la reproduction fréquente des expériences et le test de leur **robustesse**, ainsi qu'une forme de normalisation de leur **documentation** et de la **communication** de leurs résultats, avec l'apparition progressive d'une langue scientifique attentive à la **cohérence lexicale** autant que **symbolique**.

Ces tendances sont définitivement consacrées dès la fin du XVIIe siècle, avec le triomphe de la théorie newtonienne de la gravitation, mais aussi le progrès de la rigueur expérimentale, avec des figures comme, en France, Blaise Pascal et surtout, en Angleterre, Robert Hooke. Ce dernier, pur expérimentateur, reproduit ainsi chaque semaine, pour la *Royal Society* de Londres, les expériences les plus notables et **opportunes** du moment. Avec le perfectionnement de nouvelles techniques d'observation apparaissent également les notions d'expérience contrôlée, voire *cruciale*,[268] et de **maîtrise de l'instrumentation**[269].

---

265. Publié en 1637, *Le Discours de la méthode* inclut non seulement le *Discours* proprement dit, mais aussi des manuels de géométrie, d'astronomie et d'optique, qui permettent à tout un chacun de se former à la science et de se donner les moyens de s'approprier aussi bien les grands débats de l'époque (la querelle copernicienne) que des technologies de pointe (la lunette d'approche). Il fait pièce aux *Méditations métaphysiques*, du même auteur, publiées en latin en 1641, à l'usage des clercs de la Sorbonne.

266. René Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit,* 1628 ; in *Œuvres & lettres,* Gallimard, coll. Pléiade, 1953 (deuxième règle, p. 32).

267. « *La philosophie est écrite dans ce livre gigantesque qui est continuellement ouvert à nos yeux (je parle de l'Univers), mais on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à comprendre la langue et à connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Il est écrit en langage mathématique, et les caractères sont des triangles, des cercles, et d'autres figures géométriques, sans lesquelles il est impossible d'y comprendre un mot. Dépourvu de ces moyens, on erre vainement dans un labyrinthe obscur.* » Galilée, *L'Essayeur* (*Il Saggiatore*, 1623), éd. Belles Lettres, Paris, 1989.

268. L'expression « expérience cruciale » est forgée par Hooke et reprise et popularisée par Newton. L'idée d'une situation capable de départager des théories aux prédictions contradictoires avait en

L'introduction de nouveaux outils mathématiques adaptés à la physique, comme le calcul différentiel, permet à Newton de concrétiser l'idéal galiléen d'une mécanique effectivement prédictive dans des situations non triviales. Il revendique pour cela une méthode *inductive* (par opposition à celle, supposément *déductive*, de Descartes), en refusant de « *bricoler dans l'hypothèse* »[270] pour justifier les principes généraux qu'il établit autrement que par leur efficacité — c'est-à-dire par leur pouvoir prédictif, dans une constante **navigation entre le particulier et le général**.

Même si Newton lui-même fait peu d'efforts de communication,[271] la formalisation de la physique qui s'ensuit et le consensus qui s'établit sur les théories newtoniennes permettent par ailleurs une relative stabilisation des concepts (e.g. de force, d'accélération) et du vocabulaire, et l'élaboration d'une **langue scientifique univoque**.

Promu en particulier par les Lumières, qui y ajoutent une **ambition encyclopédique**, le paradigme newtonien embrasse la science du XVIIIe et apparaît pratiquement incontesté jusqu'au tournant du XXe. Au début du XIXe siècle, un Pierre-Simon de Laplace peut imaginer une physique "positive", entièrement déterministe, symbolisée par le "démon de Laplace", qui « *n'a pas besoin de l'hypothèse* » d'une intervention divine pour asseoir la stabilité de son *Système du monde* (au contraire de celui de Newton).

3.1.1.5. Période newtonienne

La question de la démarcation ne se pose désormais plus entre science et religion, mais entre pratiques scientifiques et non scientifiques. Les penseurs *positivistes*, comme Auguste Comte, réaffirment le **renoncement à la recherche des causes premières**, caractéristique pour eux de "l'âge positif", hiérarchisent les sciences des plus abstraites (les mathématiques, l'astronomie) aux plus concrètes et appliquées (la sociologie politique) et entreprennent de généraliser la **méthode hypothético-déductive** à toutes les disciplines, y compris les sciences sociales et politiques,[272] dont la seule vocation serait la

---

particulier été développée par Francis Bacon dans le *Novum organum* (1620). Lisa Jardin, *The Curious Life of Robert Hooke. The Man Who Measured London*, éd. Harper perennial, Londres, 2003.

269. Si l'importance de l'instrumentation pour la science moderne était une évidence au moins depuis *Le Messager des étoiles* de Galilée (1610), la lunette astronomique restait relativement facile d'emploi. Ce n'était pas le cas des premiers microscopes, et la qualité des splendides observations reportées par Hooke dans *Micrographia* (1665), autre "best-seller" scientifique du XVIIe siècle, passe par un travail conséquent sur l'instrument lui-même, les techniques d'éclairage des échantillons, etc.

270. « *Hypotheses non fingo* » (sur les *raisons* des lois de la gravitation). I. Newton, *General Scholium,* appendice à la 2e édition des *Principia Mathematica,* 1713. Notons que, de même que Descartes "avançait masqué" (selon sa devise, *Larvatus prodeo*), Newton cultive une certaine ambivalence à cet égard. Dans des travaux non publiés de son vivant, il justifie son approche de la force de gravitation, présumée immanente, par une réfutation d'ordre théologique des "tourbillons" cartésiens. I. Newton, *De la gravitation,* Gallimard, coll. Tel, 1995.

271. Les *Principia* sont publiés en latin, et les démonstrations mathématiques retranscrites dans le langage moins adapté de la géométrie.

272. Voire les sciences de l'éducation. Mais pour le Comte tardif, qui se veut le "grand prêtre" d'une religion positiviste, « *la connaissance des lois invariables des phénomènes naturels est une grande leçon de soumission* », qu'il convient d'enseigner aux jeunes gens « *non seulement sans entretenir, mais en étouffant, autant que possible, l'esprit d'examen et de discussion. La disposition qui doit être envisagée est celle où l'on accepte toute chose sur l'autorité du précepteur.* » John Stuart Mill, *Auguste Comte et le positivisme* (*Auguste Comte and Positivisme,* 1865), éd. Germer Baillères, Paris, 1868, pp. 187–188.

recherche de lois aussi **robustes**[273] que possible — jusqu'à, comme le Comte tardif, en faire paradoxalement une "religion positiviste".

Le XIXe siècle est également celui de la révolution industrielle. En France, la Révolution puis l'Empire créent de "grandes écoles", pour enseigner non seulement la théorie, mais aussi les bonnes pratiques, en particulier expérimentales. Dans le même esprit, la communauté scientifique se structure pour lutter contre les **mauvaises pratiques** ou, dans le lexique de Charles Babbage, les *fraudes scientifiques.*

3.1.1.6. Naissance de la physique contemporaine

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, les progrès de la physique mathématique permirent l'apparition de théories hautement formalisées, comme la mécanique rationnelle qui relève traditionnellement autant des mathématiques que de la physique, et éventuellement compatibles avec des *interprétations* très différentes. C'est en particulier le cas de la thermodynamique et des *fonctions d'état* qu'elle manipule (e.g. la température, la pression, l'entropie), qu'on peut ou non interpréter comme des représentations statistiques réduites (ou *variables collectives*) d'un grand nombre de comportement individuels à l'échelle moléculaire. La controverse sur l'existence des atomes qui s'engagea alors entre, d'une part, Ludwig Boltzmann, et d'autre part des thermodynamiciens intransigeants[274] comme Wilhelm Oswald se soldera moins par le triomphe des idées atomistes que par la prise de conscience de la **relativité des discours scientifiques**,[275] également revendiquée, en même temps qu'un **principe d'économie,** par Ernst Mach dans sa relecture des notions newtoniennes d'espace et de temps absolus, qui ouvrira la voie à la théorie einsteinienne de la relativité générale.

En 1927, la question du formalisme et de son interprétation sera également au cœur de la révolution quantique, qui portera le coup de grâce au scientisme positiviste naïf, en remettant en cause aussi bien la possibilité, au moins en droit, de procéder à toute mesure nécessaire avec toute la précision voulue que l'adéquation du langage naturel à la description du monde physique.

---

273. Par exemple, écrit Auguste Comte, « *la chimie actuelle mérite à peine le nom de science, puisqu'elle ne conduit presque jamais à une prévoyance réelle et certaine. En introduisant, dans des actes chimiques déjà bien explorés, quelques modifications déterminées, même légères et peu nombreuses, il est rarement possible de prédire avec justesse les changements qu'elles doivent produire : et néanmoins, sans cette indispensable condition, comme je l'ai déjà si fréquemment établi dans ce traité, il n'existe point à proprement parler de science ; il y a seulement érudition, qu'elles que puissent être l'importance et la multiplicité des faits recueillis. Penser autrement, c'est prendre une carrière pour un édifice.* » A.Comte, *Philosophie Positive,* t. 3, p. 11 (imprimeur Bachelier, Paris, 1838, accessible en ligne sur le site de Hathitrust, digital library : http://catalog.hathitrust.org/Record/009649197; consulté août 2014).

274.« Il était complètement impossible d'être entendu à l'encontre d'autorités qui s'appelaient W. Ostwald, G. Helm et E. Mach », se souvient Max Plank ; *Autobiographie scientifique,* p. 82.

275. « L'atomisme n'est pas une mauvaise conception du monde, mais c'est ce concept de conception du monde qui est mauvais. On ne dois pas se lier à des conceptions du monde déterminées ». Ludwig Boltzmann, *Lectures on Natural Philosophy*, 1903-1906 (Principien der Naturfilosofi), Stringer Verlag, Cerlin, 1990, p. 295. Cité par Jacques Bouveresse, « La Philosophie naturelle de Boltzmann », *Philosophie Scientiae*, 3, n°2 (1998-1999), pp. 9–30. En ligne : http://archive.numdam.org/ARCHIVE/PHSC/PHSC_1998-1999__3_2/PHSC_1998-1999__3_2_9_0/PHSC_1998-1999__3_2_9_0.pdf (consulté août 2014)

3.1.2. Corpus épistémologique

3.1.2.1. La réaction contre le scientisme positiviste : Bergson et Meyerson

La critique du positivisme d'Auguste Comte sera l'un des principaux ferments de l'épistémologie du XXe siècle.

En premier lieu, sa devise "*Ordre et progrès*", qui imprègne la seconde moitié du XIXe siècle à l'échelle internationale, jusqu'à se retrouver en 1889 sur le drapeau de la jeune république brésilienne, s'avère équivoque, entremêlant normes scientifiques et sociales, revendications scientifiques et politiques. En 1901 encore, le prestigieux chimiste Marcelin Berthelot n'hésite pas à expliquer que la science, « *bienfaitrice de l'humanité* (...) *réclame aujourd'hui, à la fois, la direction matérielle, la direction intellectuelle et la direction morale des sociétés.* »[276] La critique la plus immédiate du positivisme, est la récusation de la vision d'une science rigidement organisée. Ainsi, s'impatiente Emile Meyerson :

> Ce que rêvait Comte, c'était en effet une véritable organisation, comme la comprennent les partisans de l'autorité ; les croyances du public en matière de science et, plus encore, le travail de recherche des savants eux-mêmes, devaient être strictement réglés et surveillés par un corps constitué, composé d'hommes jugés compétents et armés de toutes les rigueurs du bras séculier. Cette réglementation devait, bien entendu, comme c'est le cas, partout et toujours, de toute réglementation, consister principalement en interdictions, et Comte a tracé d'avance le programme de quelques-unes d'entre ces dernières. Défense de se livrer à des investigations autres que « positives », c'est-à-dire ayant pour objet la recherche d'une loi ; défense de toute tentative visant à pénétrer des problèmes que l'homme, manifestement, n'avait aucun intérêt à connaître et qui, d'ailleurs, pour cette raison même, devaient rester entièrement impénétrables à son esprit, tels que, par exemple, la constitution chimique des astres.[277]

Notons toutefois que cette liberté revendiquée ne constitue pas à proprement parler, pour Meyerson, un critère de scientificité : celle des recherches *physiques* des positivistes de stricte obédience n'est absolument pas en cause ; elles sont simplement moins fructueuses qu'elles pourraient l'être dans une vision plus ouverte de la science et de la communauté scientifique.

C'est également sur une analyse morale et politique que Henri Bergson fonde le concept de "société ouverte",[278] que reprendra Karl Popper[279]. Si Bergson distingue soigneusement la méthode et le langage de la philosophie de ceux de la science, la société rêvée par les purs scientistes, avec une démarcation claire et univoque entre "science" et "non science",[280] dans laquelle serait

---

276. M. Berthelot, in *Cinquantenaire scientifique de M. Berthel*ot, 24 nov. 1901, éd. Gauthier-Villars, Paris, 1902, p. 76.

277. É. Meyerson, *La Déduction relativiste,* 1925 ; J. Gabay éd., Paris, 2000, § 253.

278. Henri Bergson, *Les Deux sources de la morale et de la religion,* 1932 ; P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 2008.

279. Karl Popper, *La Société ouverte et ses ennemis* (*The Open Society and Its Enemies,* 1945) ; éd. Seuil, Paris, 1979.

280. « *Rien n'empêcherait d'appeler "science" ou "philosophie", comme on l'a fait pendant longtemps, toute espèce de connaissance* » ; H. Bergson, « Introduction à la métaphysique, in *La Pensée et le mouvant*, 1907 ; PUF, coll. Quadrige, Paris, 2013. en ligne : http://98266429.free.fr/up/1312187569.pdf p. 98 (consulté août 2014)

automatiquement rejetée toute influence de la morale[281] ou de la religion, serait pour lui, *a contrario*, l'exemple même d'une société close.[282]

À l'opposé de l'épistémologie comtienne, celle de Bergson se veut donc moins normative qu'attentive aux processus favorables à la création, scientifique comme artistique. La connaissance scientifique est, par construction, au service de l'homme, et spécifiquement de l'*action* humaine. Les analyses correspondantes de *L'Évolution créatrice* [283] inspireront en particulier l'*épistémologie génétique* développée par Jean Piaget (1950)[284].

Bergson comme Meyerson[285] sont des archétypes de philosophes en dialogue permanent avec la science de leur temps, et n'hésitent pas à publier, au moment même où ces jeunes théories sont discutées par les physiciens, leurs idées sur la Relativité ou la mécanique quantique.[286]

3.1.2.2. Empirio-criticisme et conventionnalisme

Une autre critique puissante du positivisme concerne la notion même de *fait scientifique objectif.* Ainsi, tout en revendiquant, comme Comte, des sciences physiques exclusivement fondée sur des phénomènes observables, dans une posture résolument « *anti-métaphysique* », Ernst Mach (1896) remet profondément en cause la conception positiviste naïve d'une mesure idéale, parfaitement objective. Pour lui, en dernière analyse, toute mesure se ramène à une observation — par exemple de la position d'une aiguille sur un vernier — qui elle-même est un phénomène à la fois psychique et sensible, indissociable de l'observateur lui-même.[287] Par ailleurs, dans la mesure où « *la Nature n'existe qu'une fois* »,[288] il ne saurait être question de reproduire *exactement* une expérience, à tous points de vue ; le physicien doit donc se contenter de « *séparer mentalement* » un objet ou un système de son environnement, c'est-à-dire en dernier ressort d'isoler arbitrairement, parmi toutes celles qu'il subit, un jeu de sensations particulières, particulièrement robustes sur lequel il décide de focaliser son attention.

---

281. Pour une analyse des interrelations complexes qu'entretiennent science et morale chez Bergson, voir par exemple Frédéric Worms, « Entre critique et métaphysique : la science chez Bergson et chez Brunschvicg », in *Les Philosophes et la science*, dir. P. Wagner, op. cit., pp. 403–446.

282. C'est bien sûr plus vrai encore d'une société pré-scientifique : « *(...) le non-civilisé, qui ne dispose que d'une science inextensible, taillée à l'exacte mesure de l'action qu'il exerce sur la matière, ne peut pas jeter dans le champ de l'imprévisible une science virtuelle qui le couvrirait tout entier et qui ouvre tout de suite de larges perspectives à son ambition* » ; H. Bergson, *Les Deux sources de la morale et de la religion*, op. cit. p. 149.

283. Henri Bergson, *L'Evolution créatrice,* 1907 ; P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 2013.

284. Jean Piaget, *Introduction à l'épistémologie génétique*. Tome I: La pensée mathématique, Paris, PUF, 1950.

285. Pour l'anecdote, on peut noter que Meyerson lui-même s'est amusé à composer une courte nouvelle de philosophie-fiction, dans laquelle un érudit d'un lointain futur discute savamment de l'hypothèse selon laquelle Bergson et Meyerson seraient en fait une seule et même personne. E. Meyerson, « Bergson et Meyerson, un conte au sixième millénaire de l'ère vulgaire », in *Mélanges. Petites pièces inédites,* Honoré Champion éd., Paris, 2011, pp. 27–34.

286. e.g. : sur la théorie de la relativité : H. Bergson, *Durée et simultanéité,* 1922 ; P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 1998. É. Meyerson, *La Déduction relativiste*, 1925, op. cit. ; sur la théorie quantique : E. Meyerson, *Réel et déterminisme dans la physique quantique*, 1933, Hermann éd., Paris.

287. E. Mach, *L'Analyse des sensations. Le rapport du physique au psychique* (*Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, 1896) ; trad. fr. F. Eggers, éd. J. Chambon, Nîmes, 1996.

288. E. Mach, « On the Economical Nature of Physical Inquiry » ; in *Popular Scientific Lectures* (*Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, 1896), Open Court, New York, 1986, pp. 186–214.

Selon Mach,

> L'objectif que se sont assigné les sciences physiques est l'expression la plus simple et la plus économique des faits. Lorsque l'esprit humain, avec ses capacités limitées, s'efforce de produire en lui-même une image de la richesse du monde, duquel il n'est lui-même qu'une petite partie, et qu'il ne peut jamais espérer épuiser, il a toutes les raisons de procéder avec économie. En réalité, les lois contiennent toujours moins que les fait eux-mêmes, dans la mesure où elles ne les reproduisent pas dans leur entièreté mais seulement dans les aspects qui nous importent, le reste étant omis, délibérément ou par nécessité.[289]

Pour Mach, le **principe d'économie,** qui constitue une première forme de darwinisme épistémologique,[290] est donc indissociable de la distinction consciente entre le monde physique et ses représentations, que nous qualifierons par la suite de "**recul**".

Au total, cet *empirio-criticisme*[291] exigeant le conduit à récuser, comme métaphysiques par essence, aussi bien la notion newtonienne d'espace et de temps absolus que les interprétations atomistes de Boltzmann.

Henri Poincaré ne refuse pas, quant à lui, la notion métaphysique de l'espace et du temps comme formes *a priori* de la connaissance (Kant) mais, fin connaisseur des géométries non-euclidiennes, prend acte du fait que l'intuition physico-mathématique repose, à cet égard, sur un *choix* raisonné : les axiomes mêmes de la géométrie ne constituent plus des vérités objectives, mais des *conventions* choisies pour leur **efficacité** et leur **fécondité**, dans un contexte donné. Plus généralement, Pierre Duhem soutient que toute loi scientifique repose sur des choix du même ordre. Pour eux, tout principe physique ou mathématique est donc fondé en dernière analyse sur des conventions, admises dans un contexte[292] scientifique donné, et testable seulement dans ce contexte. Cette approche est souvent qualifiée de *conventionnalisme*[293].

Au final, c'est le succès de ses théories qui permettra de démarquer — *a posteriori* plutôt qu'*a priori* — l'authentique scientifique du simple "charlatan". Dans la formulation de Meyerson, ce succès se mesure par trois critères principaux :[294]

— une théorie scientifique doit *expliquer* de manière satisfaisante un grand nombre de faits connus ;

— elle doit fournir une image acceptable de la réalité

— elle doit constituer un instrument de recherche efficace.

---

289. E. Mach, « On the Economical Nature of Physical Inquiry » ; in *Popular Scientific Lectures* (*Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, 1896), Open Court, New York, 1986, pp. 186–214.

290. Cette "épistémologie évolutionniste" sera en particulier reprise et développée par Donald Campbell.

291. L'expression n'est pas employée par Mach lui-même, pour lequel « *Il n'y a pas de philosophie de Mach* » (in *L'Analyse des sensations. Le Rapport du physique au psychique*,op. cit., p. 320). Elle est en large mesure popularisée par la philosophie marxiste, à la suite en particulier de l'essai de Lénine contre les « machistes russes », *Matérialisme et empiriocriticisme* (1908).

292. Ou plus précisément, au risque de l'anachronisme, un "paradigme", au sens que Kuhn donnera à ce terme. Duhem parle plutôt de "groupe théorique", et réserve ce concept aux seules sciences physiques.

293. Là encore, le terme n'est employé ni par Poincaré, ni par Duhem. Ce courant philosophique est en particulier identifié comme tel par Carl Hempel.

294. É. Meyerson, *De l'explication dans les sciences,* 1921, p. 75 ; Payot éd., Paris, 1995.

3.1.2.3. Le positivisme logique

La synthèse de l'empirio-criticisme et du conventionnalisme[295] donnera naissance au *positivisme logique*, développé en particulier par le Cercle de Vienne[296]. Cette nouvelle approche attache une grande importance aux théories du langage et à la logique formelle, composant de base d'un « langage unifié de la science » idéal, qui, pour ses tenants, permet de pallier les ambiguïtés du langage naturel. Dans le lexique anti-métaphysique du cercle de Vienne, ces dernières conduisent à la formulation de propositions « métaphysiques ». Or, selon la fameuse formulation de Wittgenstein, « *Sur ce dont on ne peut parler, il faut garder le silence* »[297].

L'un des principaux enjeux du positivisme logique sera donc l'élaboration de *critères de démarcation* entre la science, au discours réductible à des propositions sur des données empiriques, et la métaphysique. Dans l'esprit du *Tractatus logico-philosophicus*, la plupart des formulations proposées tourneront autour des notions de **vérifiabilité** et de **testabilité**, une proposition invérifiable ou non-testable en principe[298] étant, par construction, vide de sens, donc métaphysique.

L'approfondissement de la notion de vérifiabilité et son extension à la question du « fondement » des disciplines scientifiques s'avèrera toutefois problématique. Certains membres du Cercle de Vienne procéderont alors à un « tournant linguistique » et considéreront que les questions « ontologiques » (qu'est-ce qu'un nombre ? qu'un atome ?) dérivent principalement du langage dans lequel elles sont formulées. Désabusé, Carnap sera à son tour amené à conclure :

> L'acceptation ou le rejet de formes linguistiques abstraites, comme ceux de n'importe quelle autre forme linguistique dans n'importe quelle branche de la science, dépendra finalement de leur efficacité en tant qu'instruments, le rapport entre les résultats obtenus et la quantité et la complexité des efforts nécessaires. La prohibition dogmatique de certaines formes linguistiques, plutôt que de les tester en pratique par le succès ou l'échec de leur emploi, est pire que futile : c'est positivement nocif, dans la mesure où cela peut faire obstacle au progrès scientifique. (...) *Faisons attention aux propositions que nous énonçons et procédons à leur examen critique, mais soyons tolérants à l'égard des formes linguistiques.*[299]

---

295. « *Nous essayions de combiner les idées de Mach avec celles de la philosophie des sciences française, celle d'Henri Poincaré et de Pierre Duhem, et de les connecter aux études sur la logique d'auteurs comme Couturat, Schröder et Hilbert* », se souvient Philipp Frank, fondateur en 1907, avec Hans Hahn et Otto Neurath, de la Société (*Verein*) Ernst Mach, qui deviendra le cercle de Vienne ; in P. Frank, *Between Physics and Philosophy*, Univ. Press, Cambridge, mass., 1941, p. 7.

296. Nous ne distinguerons pas ici l'*empirisme logique* du Cercle de Berlin (avec Hans Reichenbach, Carl Gustav Hempel, David Hilbert et al.) du *positivisme logique* du Cercle de Vienne (Rudolf Carnap, Philipp Frank, Otto Neurath et al.) ; les nuances, assez techniques, portent en particulier sur les notions de *convention* et de *probabilité*.

297. Il s'agit de la dernière proposition (§ 7) du *Tractatus logico-philosophicus* de Ludwig Wittgenstein (1922) ; Gallimard, coll. Tel, Paris 993, p. 112. Notons qu'en dépit de l'influence majeure du *Tractatus* sur le Cercle de Vienne, Wittgenstein lui-même n'en était pas formellement membre.

298. Et non seulement en pratique. Ainsi, une proposition sur le comportement d'une masse au voisinage d'un trou noir extra-galactique est en principe vérifiable : il suffirait d'aller y faire l'expérience, même si on n'a aujourd'hui aucune idée concrète pour la réaliser.

299. Rudolf Carnap, « Empiricism, Semantics and Ontology », *Revue Internationale de Philosophie*, 4, 1950, pp. 20–40. (C'est nous qui soulignons ; les italiques sont en revanche de Carnap) En ligne : http://www.ditext.com/carnap/carnap.html (consulté août 2014).

Il est toutefois important de noter que les difficultés concernent principalement les théories abstraites et que, dans le contexte restreint des sciences physiques expérimentales, les critères de vérifiabilité et de testabilité restent largement utilisables, y compris dans le cadre d'un discours en langage naturel. Au-delà, Carnap développera le concept de "portée relative" (*relative significance*)[300] pour les termes théoriques susceptibles d'être associés à des propositions empiriques.

3.1.2.4. Popper et la réfutabilité

Proche du Cercle de Vienne, Karl Popper prend volontiers le contrepied de ses thèses. Ne récusant pas en bloc la métaphysique, dont certains éléments (porteurs de sens mais non testables) sont pour lui nécessaires à la science, il conteste aussi bien l'intérêt que la possibilité même[301] d'un langage unifié de la science, qui présenterait par surcroît le risque d'en faire une société fermée.

Pour lui, il n'est donc pas nécessaire qu'une théorie ne produise que des *énoncés vérifiables* pour pouvoir être considérée comme scientifique. La *testabilité* reste en revanche un critère de scientificité d'un énoncé, qu'on peut généraliser, pour la théorie elle-même, en un critère de **réfutabilité** : pour être scientifique, une théorie doit produire des énoncés testables dont la vérification l'invaliderait,[302] du moins dans un cadre paradigmatique donné.[303]

Il est important de noter qu'une théorie réfutée n'en devient pas nécessairement non scientifique. Le processus de réfutation participe en effet du progrès scientifique, si la théorie réfutée est remplacée par une théorie plus complète qui la remplace. L'ancienne théorie peut alors devenir une approximation scientifiquement recevable de la nouvelle, dans certaines limites explicites. Selon Gaston Bachelard, la connaissance des limites d'une théorie "dépassée" en renforce même la scientificité, dans son nouveau cadre conceptuel.[304]

Inversement, pour Popper, l'introduction d'un **argument « *ad hoc* »** pour "sauver" une ancienne théorie de la réfutation par un élément nouveau en réduit considérablement la scientificité. [305]

---

300. Rudolf Carnap, « The Methodological Character of Theoretical Concepts », in *The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis*,, dir. H. Feigl & M. Scriven, Univ. Minnesota Press, 1956, p. 38–76.

301. Nous ne considérerons pas ici les difficultés théoriques d'un tel programme, associées par exemple au théorème d'incomplétude de Gödel.

302. Il est par exemple facile de construire un énoncé falsificateur à partir d'une prédiction théorique : l'énoncé contraire (i.e. *le résultat prédit n'est* pas *observé dans les même conditions*) est testable, et sa vérification suffit à réfuter la théorie.

303. Karl Popper, *La Logique de la découverte scientifique*, éd. Payot, Paris, 2007.

304. Ainsi de la géométrie euclidienne, dont certains axiomes anciennement non testables deviennent dans ce cadre des théorèmes démontrés de la géométrie non euclidienne. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non* (1940), P.U.F., coll. Quadrige, Paris, 2008.

305. Karl Popper, « Truth, Rationality and Growth of Knowledge », 1960 ; in *Conjectures et réfutations* (*Conjectures and Refutations : The Growth of Scientific Knowledge*, 1963) ; Payot, Paris, 2006 ; Routledge, Londres, 1963, pp. 240–244. Popper distingue deux types d'arguments *ad hoc* : (a) ceux qui se contentent de fournir une explication spécifique aux éléments nouveaux, sans donner lieu à aucune nouvelle prédiction testable ; et (b) ceux dont les nouvelles prédictions qu'ils induisent ne satisfont à aucun test indépendant.

3.1.2.5. La crise post-poppérienne

En dépit des différences ostensibles, voire des polémiques, entre ces différentes écoles néo-positivistes, certains critiques comme Ian Hacking soulignent que la quasi-totalité des approches épistémologiques de la première moitié du XXe siècle reposent sur des bases communes rarement remises en cause, parmi lesquelles il identifie en particulier : [306]

- l'idée d'une démarcation nette entre science et non-science
- l'idée d'une distinction claire entre théories et faits d'observation
- le caractère cumulatif de la science.

La question importante de la contamination des observations par les *a priori* théoriques de l'observateur a déjà été évoquée en 2.2.6.1. Le caractère cumulatif de la science et de la connaissance scientifique sera également remis en cause, dans les années 1960, en particulier par Thomas Kuhn, qui substitue au schéma logique poppérien :

Théorie → hypothèse → prédiction → réfutation → nouvelle hypothèse,

dans lequel la nouvelle hypothèse hérite des enseignements de la précédente, le processus culturel :

Science normale → crise → révolution → nouvelle science normale,

dans lequel le nouveau paradigme peut être orthogonal à l'ancien.[307] Pour Kuhn, les tests de scientificité proposés par Popper s'appliquent surtout pour :

> (...) explorer les limites de théories acceptées, ou pour soumettre une théorie actuelle à une tension maximale. (...) [*Kuhn*] suggère que Sir Karl a caractérisé l'entreprise scientifique tout entière dans des termes qui ne s'appliquent qu'occasionellement, lors de ses phases révolutionnaires. [308]

Or, pour les "post-popperiens", le « problème de la démarcation » entre théories scientifiques et non-scientifiques se pose avec la plus grande acuïté *juste avant* les avancées révolutionnaires, lorsque la science ancienne rencontre des énigmes[309] qui s'avèrent insolubles en phase normale. La capacité d'une théorie à résoudre de telles énigmes [310] constituerait donc le critère de scientificité « *le moins équivoque et le plus fondamental* »[311].

---

306. Ian Hacking, Introduction à *Scientific Revolutions,* éd. Oxford Univ. Press, Royaume-Uni, 1981, pp.1–2.

307. Sandra Laugier, « De la logique de la science aux révolutions scientifiques », in *Les Philosophes et la science,* op. cit., pp. 964–1016.

308. Thomas Kuhn, « Logic of Discovery or Psychology of Research », in *Criticism and the Growth of Knowledge,* dir. I. Lakatos & A. Musgrave, Cambridge Uni. Press., Royaume-Uni, pp. 1-23. Accessible en ligne : http://philoscience.unibe.ch/documents/kursarchiv/WS05/kuhn_en.pdf (consulté août 2014)

309. Des *puzzles* en anglais. Kuhn parle volontiers de *puzzle-solving*, que nous rendons ici par "résolution d'énigme".

310. Notons que, selon cet étalon, la scientificité d'une théorie ne peut être établie que par l'histoire (celle des vainqueurs, ou plutôt des Professeurs) , *a posteriori.* Un corollaire est que, pour Kuhn « *il y a bien une démarcation* [entre science et non-science], *mais pas de critère de démarcation* », du moins imédiatement opératoire (Imre Lakatos, « The Demarcation Problem », in *For And Against Method.*, dir. Matteo Motterlini, Univ. Chicago press, 1999, p. 28 — c'est Lakatos qui souligne).

311. Thomas Kuhn, « Logic of Discovery or Psychology of Research », op. cit. p. 7. Si, pour Kuhn, ce critère suffit à classer l'astrologie comme "non scientifique", Popper lui objecte que les astrologues

D'autres auteurs, comme Paul Feyerabend, n'hésitent pas à soutenir que, dans les mêmes circonstances, des théories précédemment irrecevables retrouvent une pertinence au moins heuristique, et que « *tout est bon* » qui permet d'alimenter la réflexion.[312] À l'opposé, Imre Lakatos préfère définir, plus modestement, « *des critères de progrès et de stagnation à l'intérieur d'un programme, ainsi que des règles pour l'élimination d'un programme de recherche tout entier.* »[313] Pour lui, toutes les théories naissent en effet, inévitablement, dans « *un océan d'anomalies et d'incohérences* »,[314] et le rôle du scientifique est de distinguer entre les vérifications importantes et celles qui ne le sont pas.

Feyerabend et Lakatos s'accordent à constater que différentes stratégies épistémologiques sont envisageables à cet égard ; aucune n'est logiquement inattaquable, mais toutes reposent sur l'**honnêteté intellectuelle** du scientifique individuel comme de la communauté scientifique [315] et, paradoxalement, sur la **ténacité** du chercheur devant les difficultés et les incohérences initiales.

Au final, la quête d'un critère de scientificité objectif et universel apparaît comme un « *échec sans appel* » de l'épistémologie, selon l'expression de Larry, pour lequel la science se définit par sa capacité à résoudre des problèmes (*problem-solving*) et « *ne progresse que lorsque les théories suivantes résolvent plus de problèmes que les théories précédentes* »[316]. De l'aveu même de Laudan, cette approche pragmatique suggère qu'il n'y aurait pas de différence fondamentale intrinsèque entre l'investigation proprement scientifique et d'autres types d'investigation.

3.1.2.6. Wimsatt et le tournant pratique de l'épistémologie

Ces débats épistémologiques fondamentaux, qu'ils concernent le langage ou la structure des révolutions scientifiques, s'avèrent toutefois très éloignés des préoccupations de la grande majorité des praticiens de la science. Ils ont en commun d'ignorer ou de négliger des aspects de la pratique scientifiques déterminants mais « *tenus pour anecdotiques* », comme :

> aspects tacites opérant dans les pratiques ; savoir-faire et habiletés ; normes et standards locaux présidant à l'obtention d'un résultat ; processus d'acquisition et de transmission de ces capacités et valeurs ; ressources matérielles et instrumentales, géométrie du laboratoire et faisabilité concrète à court terme sur la base de ces données ; voire ressources financières disponibles, position institutionnelle, pouvoir de conviction auprès des pairs, des décideurs, des

---

peuvent aussi rencontrer des énigmes et les résoudre, même si les astronomes ne les reconnaissent pas pour telles ; le critère de Kuhn serait alors de nature sociologique, chaque communauté à prétention scientifique étant fondée à définir les énigmes éligibles – et donc à déterminer sa propre scientificité.

312. Paul Feyerabend, *Contre la méthode* (*Against Method,* 1975), éd. Seuil, coll. Points Sciences, Paris, 1988.

313. Imre Lakatos, *Histoire et méthodologie des sciences. Programmes de recherche et reconstruction rationnelle* (*The Methodology of Scientific Research programmes*, 1978) ; P.U.F., Paris, 1994, p. 200.

314. Imre Lakatos, « Falsification and Intellectual Honesty », 1973 ; in *For And Against Method.*, dir. M. Motterlini, op. cit., p. 95.

315. Plus précisément, pour Lakatos, « *chacune détermine un code de conduite et un code d'intégrité intellectuelle* » (*idem*). De même, la « *bonne ténacité* » scientifique repose sur une forme de « *bon dogmatisme* », mais sa limite est une « *mauvaise ténacité* » reposant sur un « *mauvais dogmatisme* ».

316. Larry Laudan, « A Problem-solving Approach to Scientific Progress », in *Scientific Revolutions,* dir. I. Hacking, 1981, op. cit., pp. 144–145.

> sponsors ou de tout autre instance susceptible d'avoir une influence sur le cours des pratiques.[317]

Sous l'impulsion en particulier de William Wimsatt, dont le projet épistémologique est de « *chercher des outils méthodologiques appropriés à des êtres bien adaptés mais limités et tendant à commettre des erreurs* »[318] — comme les scientifiques professionnels —, mais aussi de sociologues des sciences comme Bruno Latour,[319] les "études sur les sciences"[320] ont donc procédé dans les années 1980 à ce qu'il est convenu d'appeler un "tournant pratique".

Selon Wimsatt, « *cette attention nouvelle à la pratique scientifique suggère l'image de nombreuses philosophies pour de nombreuses sciences* »,[321] mais dont les outils peuvent néanmoins se projeter d'une discipline à l'autre. Pour lui :

> Une philosophie des sciences adéquate doit avoir une puissance normative. (…) Sans puissance normative, les études méthodologiques, aussi intéressantes soient-elles, se traduiraient par un catalogue d'accidents particuliers, fortuits et mystérieux, sans aucune méthode. (…)
>
> [Nous autres philosophes] ne devons pas avoir peur de conseiller les scientifiques, mais nous devons être plus humbles à cet égard. Nous ne sommes pas les "gardiens de la logique des sciences", révélant des vérités conceptuelles fondamentales en amont de toute science possible.[322]

Une propriété essentielle d'une théorie comme d'une expérience scientifique, sur laquelle se rejoignent praticiens et épistémologues, est alors la **robustesse**, dont Wimsatt s'efforce de théoriser l'importance, en dépit du "flou" (*fuzziness*) relatif de ce critère.

La robustesse étant un élément de scientificité susceptible d'être importants à l'école primaire, il nous a semblé utile d'inclure Wimsatt dans notre corpus proprement épistémologique. Au-delà, nous avons choisi de ne pas y intégrer les propositions postérieures aux années 1970, et en particulier celles associées au développement des sciences cognitives, « *hypothèses-cadres trop récentes* », dans les termes du philosophe Daniel Andler, pour « *fonder un exposé d'introduction* » avec un « *minimum de recul* »[323].

3.1.2.7. Une philosophie des sciences pour des êtres limités ?

Un autre intérêt majeur de l'œuvre de Wimsatt est l'affirmation décomplexée qu'on peut — sinon que l'on doit — désormais envisager l'épistémologie non comme une discipline-reine, à vocation universelle, mais comme un outil à

---

317. Lena Soler, texte de présentation du colloque *Caractériser la robustesse des sciences après le "tournant pratique" en philosophie des sciences,* Nancy, 26-27 juin 2008. Accessible en ligne : http://poincare.univ-lorraine.fr/fr/manifestations/caracteriser-la-robustesse-des-sciences-apres-le-tournant-pratique-en-philosophie-des (consulté août 2014)

318. William C. Wimsatt, *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*, Harvard Univ. Press, Cambridge, U.S.A., 2007, p. 5.

319. Bruno Latour & Steve Woolgar, *La Vie de laboratoire : la Production des faits scientifiques* (*Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, 1979), éd. La Découverte, Paris, 1988.

320. Que l'anglais regroupe sous le label général de *Sciences Studies*, sans véritable équivalent français.

321. William C. Wimsatt, « Towards A Philosophy for Limited Beings », in *Re-Engineering Philosophy*, op. cit, p. 26.

322. *Idem*, pp. 26–27.

323. Daniel Andler, « Processus cognitifs », in Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault et Bertrand Saint-Sernin, *Philosophie des sciences* t. I, col. Folio/Essais, éd. Gallimard, 2002, p. 399.

destination d'"Êtres imparfaits" — comme les scientifiques eux-mêmes, mais aussi les enfants du primaire et leurs enseignants et même, sans doute, les doctorants en didactique.

Ainsi, explique-t-il :

> Je cherche des outils méthodologiques appropriés à des êtres convenablement adaptés [*à leur environnement scientifique*] mais sujet aux erreurs. Ce dont nous avons besoin, c'est d'une philosophie des sciences qui puisse être suivie par des personnes *réelles* dans des situations *réelles* et en temps *réel,* avec le genre d'outils dont nous disposons effectivement — aujourd'hui, ou dont nous disposerons dans un futur réaliste.[324]

C'est dans cet esprit que nous considérerons, en tentant d'éviter l'écueil du réductionnisme,[325] la science comme une méthode particulière pour répondre à des questions (toute connaissance étant, selon la formule de Bachelard, une réponse à une question[326]) ou résoudre des problèmes (au sens de Laudan[327]) réels. De même, nous considérerons la science scolaire comme une méthode pour résoudre des problèmes susceptibles de se poser à l'école.

> Remarque : Une telle approche de la science repose sur l'hypothèse implicite que celle-ci est par surcroît une méthode assez *efficace* pour résoudre des problèmes, comme l'a amplement montré l'histoire des sciences et des techniques. Elle ne suppose en revanche aucunement qu'il s'agit de la *seule* méthode disponible à cet effet, ni même de *la plus* efficace.[328]

Cette approche n'exclut aucunement apriori les réserves et les contraintes, méthodologiques ou non, envisagées précédemment. Lorsqu'elles sont pertinentes, celles-ci interviendront alors sous la forme de critères de scientificité individuels, contraignants la méthode scientifique.

---

324. William C. Wimsatt, « Towards A Philosophy for Limited Beings », op. cit, p. 5.

325. « [La] *méthodologie du réductionnisme a des implications importantes, mais ce ne sont pas celles que beaucoup de philosophes ont supposé. Ils ont, un temps, placé ces méthodes au cœur d'une épistémologie formelle et fondationaliste. Mais cette vision est fondamentalement gâtée par nos idéalisations à propos de la raison. En tant qu'être réels, nous en "dévions" du fait de nos calculs, de notre cognition, de nos inférences, de nos prises de décision et de la structure de nos schémas conceptuels.* ». idem.

326. « *Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.* » Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique,* op. cit, p. 17.

327. « [Cette] *approche n'a pas vocation à impliquer que la science n'est "rien d'autre que" une activité de résolution de poblèmes. La variété des objectifs de la science est aussi vaste que la multitude des motivations des scientifiques individuels : la science vise à expliquer et à contrôler le monde naturel ; les scientifiques recherchent (entre autres choses) la vérité, l'influence, l'utilité sociale et le prestige. Chacun de ces buts pourrait être (et a été) employé pour fournir un cadre dans lequel on pourrait entreprendre d'expliquer le développement et la nature de la science. Mon approche, toutefois, soutient que regarder la science comme un système de résolution de problèmes est porteur de meilleurs espoirs de capter ce que la science a de plus caractéristique qu'aucun autre cadre n'a permis de le faire.* » Larry Laudan, *Progress and its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth,* Un. California Press, Berkeley, 1977, p. 12.

328. « *Même si nous admettons que l'objectif de la science est la résolution de problèmes, et si nous admettons par surcroît qu'elle a montré son efficacité pour de telles résolution de problèmes, nous sommes fondés à demander si un système d'investigation comme la science— avec les techniques dont elle dispose — est le plus efficace mécanisme possible pour la résolution de problèmes.* » *Idem*, p. 223.

2.3.2. SCIENCE DE L'ARRIERE ET PRATIQUES SOCIALES DE REFERENCE

L'attention nouvelle à la possibilité de « *nombreuses philosophies pour de nombreuses sciences* »[329] qui sous-tend le récent "tournant pratique" de la philosophie des sciences ne se limite pas aux différentes disciplines. Parmi les praticiens de la seule physique, il pourra ainsi s'avérer utile de distinguer les rapports à la science du chercheur fondamentaliste et du chercheur appliqué, du théoricien et de l'expérimentateur, de l'ingénieur, etc.

Sans entrer ici dans une typologie aussi fine, on peut néanmoins établir une distinction entre une science "de première ligne", sur le fil du rasoir (selon la métaphore anglaise du *cutting edge*), qui remet sans cesse en cause les concepts mêmes qu'elle manipule, et une science en quelque sorte "de l'arrière", qui manipule et approfondit les concepts développés en première ligne sans généralement les remettre en cause.

Cette distinction ne constitue en aucun cas une hiérarchie de compétence ou d'utilité ; nombre d'archétypes scientifiques parmi les plus prestigieux relevent par exemple de la pure ingénierie[330]. Elle met en revanche en évidence le fait que la plupart des débats épistémologiques du XXe siècle portent en fait sur la seule science de première ligne, où se jouent les révolutions scientifiques dans quelques laboratoires de pointe, quand la science de l'arrière, bien plus nombreuse, est par construction ancrée dans des paradigmes raisonnablement établis.

3.2.1. Science scolaire *vs.* science des scientifiques

C'est en particulier le cas de la science telle qu'on l'enseigne.[331] On pourrait donc espérer qu'une "philosophie pour la science scolaire" s'avère bien plus simple que l'épistémologie généraliste, et ne retienne des enjeux évoqués dans la section précédente que les plus proches des pratiques courantes de la science, parfaitement connues et, souvent, codifiées, plutôt que celles, par définition rares et singulières, qui accompagnent ses créations les plus audacieuses. La science enseignée dans les classes secondaires est en effet pour l'essentiel une science dûment éprouvée[332]. *A fortiori,* la science enseignée à l'école primaire est pour sa part presque entièrement dégagée du problème de la création scientifique proprement dite (même si les élèves peuvent être amenés à redécouvrir, à re-créer des résultats connus).

---

329. William C. Wimsatt, « Toward A Philosophy for Limited Beings », in *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*, op. cit, p. 26.

330 . Un Américain parlera ainsi volontiers de "*rocket scientist*", c'est-à-dire d'ingénieur en aéronautique, pour qualifier un esprit scientifique brillant ; et un Français le verra "sorti de Polytechnique"...

331. Y compris pour les enseignants-chercheurs qui peuvent alterner les postures très différentes, dans le laboratoire, du chercheur de pointe remettant en cause les certitudes les mieux établies et, dans l'amphithéâtre, de l'enseignant entièrement confiant dans le paradigme qu'il transmet. Nous ne discuterons pas ici le cas-limite des formations doctorales, dont l'un des objectifs est de mettre les étudiants au contact de la science de première ligne.

332. Les programmes de physique pour le lycée incluent désormais une première initiation à la physique du XXe siècle ; mais la mécanique quantique et la relativité einsteinienne elles-mêmes relèvent d'un paradigme bien établi depuis presque un siècle.

Cette intuition serait sans doute valide si la « science scolaire » se résumait à une version "réduite", aussi bien en termes de contenus que d'arsenal méthodologique, de la « science des scientifiques ».[333] La réalité est malheureusement plus complexe, et l'écart entre les activités scolaires relevant des sciences et les pratiques des scientifiques ne se résume pas à une simple différence de niveau. A mesure que l'on s'éloigne du laboratoire, de nouvelles préoccupations entrent dans le champ, liées par exemple au rôle politique et social de la science, dont l'enseignant ne saurait faire entièrement abstraction.[334] S'y ajoutent celles plus spécifiquement scolaires, liées à la pédagogie, à la psychologie, à la culture scolaire, etc.

3.2.2. Pratiques sociales de référence

La science des scientifiques apparaît donc moins comme un *modèle* que comme une *référence* de la science scolaire, voire, dans le lexique de Jean-Louis Martinand, comme une *pratique sociale de référence* :

> « [*La notion de pratique sociale de référence implique de*] prendre en compte non seulement les savoirs en jeu, mais les objets, les instruments, les problèmes et les tâches, les contextes et les rôles sociaux ; de penser et analyser les écarts entre activités scolaires et pratiques socio-techniques prises pour référence (référence) ; de faire apparaître les choix de pratiques de référence, leur sens politique et en tout cas social (question de la référence) ; de comprendre les conditions de cohérence pour les activités scolaires, entre tâches, instruments, savoirs et rôles ; de penser les tendances permanentes de l'école à l'autoréférence et les conditions pour s'y opposer ; de repenser la formation des maîtres, comme acquisition d'une double compétence, dans une ou plusieurs pratiques de référence, et dans la pratique enseignante sur les disciplines scolaires ; d'aborder le problème de certaines difficultés d'apprentissage et échecs scolaires en posant la question des rapports entre activités scolaires/pratiques de référence/pratiques familières aux élèves (et en leur sein, certaines postures et conceptions communes, représentations et raisonnements spontanés) ».[335]

De ce point de vue, la science scolaire apparaît pour sa part à la croisée d'un grand nombre d'enjeux et de références, dont la science des scientifiques n'est qu'une composante.[336] Une philosophie de la science scolaire déborderait donc très largement de l'épistémologie traditionnelle, et la notion de « nature de la science scolaire » pourrait avoir autant de sens différents qu'il y a de points de vue sur l'école.

La question de la « nature de la science » à l'école, centrale dans la didactique des sciences anglo-saxonne, porte donc moins sur la science scolaire proprement dite que sur les images de la science qu'elle véhicule, et qui sont « *inextricablement*

---

333. Virginie Albe et Christian Orange. « Sciences des scientifiques et sciences scolaires ». *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 2010, n°2, pp. 19–26.

334. Le chercheur s'attachant quant à lui à en faire résolument abstraction *dans son activité de recherche* — et seulement dans ce cadre.

335. Jean-Louis Martinand, « La Question de la référence en didactique du curriculum », *Investigações em Ensino de Ciências*, 2003, vol. 8(2), pp. 125–130. (p. 127)

336. « *Il est difficile de considérer ces moments scolaires* [d'enseignement des sciences] *comme une simple transposition "linéaire" des pratiques scientifiques. L'école n'est pas simplement une interface dans un processus de transposition d'une référence scientifique ; elle est le lieu de rencontre de pratiques diverses qui constituent autant de références possibles.* » Joël Bisault, « Des moments de sciences à l'école primaire : quelles références... », *RDST*, 2010, n°1, pp. 53–73.

connectées au contenu scientifique et à la façon dont il est présenté aux étudiants »[337]. Son enjeu concret est donc plutôt de savoir ce que l'on souhaite que les élèves d'un âge donné comprennent de ce qu'est la science *via* l'enseignement des sciences à l'école.

3.2.3. Une approche *top-down* de la science scolaire

L'explicitation de tels objectifs est la base d'une approche de la science scolaire que nous qualifierons de « *top-down* » dans la mesure où elle part du haut niveau de référence, celui de la science professionnelle, pour informer et qualifier la science scolaire, jusqu'à l'école maternelle, dont les élèves sont encore "en bas" de l'échelle des connaissances.

A contrario, nous qualifierons de « *bottom-up* » les approches partant des activités effectivement menées dans les (petites) classes pour remonter à une définition de la science scolaire.

3.2.3.1. Une épistémologie par le consensus

La multiplicité des traditions épistémologiques est une difficulté évidente de l'approche *top-down* : s'il serait *a priori* envisageable de dériver de la plupart autant de philosophies de la science scolaire, la confrontation de ces traditions dans un contexte pour lesquelles elles n'ont pas été conçues semble mener rapidement à l'impasse.

Une réponse est de rechercher *en amont*, sinon un consensus, du moins un plus petit dénominateur commun, applicable à la science de l'arrière. L'archétype de cette approche particulièrement répandue aux États-Unis est celle de Norman G. Lederman, qui se réfère aussi bien à des scientifiques qu'à des philosophes et à des historiens des sciences. Il identifie ainsi un certain nombre de caractéristiques de la science dont le niveau de généralité est tel qu'il fait consensus et est accessible à des lycéens :[338]

> La connaissance scientifique :
> (a) est provisoire (susceptible d'être modifiée)
> (b) est fondée sur une base empirique (elle est basée sur et/ou dérivée d'observations du monde naturel)
> (c) est subjective (elle implique des biais, des antécédents personnels et/ou dérive de choix théoriques [*theory-laden*])
> (d) implique des déductions (inference), l'imagination et la créativité d'êtres humains (elle implique l'invention d'explications)

337. « *Because NoS images are inextricably connected to science content and how it is presented to students, all science teachers and courses communicate a story to students about what science is, how science works, and other important issues about NOS. Teachers do not purposely teach mistaken ideas about NOS, but because they cannot escape teaching it, purposeful attention to the strategies is important.* » M.P. Clough et J.K. Olson, « The Nature of Science : Always Part of the Science Story », *The Science Teacher*, 2004, vol. 71(9), pp. 28–31.

338. « *Among the characteristics of scientific knowledge corresponding to this level of generality are that scientific knowledge is tentative (subject to change), empirically based (based on and/or derived from observations of the natural world), and subjective (involves personal background, biases, and/or is theory-laden); necessarily involves human inference, imagination, and creativity (involves the invention of explanations); and is socially and culturally embedded. Two additional important aspects are the distinction between observations and inferences, and the functions of and relationships between scientific theories and laws* ». Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », *Handbook of Research on Science Education*, op. cit., p. 833.

(e) est enracinée socialement et culturellement.

Deux aspects additionnels importants sont :
(f) la distinction entre observations et inférences
(g) la distinction entre les théories scientifiques et les lois.

Lederman distingue ces composantes générales de la *nature de la science* des éléments de la *démarche scientifique*, qui peuvent varier d'une discipline scientifique à l'autre.

Le jeu de caractéristiques proposé par Lederman apparaît comme la référence de la majorité des études américaines qui évaluent la Nature de la Science chez les élèves. Plus généralement, cette approche *top-down* explicite et directe est devenue dominante dans la didactique des sciences anglo-saxonne.

3.2.3.2. Vers une épistémologie pratique de l'investigation

Une approche alternative, plus indirecte, dérive d'une vision plus psychologique que philosophique de la science. Les psychologues raisonnent en effet plutôt en termes d'*épistémologies personnelles*, c'est à dire de « *jeux d'opinions détenues par les individus sur la nature de la connaissance et sa production* »[339]. Il s'agit alors moins d'établir un consensus sur la nature de la science que d'identifier des jeux d'opinions que les élèves devraient maîtriser afin « *de mettre en œuvre des investigations efficaces pour résoudre des problèmes, comprendre leur investigation comme étant de la science et être capable d'évaluer des propositions scientifiques en relation avec des problème socio-scientifiques dans leur vie hors et au-delà de l'école* ».[340]

William Sandoval suggère ainsi quatre vastes thématiques épistémologiques :[341]

(a) La connaissance scientifique est un savoir *construit*
(b) Diversité des méthodes scientifiques
(c) Variété des formes de connaissance scientifique
(d) Toutes les formes de connaissance scientifique n'ont pas le même degré de certitude.

Plus précisément :

> « **La connaissance scientifique est un savoir *construit***
>
> ... par des personnes et non simplement découvert ici ou là. En fait, l'effort pour expliquer ce qu'on observe du monde naturel pourrait être le meilleur moyen de caractériser la science. La clef de la notion de science est qu'il existe une relation dialectique entre la théorie et l'observation.
>
> L'idée que selon laquelle la connaissance scientifique est un savoir construit n'est pas sans conséquences. L'une d'elles est que la créativité joue un rôle important dans le développement de la connaissance scientifique, puisque la créativité humaine est la source des idées théoriques. Un second corollaire est que la connaissance scientifique n'est pas acceptée parce qu'elle est "vraie" mais parce que des gens sont persuadés de sa valeur, *i.e.* du fait qu'elle constitue une explication adéquate, qu'elle est utile, ou d'autres avantages. Tout ceci est lié à la notion que la connaissance scientifique est socialement construite, et intègre donc

339. W. A. Sandoval. « Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry». *Science Education*, 2005, vol. 89 (5), pp. 634–656. (p. 636)

340. *idem*, p. 639.

341. *idem*, pp. 639–641.

de la coopération, de la collaboration et de la compétition.

Diversité des méthodes scientifiques
Les élèves devraient comprendre que les méthodes scientifiques sont diverses. Il semble qu'il n'y a pas qu'une méthode unique qui puisse être considérée comme scientifique. Les champs scientifiques paraissent plutôt reposer pour l'évaluation des méthodes et de la connaissance qu'ils produisent sur des critères qui ont trait à la systématicité, la minutie, la concordance avec des connaissances déjà existantes, etc. Le principal objectif scientifique est que les propositions sur le monde naturel doivent s'accorder et donner du sens avec les observations sur le monde. Epistémologiquement, l'objectif est d'aider les élèves à développer des standards pour évaluer la correspondance entre les observations, les méthodes pour les obtenir et les propositions de connaissance construites à travers elles. Cette évaluation a des implications importantes sur le degré de certitude attribué à des propositions portant sur des connaissances spécifiques.

Variété des formes de connaissance scientifique

Les élèves doivent comprendre qu'il existe différentes formes de connaissance scientifique, de puissances explicatives ou prédictives variables et entretenant des relations différentes avec le monde observable. Au-delà des théories, des lois et des hypothèses, les modèles sont une forme importante de connaissance scientifique. On rencontre également des formes rhétoriques comme des explications, des prédictions et des arguments qui s'appuient sur ces autres formes épistémologiques pour avancer des propositions spécifiques.

Toutes les connaissances scientifiques n'ont pas le même degré de certitude

Certaines propositions sont plus provisoires que d'autres. L'idée que toutes les connaissances scientifique n'ont pas le même degré de certitude a au moins deux conséquences importantes pour les réformes concernant la démarche d'investigation. Tout d'abord, supprimer la certitude absolue décentre l'autorité en matière de connaissance des enseignants vers les élèves. D'autre part, ce décentrement permet de considérer plus authentiquement, en termes de capacité à satisfaire des critères épistémologiques, le lieu où se fonde l'autorité d'une proposition. Autrement dit, la valeur de vérité ultime d'une proposition, scientifique ou autre, peut ne pas être complètement déterminée ou dépendre en dernière analyse d'axiomes philosophiques, mais cela ne signifie pas pour autant qu'elle ne peut pas être évaluée au regard de normes consensuelles.[342]

Les objectifs proprement épistémologiques dérivés de la pratique sociale de référence (la « science des scientifiques », approche *top-down*) sont alors revus à la lumière de ce que l'on sait « *des idées des élèves à propos de la nature de la science et de ses méthodes en vue d'élaborer et de construire des connaissances scientifiques* ». Cette approche indirecte est, selon Sandoval, la façon la plus adéquate de prendre en considération d'une part « *le rôle que la démarche d'investigation peut jouer dans le développement de leur compréhension des pratiques de la science* » et d'autre part « *la façon dont les idées des élèves sur la nature des connaissances et les moyens d'en générer de nouvelles peuvent influer sur leurs investigations* ».[343]

342. *idem*, p. 639–641.
343. *idem*, p. 638.

2.3.3. NATURE DE LA SCIENCE A L'ECOLE PRIMAIRE

En dernière analyse, ce sont les programmes qui fixent pour chaque pays les objectifs à atteindre par les enseignants en termes de perception de la nature de la science scolaire.

Après une revue de ces objectifs dans différents pays, on reviendra sur les travaux en didactique qui les sous-tendent.

3.3.1. La Nature de la science dans les programmes scolaires

On peut distinguer deux approches principales de la nature de la science scolaire dans les programmes de l'école primaire : celle où des indications explicites sont données aux enseignants sur ce que les enfants doivent comprendre du NOS (e.g. aux Etats-Unis, au Royaume-Uni, en Australie) et celle où elles restent implicites (e.g. la France, le Plan d'études Romand en Suisse).

3.3.1.1. En France et en Suisse, des programmes prudents

France

La question de la nature de la science n'est pas spécifiquement abordée dans les programmes français de l'école primaire. Il est cependant possible d'en inférer une définition de ce que pourrait être la science pour un élève de CM2.

Tout d'abord, les programmes ne commencent à parler explicitement d'enseignement scientifique qu'au cycle 3. Auparavant, c'est dans le domaine « Découvrir le Monde » en maternelle et dans celui de « Découverte du monde » au cycle 2 que l'on trouve des contenus de nature scientifique.

On attend des élèves de fin de maternelle qu'ils sachent :

> « Reconnaître, nommer, décrire, comparer, ranger et classer des matières, des objets selon leurs qualités et leurs usages ; connaître des manifestations de la vie animale et végétale, les relier à de grandes fonctions : croissance, nutrition, locomotion, reproduction ; nommer les principales parties du corps humain et leur fonction, distinguer les cinq sens et leur fonction. » [344]

Puis, au cycle 2 :

> « Les élèves dépassent leurs représentations initiales par l'observation et la manipulation et mènent des investigations qui les amènent à décrire leurs observations et à maîtriser un vocabulaire de plus en plus précis »[345].

Le premier palier pour la maîtrise du socle commun fixe parmi les compétences attendues à la fin du CE1 celles de :

> « Résoudre des problèmes très simples et observer et décrire pour mener des investigations » [346]

Au cycle 3 apparaît le domaine « Sciences expérimentales et Technologie ». Les compléments de 2012 au programme de 2008 ne modifient pas l'introduction de 2008 qui fixe comme objectif aux sciences expérimentales et à

344. Bulletin Officiel, Hors série, n°3, 19 juin 2008, p. 16.
345. Bulletin Officiel, n°1, 5 janvier 2012, p. 6.
346. Bulletin Officiel, Hors série, n°3, 19 juin 2008, p. 20.

la technologie de :

> « Comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature et celui construit par l'Homme, d'agir sur lui, et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine et de faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. Pour atteindre ces buts, « les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique » ; « observation, questionnement, expérimentation et argumentation étant pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la Main à la pâte. » [347]

Le second palier pour la maîtrise du socle commun fixe parmi les compétences attendues à la fin du CM2 :

> « Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ; manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ; mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions ; exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ; maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques ; mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante (par exemple, apprécier l'équilibre d'un repas) ; exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques. » [348]

En synthétisant les diverses indications des programmes, on peut construire la définition suivante de la science :

> La science est une *démarche* pour comprendre et décrire le monde réel, pour agir sur lui et maîtriser les changements induits par l'activité humaine. Cette démarche nécessite d'observer, de questionner, manipuler, expérimenter, de formuler une hypothèse et de la tester, d'argumenter, de mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions, d'exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral. Elle conduit à la maîtrise de connaissances et à la capacité de distinguer faits et hypothèse vérifiables d'une part et opinions et croyances d'autre part.
>
> [Objectif explicité E.B.]

Les enseignants français gardent donc une très grande latitude d'interprétation des compétences épistémologiques qu'ils souhaitent transmettre à leurs élèves.

Suisse romande

La question n'est pas non plus spécifiquement traitée dans les programmes de l'école primaire en Suisse romande. Le Plan d'études Romand (PER) indique que :

> « Le propos des sciences est d'établir un principe de rationalité dans la confrontation des idées et des théories avec les faits observables dans le monde environnant. La culture scientifique peut se définir comme le fait de savoir identifier, sur la base de connaissances scientifiques, des questions et en tirer des conclusions fondées sur des faits, en vue d'appréhender et d'interpréter la réalité. Cette compréhension vise à prédire des effets à partir de causes identifiées. Entre

347. *idem*, p. 24. C'est nous qui soulignons.
348. *idem*, p. 28.

autres, elle permet de repérer les changements du monde naturel dus à l'activité humaine et à prendre des décisions à ce propos. » [349]

Cette introduction commune à la description des programmes des cycles 1 (4 premières années du primaire, 4-8 ans), 2 (4 années suivantes, 8-12 ans) et 3 (12-15 ans) est suivie d'une présentation des compétences attendues pour chaque cycle. [350] On attend d'un élève à la fin du cycle 2 (l'équivalent de la 6e française) qu'il *s'initie à la démarche scientifique* et pour cela qu'il :

> « formule au moins une question ou une hypothèse au sujet d'une problématique ; identifie un facteur (une variable ou une constante) intervenant dans une problématique ; propose un instrument de mesure adéquat dans une situation problématique donnée ; confronte ses résultats d'observation, d'expérimentation ou de recherches documentaires pour infirmer ou confirmer une hypothèse ; compare deux éléments *(objets, plantes, animaux, partie du corps,…)* selon des critères donnés ; choisisse un critère pour trier une collection et l'utilise pour la présenter ; communique ses résultats par oral et à l'aide d'un dessin annoté. La démarche scientifique développe l'esprit critique des élèves : ne pas toujours croire ce que l'on voit au premier regard ; se questionner, remettre en question son idée première. »[351]

On peut donc construire de même une définition de la science à l'usage des élèves du cycle 2 :

> La science est une *démarche* pour confronter des idées et des théories avec les faits observables dans le monde environnant en s'appuyant sur un principe de rationalité. Cette démarche nécessite de formuler une question ou une hypothèse au sujet d'une problématique, de confronter les résultats d'expérimentation, d'observation ou de recherches documentaires pour infirmer ou confirmer une hypothèse, de communiquer ses résultats. Elle peut impliquer d'identifier un facteur, de comparer, trier des éléments en choisissant des critères de tri.
>
> [Objectif explicité E.B.]

C'est donc aussi bien en France qu'en Suisse la « démarche scientifique » qui caractérise la science.

3.3.1.2. Des programmes anglo-saxons explicites

L'approche des programmes anglo-saxons est très différente. On s'intéressera essentiellement aux programmes américains et australiens qui mentionnent explicitement ce que les enfants doivent comprendre sur la nature de la science en fin d'école primaire. Le programme anglais est quand à lui intermédiaire : s'il demande que les enfants sachent des choses sur ce qu'est la science, il développe peu la question.

C'est par ailleurs dans ces pays que la recherche sur le NoS est la plus active.

---

349. Le PER est disponible sur le site : http://www.plandetudes.ch (consulté août 2014)

350. Les cycles sont différents en France et en Suisse.

351. Compétences disponibles sur le site du PER :
http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_16/

Next Generation Science Standards aux États-Unis

Il n'y a pas de programmes fédéraux officiels aux Etats-Unis : chaque Etat, voire parfois chaque école, peut élaborer son propre programme d'enseignement. En revanche, l'Académie nationale des sciences élabore *via* le National Research Council des standards pour l'enseignement des sciences et publie des manuels pour les enseignants en impliquant fortement les didacticiens des sciences dans le processus. Ces publications servent de référence à l'ensemble du pays.

La denière version des standards distingue les pratiques de la science et de l'ingénierie[352] de la nature de la science qu'elle décline selon huit axes :

1. Les investigations scientifiques déploient une grande variété de méthodes
2. La connaissance scientifique est fondée sur des preuves empiriques
3. La connaissance scientifique est ouverte à des révisions à la lumière de nouvelles preuves
4. Le rôle des modèles, des lois, des mécanismes, et des théories scientifiques est d'expliquer les phénomènes naturels
5. La science est un moyen d'accéder à la connaissance
6. La connaissance scientifique repose sur l'hypothèse qu'un ordre et une cohérence sous-tendent les systèmes naturels
7. La science est un accomplissement humain
8. La science tente de répondre à des questions sur le monde naturel et matériel

Chaque axe est ensuite à son tour décliné sur 4 niveaux d'âge : le niveau K-2 (CE1), le bloc K-3-5 (CE2-CM2), le niveau "*middle school*" (éq. collège) et le niveau "*high school*" (éq. lycée). Pour chaque niveau d'âge, il est indiqué les attendus en termes d'apprentissage.

Understandings about the Nature of Science				
Categories	**K-2**	**3-5**	**Middle School**	**High School**
Science is a Way of Knowing	▪ Science knowledge helps us know about the world.	▪ Science is both a body of knowledge and processes that add new knowledge. ▪ Science is a way of knowing that is used by many people.	▪ Science is both a body of knowledge and the processes and practices used to add to that body of knowledge. ▪ Science knowledge is cumulative and many people, from many generations and nations, have contributed to science knowledge. ▪ Science is a way of knowing used by many people, not just scientists.	▪ Science is both a body of knowledge that represents a current understanding of natural systems and the processes used to refine, elaborate, revise, and extend this knowledge. ▪ Science is a unique way of knowing and there are other ways of knowing. ▪ Science distinguishes itself from other ways of knowing through use of empirical standards, logical arguments, and skeptical review. ▪ Science knowledge has a history that includes the refinement of, and changes to, theories, ideas, and beliefs over time.
Scientific Knowledge Assumes an Order and Consistency in Natural Systems	▪ Science assumes natural events happen today as they happened in the past. ▪ Many events are repeated.	▪ Science assumes consistent patterns in natural systems. ▪ Basic laws of nature are the same everywhere in the universe.	▪ Science assumes that objects and events in natural systems occur in consistent patterns that are understandable through measurement and observation. ▪ Science carefully considers and evaluates anomalies in data and evidence.	▪ Scientific knowledge is based on the assumption that natural laws operate today as they did in the past and they will continue to do so in the future. ▪ Science assumes the universe is a vast single system in which basic laws are consistent.
Science is a Human Endeavor	▪ People have practiced science for a long time. ▪ Men and women of diverse backgrounds are scientists and engineers.	▪ Men and women from all cultures and backgrounds choose careers as scientists and engineers. ▪ Most scientists and engineers work in teams. ▪ Science affects everyday life. ▪ Creativity and imagination are important to science.	▪ Men and women from different social, cultural, and ethnic backgrounds work as scientists and engineers. ▪ Scientists and engineers rely on human qualities such as persistence, precision, reasoning, logic, imagination and creativity. ▪ Scientists and engineers are guided by habits of mind such as intellectual honesty, tolerance of ambiguity, skepticism and openness to new ideas. ▪ Advances in technology influence the progress of science and science has influenced advances in technology.	▪ Scientific knowledge is a result of human endeavor, imagination, and creativity. ▪ Individuals and teams from many nations and cultures have contributed to science and to advances in engineering. ▪ Scientists' backgrounds, theoretical commitments, and fields of endeavor influence the nature of their findings. ▪ Technological advances have influenced the progress of science and science has influenced advances in technology. ▪ Science and engineering are influenced by society and society is influenced by science and engineering.
Science Addresses Questions About the Natural and Material World.	▪ Scientists study the natural and material world.	▪ Science findings are limited to what can be answered with empirical evidence.	▪ Scientific knowledge is constrained by human capacity, technology, and materials. ▪ Science limits its explanations to systems that lend themselves to observation and empirical evidence. ▪ Science knowledge can describe consequences of actions but is not responsible for society's decisions.	▪ Not all questions can be answered by science. ▪ Science and technology may raise ethical issues for which science, by itself, does not provide answers and solutions. ▪ Science knowledge indicates what can happen in natural systems—not what should happen. The latter involves ethics, values, and human decisions about the use of knowledge. ▪ Many decisions are **not** made using science alone, but rely on social and cultural contexts to resolve issues.

Tableau 3.3.1.2.a. : Descriptif des objectifs en termes de NoS en fonction de l'âge (États-Unis) (première partie)

352. Pour les pratiques, cf. *infra*, § 2.4.3.3. Standards disponibles sur le site Next Generation Science Standards : http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards (consulté août 2014)

Understandings about the Nature of Science				
Categories	**K-2**	**3-5**	**Middle School**	**High School**
Scientific Investigations Use a Variety of Methods	▪ Science investigations begin with a question. ▪ Scientist use different ways to study the world.	▪ Science methods are determined by questions. ▪ Science investigations use a variety of methods, tools, and techniques.	▪ Science investigations use a variety of methods and tools to make measurements and observations. ▪ Science investigations are guided by a set of values to ensure accuracy of measurements, observations, and objectivity of findings. ▪ Science depends on evaluating proposed explanations. ▪ Scientific values function as criteria in distinguishing between science and non-science.	▪ Science investigations use diverse methods and do not always use the same set of procedures to obtain data. ▪ New technologies advance scientific knowledge. ▪ Scientific inquiry is characterized by a common set of values that include: logical thinking, precision, open-mindedness, objectivity, skepticism, replicability of results, and honest and ethical reporting of findings. ▪ The discourse practices of science are organized around disciplinary domains that share exemplars for making decisions regarding the values, instruments, methods, models, and evidence to adopt and use. ▪ Scientific investigations use a variety of methods, tools, and techniques to revise and produce new knowledge.
Scientific Knowledge is Based on Empirical Evidence	▪ Scientists look for patterns and order when making observations about the world.	▪ Science findings are based on recognizing patterns. ▪ Scientists use tools and technologies to make accurate measurements and observations.	▪ Science knowledge is based upon logical and conceptual connections between evidence and explanations. ▪ Science disciplines share common rules of obtaining and evaluating empirical evidence.	▪ Science knowledge is based on empirical evidence. ▪ Science disciplines share common rules of evidence used to evaluate explanations about natural systems. ▪ Science includes the process of coordinating patterns of evidence with current theory. ▪ Science arguments are strengthened by multiple lines of evidence supporting a single explanation.
Scientific Knowledge is Open to Revision in Light of New Evidence	▪ Science knowledge can change when new information is found.	▪ Science explanations can change based on new evidence.	▪ Scientific explanations are subject to revision and improvement in light of new evidence. ▪ The certainty and durability of science findings varies. ▪ Science findings are frequently revised and/or reinterpreted based on new evidence.	▪ Scientific explanations can be probabilistic. ▪ Most scientific knowledge is quite durable but is, in principle, subject to change based on new evidence and/or reinterpretation of existing evidence. ▪ Scientific argumentation is a mode of logical discourse used to clarify the strength of relationships between ideas and evidence that may result in revision of an explanation.
Science Models, Laws, Mechanisms, and Theories Explain Natural Phenomena	▪ Scientists use drawings, sketches, and models as a way to communicate ideas. ▪ Scientists search for cause and effect relationships to explain natural events.	▪ Science theories are based on a body of evidence and many tests. ▪ Science explanations describe the mechanisms for natural events.	▪ Theories are explanations for observable phenomena. ▪ Science theories are based on a body of evidence developed over time. ▪ Laws are regularities or mathematical descriptions of natural phenomena. ▪ A hypothesis is used by scientists as an idea that may contribute important new knowledge for the evaluation of a scientific theory. ▪ The term "theory" as used in science is very different from the common use outside of science.	▪ Theories and laws provide explanations in science, but theories do not with time become laws or facts. ▪ A scientific theory is a substantiated explanation of some aspect of the natural world, based on a body of facts that has been repeatedly confirmed through observation and experiment, and the science community validates each theory before it is accepted. If new evidence is discovered that the theory does not accommodate, the theory is generally modified in light of this new evidence. ▪ Models, mechanisms, and explanations collectively serve as tools in the development of a scientific theory. ▪ Laws are statements or descriptions of the relationships among observable phenomena. ▪ Scientists often use hypotheses to develop and test theories and explanations.

Tableau 3.3.1.2.b. : idem (deuxième partie)

Soit pour les élèves américains de fin de CE1 :

> La science étudie le monde naturel et matériel et considère que les événements naturels se produisent aujourd'hui comme ils se passaient dans le passé. La connaissance scientifique nous aide à comprendre le monde. Cela fait très longtemps que des hommes et des femmes de diverses origines pratiquent en tant que scientifiques ou ingénieurs. Les investigations scientifiques commencent par une question. Les scientifiques utilisent différentes méthodes pour étudier le monde. De nombreux événements peuvent être répétés. Les scientifiques cherchent des régularités et l'ordre quand ils font des observations sur le monde. Ils utilisent des dessins, des schémas et des modèles pour communiquer les idées. Ils cherchent les relations de cause et effet pour expliquer les phénomènes naturels. La connaissance scientifique peut changer quand de nouvelles informations sont trouvées.
>
> [Synthèse E.B.]

Pour les élèves de fin de CM2 :

> La science est une façon de comprendre utilisée par de nombreuses personnes et consiste à la fois en un ensemble de connaissances et de processus. Elle crée de nouvelles connaissances. Elle considère qu'il y a des régularités dans les systèmes naturel et que les lois de la nature sont les même partout dans l'univers. Elle ne fournit de réponses qu'en présence de preuves empiriques. Les méthodes scientifiques sont déterminées par des questions et les investigations utilisent une grande diversité de méthodes, d'outils et de techniques qui sont utilisés pour réaliser des mesures et des observations précises. Les résultats scientifiques sont basés sur la reconnaissance de régularités. Les explications scientifiques peuvent changer en présence de

nouvelles preuves, elles décrivent les mécanismes de phénomènes naturels. Les théories scientifiques reposent sur un ensemble de preuves et de nombreux tests. La plupart des scientifiques et des ingénieurs travaillent en équipe et ce sont des hommes et des femmes de toutes les cultures et de toutes les origines.

[Synthèse E.B.]

Programmes australiens

En Australie, la « *foundation year* » accueille les élèves de 5-6 ans, et l'école primaire s'arrête à 13 ans. Il y a donc 7 années d'études (Year 1- Year 7) qui correspondent aux années de CP à la classe de 5e en France. Dès la « foundation year », les programmes distinguent les contenus scientifiques de deux autres catégories : « *Science inquiry skills* » et « *Science as Human Endeavor* », cette dernière étant elle-même subdivisée en deux sous-catégories : « *Nature and Development of Science* » et « *Use and Influence of Science* »[353].

		Foundation Year	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6
Science as a Human Endeavour	Nature and development of science	Science involves exploring and observing the world using the senses	Science involves asking questions about, and describing changes in, objects and events		Science involves making predictions and describing patterns and relationships		Science involves testing predictions by gathering data and using evidence to develop explanations of events and phenomena Important contributions to the advancement of science have been made by people from a range of cultures	
	Use and influence of science		People use science in their daily lives, including when caring for their environment and living things		Science knowledge helps people to understand the effect of their actions		Scientific understandings, discoveries and inventions are used to solve problems that directly affect peoples' lives Scientific knowledge is used to inform personal and community decisions	
Science Inquiry Skills	Questioning and predicting	Respond to questions about familiar objects and events	Respond to and pose questions, and make predictions about familiar objects and events		With guidance, identify questions in familiar contexts that can be investigated scientifically and predict what might happen based on prior knowledge		With guidance, pose questions to clarify practical problems or inform a scientific investigation, and predict what the findings of an investigation might be	
	Planning and conducting	Explore and make observations by using the senses	Participate in different types of guided investigations to explore and answer questions, such as manipulating materials, testing ideas, and accessing information sources Use informal measurements in the collection and recording of observations, with the assistance of digital technologies as appropriate		Suggest ways to plan and conduct investigations to find answers to questions Safely use appropriate materials, tools or equipment to make and record observations, using formal measurements and digital technologies as appropriate		With guidance, plan appropriate investigation methods to answer questions or solve problems Decide which variable should be changed and measured in fair tests and accurately observe, measure and record data, using digital technologies as appropriate Use equipment and materials safely, identifying potential risks	
	Processing and analysing data and information	Engage in discussions about observations and use methods such as drawing to represent ideas	Use a range of methods to sort information, including drawings and provided tables Through discussion, compare observations with predictions		Use a range of methods including tables and simple column graphs to represent data and to identify patterns and trends Compare results with predictions, suggesting possible reasons for findings		Construct and use a range of representations, including tables and graphs, to represent and describe observations, patterns or relationships in data using digital technologies as appropriate Compare data with predictions and use as evidence in developing explanations	
	Evaluating		Compare observations with those of others		Reflect on the investigation, including whether a test was fair or not		Suggest improvements to the methods used to investigate a question or solve a problem	
	Communicating	Share observations and ideas	Represent and communicate observations and ideas in a variety of ways such as oral and written language, drawing and role play		Represent and communicate ideas and findings in a variety of ways such as diagrams, physical representations and simple reports		Communicate ideas, explanations and processes in a variety of ways, including multi-modal texts	

Tableau 3.3.1.2.c. : Descriptif des objectifs en termes de NoS et de compétences relatives à l'investigation en fonction de l'âge des élèves (Australie)

353. Programmes disponibles sur le site du Ministère de l'éducation australien : http://www.australiancurriculum.edu.au/Science/Science-across-foundation-to-year-12 (consulté août 2014)

Soit pour les élèves australiens de fin de CE1 :

> La science implique de se poser des questions et de décrire les changements relatifs à des objets et des événements. Elle est utilisée dans la vie de tous les jours y compris quand les gens prennent soins de leur environnement et des êtres vivants.
>
> [Synthèse E.B.]

En fin de CM1, cette définition évolue en :

> La science implique de se poser des questions, de faire des prédictions et de décrire des relations et régularités relatives à des objets et des événements. La connaissance scientifique aide les gens à comprendre les effets de leurs actions.
>
> [Synthèse E.B.]

Enfin, cette définition devient en fin de 6e :

> La science implique de se poser des questions, de tester des prédictions en rassemblant des données et en utilisant des preuves pour développer des explications à propos d'événements et de phénomènes. Des contributions importantes à l'avancement des sciences ont été faites par des gens de cultures très variées. La compréhension scientifique, les découvertes et les inventions sont utilisées pour résoudre des problèmes qui affectent directement la vie des gens et la connaissance scientifique est utilisée pour informer les décisions de chacun et de la communauté.
>
> [Synthèse E.B.]

Programmes britanniques

Au Royaume-Uni, le primaire est scindé en deux paliers, ou "*key stages*" : le premier de 5 à 7 ans (GS-CP) et le deuxième de 7 à 11 ans. (CE1- CM2). Aux domaines liés à des contenus scientifiques (le vivant, la matière etc.) s'ajoutent le domaine « investigation scientifique » subdivisé en deux catégories : les idées et preuves en science ; et les compétences relatives à l'investigation[354].

Key Stage	Idées et indices en sciences
1	Il conviendrait d'apprendre aux élèves que lorsqu'on essaie de répondre à une question il est important de rassembler des indices en procédant à des observations et à des mesures .
2	Il conviendrait d'apprendre aux élèves : a. que l'objet de la science consiste est de déployer une pensée créative pour tenter d'expliquer comment fonctionnent le vivant et le non-vivant et pour établir des relations entre les causes et les effets b. qu'il est important de tester ses idées à l'aide des indices tirés de l'observation et de la mesure.

Tableau 3.3.1.2.d. : Descriptif des objectifs en fonction de l'âge des élèves (Royaume-Uni)

354. Programmes disponibles sur le site du Ministère de l'éducation anglais : http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum/primary/ (consulté août 2014)

Par ailleurs, il est précisé en introduction aux programmes que :

> « Au cours du palier 1, les enfants observent, explorent et posent des questions à propos du vivant, de matériaux et de phénomènes. Ils commencent à travailler ensemble pour rassembler des éléments de preuve les aidant à répondre aux questions et à les lierà des idées scientifiques simples. Ils évaluent ces éléments et apprécient la justesse de leurs comparaisons et de leurs tests. Ils utilisent du matériel pédagogique pour en découvrir plus sur des idées scientifiques. Ils partagent leurs idées et les communiquent en employant le langage scientifique, des dessins, des schémas et des tableaux. »

Au palier 1 (GS-CP), il n'est pas demandé aux enseignants de définir la science. Ils doivent en revanche faire comprendre aux élèves l'importance de la pratique consistant à récupérer des preuves en faisant des expériences et des mesures pour essayer de répondre à des questions.

> « Au cours du palier 2, les élèves s'instruisent à propos d'une plus grande variété d'êtres vivants, de matériaux et de phénomènes. Ils commencent à établir des liens entre des idées et à fonder leurs explications sur des modèles simples et des théories. Ils réinvestissent leurs connaissances et leur compréhension d'idées scientifiques dans des phénomènes familiers concernant la vie quotidienne et leur santé personnelle. Ils commencent à réfléchir aux effets positifs et négatifs du développement scientifique et technologique sur l'environnement et dans d'autres contextes. Ils mènent des investigations plus systématiques, en travaillant par eux-mêmes et avec d'autres. Ils utilisent une grande variété de sources pour leur travail. Ils communiquent à propos de leur travail et de sa signification, ils partagent leurs idées en déployant un large spectre de langages scientifiques, de diagrammes, de schémas et de graphes. »

Pour les élèves de fin de CM2 en revanche :

> La science consiste à réfléchir de façon créative pour expliquer comment fonctionnent le vivant et les choses non vivantes et pour construire des liens entre des causes et des effets. Il est important de tester les idées en utilisant des preuves issues de l'observation et de mesures.
>
> [Synthèse E.B.]

Les programmes du primaire au Royaume-Uni changeront à partir de 2014 dans le sens d'un renoncement à expliciter la nature de la science. La version de travail disponible indique le remplacement du domaine « investigation scientifique » par un domaine intitulé « travailler scientifiquement » (« *working scientifically* ») dans lequel sont uniquement précisées des procédures et des méthodes scientifiques pratiques (*practical scientific processes and methods*), comme planifier des investigations, contrôler des paramètres, mesurer. Les programmes visent ainsi à développer « la compréhension de la nature de la science, de ses procédures et de ses méthodes »[355].

355. « *develop understanding of the* ***nature, processes and methods of science*** *through practical activity* ». Version de travail disponible sur le site du ministère de l'éducation du Royaume-Uni : https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study (consulté août 2014)

3.3.1.3. Synthèse : des attentes variées

Ce que les élèves de primaire doivent savoir de la nature de la science varie considérablement d'un pays à l'autre.

Certains pays (France, Suisse romande) considèrent avant tout la science comme une démarche. Les compétences relatives à la mise en œuvre d'une investigation sont donc caractéristiques de la science. D'autres pays dissocient les pratiques relatives à l'investigation de la nature de la science (Etats-Unis, Australie, Royaume-Uni). Certains mettent l'accent sur les personnes qui pratiquent les sciences (Etats-Unis) ou sur l'intérêt de la science pour la société (Australie).

Les propositions des « *Next Generation Science Standards* » américains paraissent de loin les plus ambitieuses en termes d'attendus chez des élèves de fin de CM2 : elles introduisent l'idée de théorie scientifique à l'école primaire. Ce sont également les plus détaillées.

On peut également noter que la formulation des compétences/connaissances du NoS attendue à l'école primaire procède par *simplification* de celles visées aux niveaux supérieurs, tant en Australie qu'aux Etats-Unis où la section NoS occupe une place importante. Il en va de même lorsque les niveaux de l'école primaire sont décomposés : la définition de la science proposée aux élèves les plus jeunes est une version édulcorée de ce qui est attendu des élèves du niveau directement supérieur. Cela conduit les concepteurs de « *Next Generation Science Standards* » à faire varier considérablement le contenu d'une catégorie (e.g. « *Science is a way of knowing* ») en fonction de l'âge des élèves.

3.3.2. Synthèse du corpus didactique

Alors qu'on trouve pléthore de définition de la nature de la science à destination des élèves de collège, de lycée voire des étudiants universitaires, on en connait très peu à destination des élèves de primaire.

Par ailleurs, l'introduction de la nature de la science est assez récente dans la plupart des programmes (les « Next Generation Science Standards » sont sortis en avril 2013, les programmes australiens en 2012). Ce point n'est pas sans conséquence sur les recherches en didactique qui sont liées aux contenus et aux réformes des programmes.

3.3.2.1. Consensus d'experts

L'épistémologie scolaire étant un champ relativement nouveau, les programmes dérivent en bonne partie de résultats de consensus d'experts.

Quatre Notions-clés

En France, en 2009, un colloque financé par le prix Purkwa (Académie des sciences/ Ecole des Mines de Saint-Etienne) a rassemblé dix experts[356] qui ont proposé dix notions-clés *de* science et quatre *sur* la science. Destinées aux

356. Derek Bell, Rosa Devés, Hubert Dyasi, Guillermo Fernandez de la Garza, Pierre Léna, Wynne Harlen, Robin Millar, Michael Reiss, Patricia Rowell, Wei Yu.

élèves de la maternelle à la troisième, elles sont considérées comme les bases de ce que tout un chacun devrait savoir de et sur la science.

> « **1. La science présume que chaque effet observé possède une ou plusieurs causes.**
> La science veut expliquer et comprendre les phénomènes du monde naturel en termes de leurs causes. Les explications proposées doivent être fondées sur des évidences résultant d'observations et d'expériences. Il n'existe pas une méthode scientifique unique permettant de produire une explication scientifique et d'en tester la validité.
>
> **2. Les explications scientifiques, les théories et les modèles acceptés constituent la meilleure représentation possible des faits qui sont connus à un moment donné.**
> Une théorie scientifique ou un modèle décrivant les relations entre des variables ou des composants d'un système doivent être en accord avec les observations disponibles à un moment donné et conduire à des prédictions pouvant être testées. Toute théorie, tout modèle sont donc provisoires, susceptibles de révision à la lumière de nouvelles donneées, même si précédemment ils ont pu conduire à des prévisions en accord avec les données alors disponibles. Chaque modèle possède ses points forts et ses limitations lorsqu'il rend compte des observations.
>
> **3. Les connaissances produites par la science sont utilisées dans les technologies afin de créer des produits qui servent des buts définis par l'homme.**
> L'application de notions scientifiques par les techniques a conduit à de profonds changements dans bien des aspects de l'activité humaine. Les progrès des technologies ont permis de nouvelles avancées scientifiques ; cela, à son tour, permet d'accroître les connaissances, et de satisfaire la curiosité des hommes sur le monde naturel. Dans certains domaines, les technologies précèdent les notions scientifiques, mais dans d'autres ces notions précèdent les technologies.
>
> **4. Les applications de la science ont, bien souvent, des implications éthiques, sociales, économiques et politiques.**
> L'usage des connaissances scientifiques par les technologies a rendu possibles de très nombreuses innovations. Décider du caractère souhaitable ou non de telle ou telle application particulière de la science ne relève pas du seul jugement scientifique. Des jugements éthiques et moraux peuvent alors intervenir, fondés par exemple sur des considérations de protection de l'être humain ou d'impact sur la société et son environnement. » [357]

Une description plus précise est ensuite fournie,[358] et une progressivité des contenus proposée sous forme d'un continuum sans indication claire d'âge où chacun des différents éléments seraient accessibles.

Une étude Delphi

Dans un esprit voisin, John Osborne et son équipe s'appuient au Royaume-Uni sur une étude "Delphi" pour définir les idées sur la science qui devraient être enseignées à l'école.[359] Dans cette étude, les réponses récupérées auprès

357. Wynne Harlen, Pierre Léna, *10 Notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3e*, éd. Belin/Le Pommier, Paris, 2011, pp. 73–74.
Accessible en ligne sur le site de la fondation La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11926/notions-cl-s-pour-enseigner-la-science (consulté août 2014)

358. *idem*, pp. 110–117.

359. J. Osborne, S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar et R.Duschl. « What "ideas-about-science" should be taught in school science ? A Delphi study of the expert community ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2003, vol. 40 (7), pp. 692–720.

de 23 experts (scientifiques, philosophes, didacticiens, enseignants) et leur classement par ordre de priorité des thématiques extraites de la question « *Que devrait-on enseigner aux élèves sur ce qu'est la science ?* » ont permis de générer les propositions :

« **Méthode expérimentale et pensée critique**
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que la science emploie la méthode expérimentale pour tester les idées ; et en particulier certaines procédures de base comme la vérification. Il doit être clair que le résultat d'une expérience unique est rarement suffisant pour établir une proposition scientifique.

Créativité
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que la science fait autant appel à la créativité et à l'imagination que beaucoup d'autres activités humaines et que certaines idées scientifiques sont d'immenses prouesses intellectuelles. Les scientifiques sont des individus aussi passionnés et investis dans leur travail que les membres de toute autre profession, et leur travail repose sur l'inspiration et l'imagination.

Science et questionnement
Il conviendrait d'apprendre aux élèves qu'un aspect important du travail d'un scientifique est le processus permanent et répété de questionnement et de recherche de réponses qui elles-mêmes conduisent à de nouvelles questions. Ce processus conduit à l'émergence de nouvelles théories et techniques scientifiques qui sont à leur tour testées empiriquement.

Diversité de la pensée scientifique
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que la science emploie une large gamme de méthodes et d'approches et qu'il n'y a pas de méthode ou d'approche unique.

Analyse et interprétation des données
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que la pratique de la science dépend d'un jeu de compétences nécessaires à l'analyse et l'interprétation des données. Les idées scientifiques n'émergent pas simplement des données mais dérivent d'un processus de mesures et d'interprétations qui fait souvent appel à des compétences sophistiquées. Il est par conséquent possible que des scientifiques aboutissent à des interprétations différentes en se basant sur les mêmes données.

Hypothèse et prédiction
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que les scientifiques développent des hypothèses et des prédictions à propos des phénomènes naturels. Ce processus est essentiel au développement de nouvelles connaissances.

Développement scientifique de la connaissance scientifique
Il conviendrait d'apprendre aux élèves certaines bases historiques du développement des connaissances scientifiques.

Science et certitude
Il conviendrait que les élèves perçoivent la distinction entre une grande partie des connaissances scientifiques, en particulier celles qui sont enseignées à l'école sont bien établie et ne peuvent être raisonnablement mise en cause, et d'autres qui restent plus ouvertes à un doute légitime. Il conviendrait également d'expliquer que les connaissances scientifiques actuelles sont ce que nous avons de mieux pour le moment mais qu'elles peuvent être amenées à changer dans le futur, si l'on découvre de nouveaux indices ou s'il apparaît de nouvelles interprétations d'anciens indices.

Coopération et collaboration dans le développement de la connaissance scientifique
Il conviendrait d'apprendre aux élèves que les développements scientifiques ne résultent pas d'entreprises individuelles. Ils découlent d'activités de groupe et de collaborations souvent pluridisciplinaires et internationales. » [360]

360. J. Osborne, S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar et R.Duschl. « What should we teach about science ? A Delphi study ». London : King's College, 2001.

Ces propositions associent à des éléments de scientificité relatifs à la nature de la science (au sens où l'entend N.G. Lederman), des éléments spécifiques aux processus et méthodes scientifiques.

3.3.2.2. Une approche *Top-Down* pour l'école primaire

On trouve peu d'articles sur la nature de la science à l'école primaire. Les didacticiens se sont en effet longtemps focalisés sur l'enseignement des sciences délivré par des enseignants spécialisés avec un contenu scientifique relativement bien identifié et, finalement, avec des pratiques sociales de références assez proches de celles de la science professionnelle.[361]

Les seuls articles de recherche parus (à notre connaissance) proposant une définition explicite de ce qu'est la science pour des élèves de primaire sont ceux publiés par Valarie Akerson et ses collaborateurs [362, 363, 364, 365, 366].

Son approche est résolument *top-down* : elle reprend et adapte pour l'école primaire les caractéristiques proposées par Norman G. Lederman pour des élèves de classe de Terminale :

Observation *vs.* inférence (f)
Caractère provisoire (a)
Créativité et imagination (d)
Subjectivité (c)
Ancrage social et culturel (e)
Fondation empirique (b)
Théorie et lois (g) [367]

La caractéristique « Théorie et Lois », même si elle est indiquée, n'est en revanche ni abordée avec les enfants de niveau K-1, K-2 et K-3 (CP-CE2), ni sondée chez les élèves.

> « L'enseignant demande aux élèves « *A votre avis, c'est quoi la science ? Qu'est-ce qui fait que quelque chose est de la science plutôt que des mathématiques par exemple ?* » L'enseignant laisse les réponses émerger puis énonce : « *La nature de la science est ce qui fait que la science est vraiment la science. Ce sont les caractéristiques de la science qui la rendent unique en elle-même.* » L'enseignant peut ensuite lire chaque aspect et

361. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit., p. 861.

362. V. Akerson & F. Abd-El-Khalick, « How should I know what scientists do ? — I'm just a kid » : Fourth-Grade Students' Conceptions of Nature of Science ». *Journal of Elementary Science Education*, 2005, vol.17 (1), pp. 1–11.

363. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? ». *International Journal of Science Education*, 2010, vol.32 (1), pp. 97–124.

364. V. Akerson et M.L. Volrich. « Teaching nature of science explicitly in a first grade internship setting ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2006, vol. 43(4), pp. 377–394.

365. Valarie L. Akerson, Ingrid Weiland, Khemmawadee Pongsanon et Vanashri Nargund. « Evidence-based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children ». *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 2010, vol. 11(4), pp. 61–78.

366. C. Quigley, K. Pongsanon et V.L. Akerson. « If we teach them, they can learn : Young student' views of nature of science during an informal science education program ». *Journal of Science Teacher Education*, 2011, vol. 22 (2), pp. 129–149.

367. Valarie L. Akerson et al. « Evidence-based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children ». *Journal of Kirsehir Education Faculty*, op. cit. Les lettres entre parenthèses renvoient aux items de N.G. Lederman (cf. *supra* § 2.3.2.3.1.).

chaque définition posés dans le poster et en discuter les termes dans un langage adapté aux élèves. »[368]

Valarie Akerson propose un enseignement explicite de ces différentes caractéristiques sous forme de cours « décontextualisés » (i.e. magistraux) et d'activités permettant de mettre en évidence les caractéristiques considérées. Un poster est ainsi utilisé pour décrire le NoS aux élèves (Figure 3.2.2.a.).

Les activités utilisées à cet effet ne sont pas forcément de nature « scientifique »[369]. Elles s'appuient par exemple sur des albums jeunesse ou sur des cubes pour illustrer différentes caractériques.

Le terme d'« inférence » est par ailleurs explicitement utilisé avec les élèves qui apprennent à l'employer en opposition avec celui d'observation, et ce dès la grande section de maternelle. Un dessin dans lequel on peut voir une femme jeune ou une vieille suivant la façon dont on regarde (dans l'esprit du canard-lapin de Wittgenstein) permet ainsi d'illustrer la distinction entre observation et inférence. Les termes caractérisant la science sont également employés lors de discussion (e.g. *tentativeness, creativity, subjectivity*).

Cette approche *top-down* conduit Akerson à adapter le contenu de chaque caractéristique :

> « L'enseignant va néanmoins devoir aider les élèves à identifier les composantes de leurs investigations qui les connectent au NoS. Ainsi, **lorsqu'ils modifient** au regard d'indices expérimentaux **leurs dispositifs comme leurs idées** sur ce qui contribue à l'obtention d'un équilibre entre différents objets, leur démarche est **représentative du caractère provisoire du NoS**. De même, lorsqu'ils conçoivent des éléments destinés à faire tourner quelque chose, l'enseignant peut faire le lien avec le caractère créatif du NoS en leur demandant de remarquer qu'**ils se construisent** aussi **une compréhension** de ce qui contribue à faire tourner un objet (ou à la faire tourner le plus longtemps, par exemple). On peut demander aux élèves **de faire des observations sur leurs maquettes et d'inférer des paramètres qui contribuent à faire tourner les choses** (et "mieux" tourner). Demander aux élèves **de réfléchir à ce qu'ils ont appris** sur les équilibres et les mouvements et **qui a par la suite pu influencer leur réalisation de maquettes** de montagnes russes peut constituer **un exemple du caractère subjectif du NoS** (e.g. que leur connaissance du contexte influence la façon dont ils élaborent leurs maquettes). »[370]
>
> « **Ancrage social et culturel** : il était demandé aux élèves au cours de la première semaine de créer chacun leur propre roue. Il leur était demandé de dessiner une image de leur première invention et de l'objet final pour qu'ils voient l'étendue des changements apportés. Ils étaient autorisés à tester et modifier leur pièce autant qu'ils le voulaient. A la fin de la leçon, il leur a été demandé de présenter leur invention et d'expliquer les changements opérés. Plusieurs élèves ont mentionné qu'ils avaient changé leur maquette de la même façon que leurs camarades parce qu'ils avaient vu qu'elle marchait bien quand ils la testaient. En conclusion, **ils étaient tous d'accord pour reconnaître que les scientifiques utilisent les idées des autres pour améliorer leurs inventions**. »[371]

368. *idem*. p. 67.

369. Une grande partie d'entre elles sont disponibles sur le site du projet ICAN, dirigé par N.G. Lederman : http://msed.iit.edu/projectican/cube.html (consulté août 2014)

370. *idem*, p. 66.

371. C. Quigley, K. Pongsanon et V.L. Akerson. « If we teach them, they can learn : Young students" views of nature of science during an informal science education program ». *Journal of Science Teacher Education*, op. cit., p. 145.

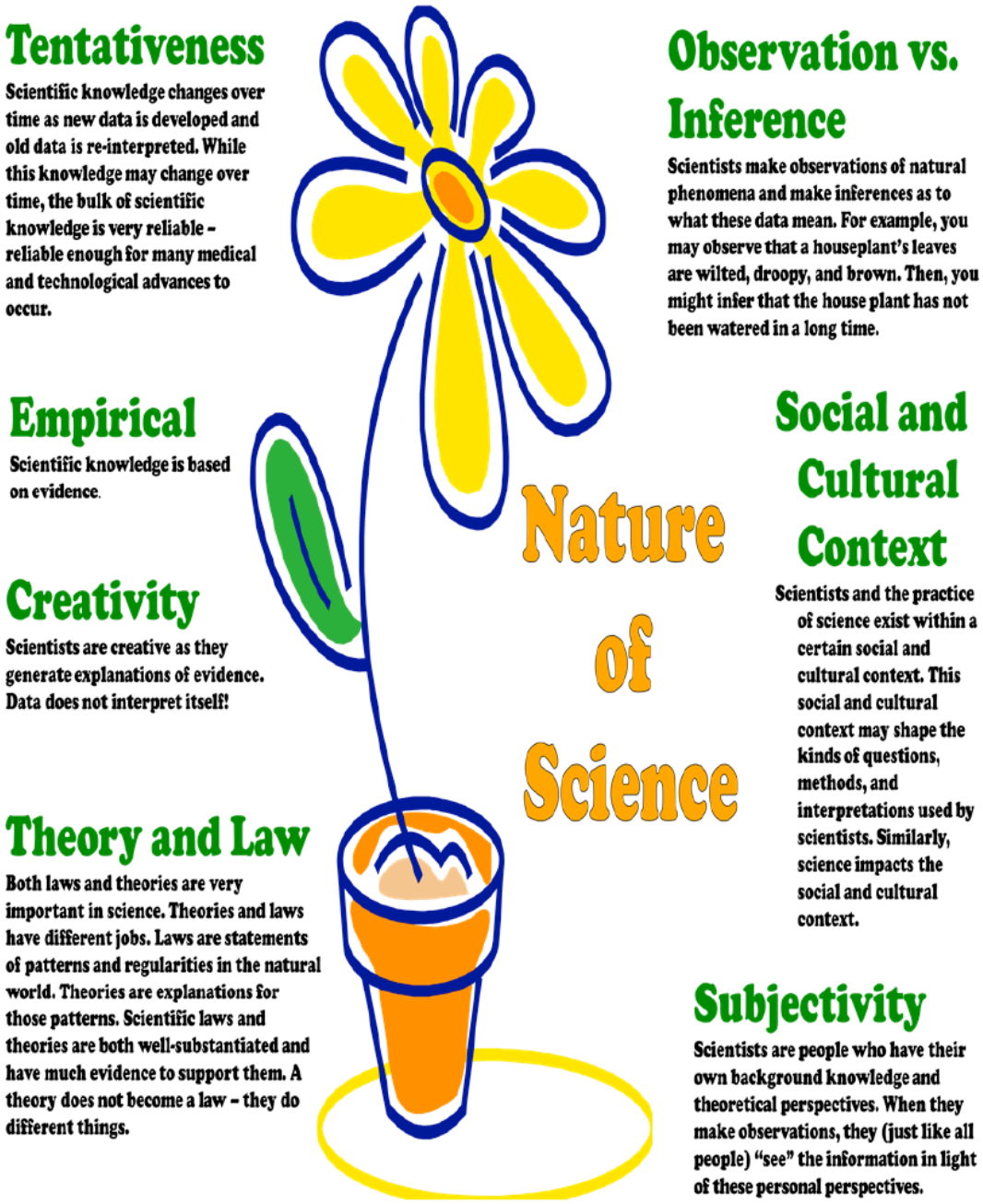


Figure 3.3.2.2.a. : Poster utilisé avec des élèves de primaire[372]

Les critères d'évaluation de la compréhension de la nature de la science au primaire sont également sensiblement modifiés par rapport à ceux utilisés pour le secondaire[373]. Définissant trois niveaux (inadéquat, adéquat, informé) pour qualifier la compréhension des caractéristiques du NoS, V. Akerson propose pour le primaire le codage suivant :

372. Valarie L. Akerson et al. « Evidence-based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children ». *Journal of Kirsehir Education Faculty*, op. cit., p. 69.

373. Norman G. Lederman et al. « Views of nature of science questionnaire : Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, vol. 39 (6), pp. 497–521.

Etude Empirique	**Inadéquat :** la science est en tout, la science suit une méthode universelle **Adéquat :** la science étudie des choses **Informé :** la science utilise des données pour construire des propositions et créer des idées. Les scientifiques essaient en permanence de comprendre notre monde
Provisoire	**Inadéquat :** la science ne change pas **Adéquat :** la science change quand on en apprend plus ou lorsqu'on a de nouvelles technologies **Informé :** la science change quand on en apprend plus ou que les scientifiques réinterprètent des données existantes
Observation and inference (Comment les scientifiques savent-ils que les dinosaures ont vraiment existé ?)	**Inadéquat :** Les scientifiques ont vu des dinosaures. Les scientifiques ont lu des choses sur les dinosaures. Ils sont sûrs **Adéquat :** Les scientifiques ont rassemblés des indices de l'existence des dinosaures (os, fossiles, etc.). Ils en sont pratiquement sûrs. **Informé :** Les scientifiques ont examiné des indices (os, fossiles, etc.) et inféré que les dinosaures ont dû exister. Ils en sont pratiquement sûrs mais pourraient changer d'idée sur la base de nouveaux indices, ou en réexaminant les indices existants d'une façon différente pour créer une idée de ce à quoi les dinosaures pouvaient ressembler. Tous les dinosaures sont morts il y a longtemps.
Subjective (Les scientifiques ont des idées différentes sur la façon dont les dinosaures ont disparu. Si les scientifiques ont tous les même faits sur les dinosaures, pourquoi penses-tu qu'il ne sont pas d'accord ?)	**Inadéquat :** S'ils avaient plus d'information, ils seraient tous d'accord **Adéquat :** Les scientifiques ont différentes interprétations des faits **Informé :** Les scientifiques ont différentes interprétations des faits parce qu'ils ont des expériences et des connaissances différentes
Créativité (Penses-tu que les scientifiques utilisent leur imagination quand ils travaillent ?)	**Inadéquat :** Non, ils ne peuvent pas imaginer des choses parce que cela ne serait pas réel **Adéquat :** Oui, ils peuvent utiliser leur imagination pour élaborer des investigations **Informé :** Oui, ils peuvent utiliser leur imagination pour élaborer des investigations, interpréter leurs données et créer des explications

Tableau 3.3.2.2.b. : Exemple de codage de différentes caractéristiques sur trois niveaux[374]

On reste cependant perplexe devant les conclusions contradictoires de certains des articles de cette série. Ainsi, des élèves de niveau K-1 et K-2 sont tantôt présentés comme ne comprenant majoritairement pas la distinction entre observations et inférences[375] et tantôt comme en ayant tous une représentation adéquate, et ce en fin de programmes éducatifs similaires[376].

374. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? ». *International Journal of Science Education*, op. cit., p. 108.

375. « *Only 3 out of 15 students could record both observations and inferences correctly./…/Although the majority of the class could not explicate the distinction between observation and inference, some students were able to give the definition of inference and its role in science* ». C. Quigley, K. Pongsanon et V.L. Akerson. « If we teach them, they can learn: Young students" views of nature of science during an informal science education program ». *Journal of Science Teacher Education*, op. cit., p. 142.

376. 8 élèves de K-2 sur 8 et 8 élèves de K-1 sur 9 y sont indiqués comme ayant une représentation adéquate du NoS. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? ». *International Journal of Science Education*, op. cit., p. 111.

3.3.2.3. En France, un accent sur la démarche

D'après Jean-Pierre Astolfi, l'un des grands noms de la didactique française, la didactique moderne naît en France dans les années 1970 avec Victor Host, qu'il considère comme un pionnier.[377] Les premières préoccupations de ce dernier sont l'école primaire et le collège et ses textes ouvrent de nombreuses voies de recherche : [378]

- l'attitude envers les sciences ;
- la méthode scientifique ; Host la décompose en sous-domaines : démarche scientifique avec explicitation d'un problème, observation, expérimentation, mesure, communication ;
- les concepts ; Host recherche ce qu'il appelle alors les *représentations spontanées* et des formulations adaptées aux élèves.

Une question centrale concerne les démarches à mettre en œuvre pour enseigner les sciences. Cette question ancienne a de multiples réponses, comme Jean-Yves Cariou l'expose dans sa revue de littérature très complète.[379]

Pour mieux cerner les façons d'enseigner la démarche scientifique, de nombreux fronts ont été très tôt ouverts :

- Gérard de Vecchi développe la notion de *situation-problème* et Christian Orange celle de *problématisation*. Tous deux considèrent, dans l'esprit de Bachelard, que sans problème, il n'y a pas de science. [380, 381, 382]
- André Giordan développe la notion de « *conception* » et propose le modèle allostérique.[383] L'identification des conceptions des élèves va occuper un nombre considérable de chercheurs français dans les années 70-90. Les tentatives sont ensuite nombreuses pour sensibiliser les enseignants à cet obstacle à l'enseignement.[384, 385, 386]

---

377. Jean-Pierre Astolfi. *Comment les enfants apprennent les sciences (1998)*. Ed. Retz, Paris, 2006, p. 217. Parmi les didacticiens que Victor Host a contribué à former, il se cite lui-même ainsi qu'André Giordan et Jean-Louis Martinand.

378. Victor Host, « L'Initiation à la méthode scientifique : l'étude de la nature », in *Pédagogie fonctionnelle pour l'école élémentaire*, dir. Louis Legrand, t. 2, Paris, Nathan, 1973. Extrait repris dans *Comment les enfants apprennent les sciences,* op. cit., pp. 220–224.

379. Jean-Yves Cariou. *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche d'appuyant sur l'épitémologie et l'histoire des sciences, Thèse de doctorat*, Université de Genève, 2009, pp. 11–59 et 191–266.

380. « *Il n'y a de science que si, au moins à un certain moment, on entre dans une activité de résolution de problème !* Poser-résoudre un problème *pour construire une théorie ou un modèle explicatif, c'est l'objet même de la science* » . Gérard de Vecchi, *Enseigner l'expérimental en classe,* éd. Hachette éducation, Paris, 2006, p. 108.

381. « *Les savoirs scientifiques sont intimement liés à des problèmes explicatifs et ne peuvent pas se réduire aux solutions des problèmes* ». Christian Orange, *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe,* éd. De Boeck, Bruxelles, 2012.

382. *Aster*, numéro thématique *Problème et problématisation*. INRP, n°40, Christian Orange (coord.), 2005.

383. André Giordan et Gérard De Vecchi, *Aux Origines du savoir* (*Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques,* 1987), éd. Ovadia, Nice, 2012.

384. André Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales,* éd. Belin, col. Guide Belin de l'enseignement, Paris, 1999.

385. Jean-Pierre Astolfi, *L'Ecole pour apprendre*, éd. ESF, Paris, 1992.

- La modélisation en sciences et les difficultés qu'elle représente pour les élèves mobilisent Jean-Louis Martinand ainsi qu'Andrée Tiberghien. Tous deux développent des outils pour rendre compte de ses différentes facettes (e.g. la notion de registre). [387, 388, 389, 390]

- Le développement d'attitudes favorables à l'apprentissage et les rapports au savoir qu'entretiennent les élèves intéressent André Giordan et Gérard de Vecchi. Ils considèrent les attitudes comme inextricablement liées à la démarche scientifique[391] tandis que Bernard Charlot explore les rapports au savoir[392].

- Le statut de l'observation et celui de l'expérimentation sont régulièrement questionnés.[393, 394]

- La communication en cours de science et les représentations graphiques font également l'objet de recherche.[395, 396] Depuis quelques années, le rôle et la nature de l'argumentation en science sont devenus des préoccupations importantes.[397, 398]

Dès l'origine, un objectif essentiel est d'identifier des stratégies d'enseignement aussi favorables que possible à l'appropriation par les élèves de compétences relatives à la démarche scientifique. Enseigner les sciences, c'est alors initier les élèves à la démarche scientifique, la science étant considérée avant tout comme une méthode pour comprendre le monde. La question de ce que les élèves doivent savoir sur le NoS est rarement posée en tant que telle. Cela reste vrai encore aujourd'hui pour la plupart des didacticiens français qui s'intéressent à l'enseignement des sciences à l'école primaire, au contraire des didacticiens anglo-saxons.

---

386. Laurence Viennot, *Raisonner en physique, la part du sens commun*, éd. De Boeck, coll. Pratiques pédagogiques, Bruxelles, 1996. Et également, *En Physique, pour comprendre*, éd. EDP Sciences, Paris, 2011.

387. Jean-Louis Martinand, « Introduction à la modélisation » in *Actes de l'Université d'été Tecne*, E.N.S. Cachan, 6-10 juillet 1998. Accessible sur le site de l'INRP : http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/TicD.htm (consulté août 2014).

388. P. Brna, M. Baker, K. Stenning et A. Tiberghien (dir.). *The role of communication in learning to model*, éd. Lawrence Erlbaum associates, Londres, 2002.

389. *Aster*, numéro thématique *Modèle et modélisation*. INRP, n°7, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (dir), 1988.

390. *Aster*, numéro thématique *Expérimenter, modéliser*, INRP, n°8, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (dir), 1989.

391. André Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales*, op. cit. p. 55 ; Gérard de Vecchi, *Enseigner l'expérimental en classe*, op. cit. p. 51.

392. Bernard Charlot. *Du Rapport au savoir*, éd. Anthropos, 1999.

393. *Didaskalia*, numéro thématique *L'Expérimental dans l'enseignement des sciences*. INRP, n°9, Louise Guilbert (coord.), 1996 ; Yves Gingras et Benoît Godin, Expérimentation, instrumentation et argumentation. *Didaskalia,* numéro thématique *Expérimentation et Modélisation,* n°11, 1997, pp. 149–160.

394. Mais aussi les ouvrages déjà cités *Une didactique pour les sciences expérimentales* d'André Giordan et *Enseigner l'expérimental en classe* de Gérard de Vecchi.

395. *Aster*, numéro thématique *Raisonner en sciences*. INRP, n°14, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (dir), 1992.

396. *Aster*, numéro thématique *Représentations graphiques dans l'enseignement scientifique et technologique.* INRP, n°48, Christian Buty et Brigitte Peterfalvi (coord.), 2009.

397. Christian Buty et Christian Plantin (dir.), *Argumenter en classe de sciences*. éd. INRP, Lyon, 2008.

398. Christian Orange, *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe,* op. cit.

3.3.2.4. Nature de la science scolaire et contraintes psychocognitives

On sait au moins depuis Jean Piaget que le développement cognitif des élèves de l'école primaire n'est pas achevé. De nombreux psychologues et cognitivistes se sont donc interrogés sur ce que les élèves sont capables de comprendre de la science en fonction de l'état de leur développement.

Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin proposent une revue exhaustive de ces travaux dans la section *Repères psychocognitifs* de leur *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*.[399] Pour eux, si « *l'influence des travaux de Piaget* [sur les recherches françaises en didactique des sciences] *n'est guère niable* », elle peut s'avérer à double tranchant :

> « Les écrits proprement pédagogiques de Piaget sont peu nombreux et se limitent en fait à la prescription de donner un environnement matériel riche, et à une série d'« interdits », comme de ne pas chercher à enseigner une capacité qui appartiendrait à un stade supérieur à un enfant trop jeune (par exemple, le raisonnement « toutes choses égales par ailleurs » qui ne pourrait être abordé avant le « stade formel » *[après 12-13 ans].* »[400]

Joshua et Dupin concluent sur une mise en garde à propos de ces « interdits » posés par Piaget :

> « Même si le cadre piagétien fournit un bon paradigme d'interprétation, son manque de sensibilité aux différences de situation comme aux différences de contenus en ferait un outil inadéquat, du moins si on le prend au pied de la lettre, pour penser une didactique des sciences. »[401]

Les limites du développement des élèves étant particulièrement évidentes à l'école primaire, les travaux de Piaget ont souvent servi à justifier, en France comme à l'étranger, une limitation des ambitions de la formation des jeunes élèves de l'école primaire.

Kathleen Metz n'hésite pas à faire remonter à sa lecture (selon elle mal comprise) une grande partie des limites imposées par les prescripteurs sur le contenu des programmes de primaire américains : « *de nombreuses sources indiquent que cette approche limitative a été dérivée de, ou, dans une large mesure, très fortement influencée par, les stades du développement cognitif de Piaget.* »[402]

> « Tout d'abord, les structures logico-mathématiques de la sériation et de la classification constituent des piliers intellectuels au niveau opérationnel concret. En conséquence, l'observation, la sériation, la catégorisation, les inférences qui leur sont associées et la communication sont des objectifs appropriés chez les élèves d'élémentaire en termes de processus scientifique. Deuxièmement, les enfants au stade opérationnel concret sont des « penseurs concrets », dont la pensée logique est liée à la manipulation d'objets concrets. En conséquence, la science scolaire élémentaire a besoin de s'appuyer constamment sur des activités manipulatoires. Les abstractions, les idées non étroitement liées à du concret manipulable sont inaccessibles à des élèves au stade opérationnel concret et devraient être renvoyées à plus tard. Troisièmement, ce n'est pas avant l'adolescence que les enfants deviennent des penseurs hypothético-déductifs qui

399. Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques.* éd. PUF, Paris, 1993, pp. 71–79.

400. *idem*, p. 97.

401. *idem*, p. 98.

402 . Kathleen E. Metz. « Reassessment of developmental constraints on children's science instruction ». *Review of Educational Research*, 1995, vol. 65 (2), pp. 93–127 (p. 94).

> perçoivent la logique d'un expérience contrôlée et de l'inférence. En conséquence, il est nécessaire de renvoyer à plus tard l'investigation scientifique au sens de la planification et de l'implémentation d'expériences et de la réalisation d'inférences à partir de leurs résultats complexes. (...) L'analyse du présent article affaiblit ces hypothèses développementales. » [403]

Constatant que les programmes se contentent le plus souvent d'exiger des compétences élémentaires (observer, communiquer, comparer, ordonner et trier), Metz appelle donc à des sollicitations plus riches et variées.

Dans une série d'articles ultérieurs, elle montre que dans des situations familières ou/et dans un contexte qui fait sens pour eux, les élèves sont capables de développer des raisonnements épistémologiques robustes. [404, 405]

Son article de 1995, « Reassessment of developmental constraints on children's science instruction », est abondamment cité par les didacticiens des sciences américains pour lesquels il semble avoir eu un rôle libérateur. La recherche sur ce que l'on peut attendre d'un élève de primaire dans un contexte d'enseignement scientifique est aujourd'hui en plein développement dans cette communauté.[406,407]

L'ouvrage de référence actuel sur l'enseignement des sciences de la maternelle au collège aux États-Unis, *Taking Science to School,* n'hésite pas à s'appuyer sur cet article de Metz pour conclure que l'enseignement des sciences à l'école primaire est « *suboptimal* ».[408] Il conclut également que « *les enfants ont le potentiel pour s'engager dans des investigations sophistiquées, sous réserve qu'on leur fournisse des expériences appropriés* ». [409]

Il devient alors pensable, en tout cas chez de nombreux anglo-saxons, de parler de science scolaire et donc de se demander ce que peut être le NoS à l'école primaire. La bascule est récente : si les « *Next Generation Science Standards* » aux Etats-Unis explicitent ce que les élèves doivent savoir du NoS dès le CE1, dans les précédents standards de 1996, il n'était pas fait mention du NoS avant le niveau K-5 (CM2).

---

403. *idem*, p. 95.

404. Kathleen E. Metz. « Children's Understanding of Scientific Inquiry : Their Conceptualization of Uncertainty in Investigations of Their Own Design ». *Cognition and Instruction*, 2004, vol. 22 (2), pp. 219–290.

405. Kathleen E. Metz. « Disentangling Robust Developmental Constraints from the Instructionally Mutable: Young Children's Epistemic Reasoning about a Study of Their Own Design », *Journal of the Learning Sciences*, 2011, vol. 20 (1), pp. 55–110.

406. Russel Tytler et Suzanne Peterson. « From ''Try It and See'' to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 41(1), pp. 94–118.

407. William A. Sandoval et Aylin Cam. « Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification », *Science Education*, 2011, vol. 95 (3), pp. 383–408.

408. National Research Council. (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8.* Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber et Andrew W. Shouse (dir.). Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, U.S.A., 2007. p. 55.

409. *idem*, p. 151.

3.3.3. Science et non science : continuum ou démarcation ?

Les caractéristiques de la science proposées aux élèves tant par les programmes que par les didacticiens sont le plus souvent présentées sous forme d'affirmations : la science *est, consiste à, utilise, porte sur, implique de* etc.

La plupart des formules employées posent autant de conditions nécessaires à la scientificité d'une activité : celles qui les vérifient peuvent relever de la science ; les autres non. Cette approche revient donc à définir une *démarcation* entre science et non science.

Dans cet esprit, elles peuvent s'interpréter en termes de *critères de scientificité* (CS) : un critère de scientificité est un test objectif qui permet de faire un tri en termes de scientificité, entre démarches et travaux *recevables* comme scientifiques (du moins en ce qui concerne l'aspect considéré), d'une part, et *non recevables* d'autre part ; c'est une condition nécessaire, mais non suffisante.

Si l'on considère par exemple la formule « *les scientifiques étudient le monde naturel et matériel* » (Next Génération Science Standards, K-2), il est possible de formuler le CS associé : « *l'étude porte sur le monde naturel et matériel* ». Si le critère n'est pas vérifié (*i.e.* l'étude ne porte pas sur le monde naturel et matériel), alors ce n'est pas de la science.

Il est toutefois possible d'envisager la scientificité en termes de *continuum*. C'est ce que proposent par exemple Mike Smith et Lawrence Scharmann. Aux questions du type « *Ce domaine d'étude est-il scientifique ?* » ou « *Quelles caractéristiques doit posséder un domaine d'étude pour être reconnu comme scientifique ?* », ils proposent de substituer « *Quelles caractéristiques du domaine d'étude font qu'il est plus ou moins scientifique ?* » ou « *Dans quelle mesure ce domaine d'étude est-il scientifique ?* ».[410]

Plutôt que de définir la science scolaire, ils proposent des descripteurs qui permettent de positionner une pratique sur un axe des « pratiques les plus au moins scientifiques ». Ceux-ci s'inspirent de nombreux didacticiens, épistémologues et scientifiques : « *autant que possible, nous avons sélectionné des caractéristiques pour lesquelles il y a des données empiriques qui suggère qu'elles sont acceptées par une majorité de philosophes et/ou de scientifiques* ».[411]

Ils aboutissent alors au jeu suivant de caractéristiques augmentant la scientificité de la pratique :

(a) La science est empirique
(b) Les propositions scientifiques sont testables (ou réfutables)
(c) Les observations et les test scientifiques peuvent être reproduits
(d) La science est provisoire (ou faillible)
(e) La science corrige ses propres erreurs
(f) La science valorise fortement les théories qui ont le plus grand pouvoir explicatif
(g) La science valorise le pouvoir prédictif
(h) La science valorise la fécondité
(i) La science valorise l'ouverture d'esprit
(j) La science valorise l'économie
(k) Les scientifiques exigent la cohérence logique de leurs explications
(l) La science valorise le scepticisme

410. L.C. Scharmann et M.U. Smith. « Defining versus describing the nature of science : A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators ». *Science Education, 2001, vol. 83* (4), pp. 493–509.
411. *idem*. p. 500.

Inversement, un autre jeu de descripteurs en diminue la scientificité :

> Embrasser une position théologique
> Accorder plus de valeur à l'autorité qu'aux indices
> Valoriser la foi plutôt que la raison[412]

Ce second type d'approche, qu'on peut qualifier de continuiste, est particulièrement utile pour déterminer le degré de scientificité de travaux dans des champs disciplinaires intégrant des pratiques de natures très variées, comme les sciences humaines. Cet avantage semble toutefois plus limité tant qu'on se limite au seul champ de la physique, *a priori* plus homogène.

Elle semble également inspirée au moins en partie par la quête d'une réponse sinon objective, du moins institutionnelle, aux revendications d'égal traitement entre la science de la communauté scientifique et celle des tenants d'autres idéologies, comme le créationnisme, et au besoin des élèves de se positionner dans les polémiques qui les accompagnent parfois. La question du statut du Créationisme est en particulier sous-jacente dans nombre d'études américaines.

412. *idem*, pp. 500–501.

2.4. Approches de la démarche d'investigation à l'école

« Lorsque j'exige pareil effort d'un mot, je lui octroie toujours une prime. »

Humpty Dumpty[413]

L'idée d'impliquer les enfants dans leur propre découverte du monde est sans doute aussi ancienne que l'enseignement. De la maïeutique socratique à l'*Emile* de Jean-Jacques Rousseau en passant par le témoignage des plaisirs scientifiques d'un René Descartes enfant,[414] les sources de ce que l'on appelle aujourd'hui la *démarche d'investigation* (D.I.) sont anciennes et prestigieuses.[415] On pourrait en citer de nombreuses autres encore, tant les origines de la démarche d'investigation sont riches et variées. Plus près de nous, Marie Curie a développé des séquences complètes d'enseignement des sciences invitant ses jeunes élèves à tester leurs idées par eux-mêmes[416] qui restent un modèle de pédagogie et une inspiration pour les formateurs d'aujourd'hui.[417]

La démarche d'investigation est aujourd'hui prédominante dans l'enseignement des sciences à l'école primaire. Partout dans le monde se développent des initiatives visant à développer ce que l'on nomme du côté anglo-saxon *inquiry,* IBSE (*inquiry-based science education*[418]. Aux Etats-Unis, l'un des principaux promoteurs de cette approche dite "*hands-on*" fut le prix Nobel de physique Leon Lederman, pour lequel « *l'art d'enseigner est d'aller chercher les conceptions initiales étonnantes et fascinantes avec lesquelles les enfants arrivent en classe ; et, avec l'aide de l'enfant, d'essayer de lui montrer que ces conceptions erronées ne sont pas en accord avec le fonctionnement du monde* »[419]. En France, elle est progressivement montée en puissance depuis 1996, dans le même esprit, sous l'impulsion en particulier de l'Académie des sciences. Pour cela, Georges Charpak, Pierre Léna et Yves Quéré,[420] ont fondé *La Main à la Pâte.*[421]

---

413. « *When I make a word do a lot of work like that, said Humpty Dumpty, I always pay it extra.* », Lewis Carroll, *De l'autre côté du miroir* (*Through the Looking-Glass, and what Alice Found There*, 1872) ; in *Tout Alice,* éd. GF Flammarion, 1979, p. 281.

414. « *J'avoue être né avec l'esprit ainsi fait que j'ai toujours mis le plus grand plaisir des études, non point à écouter les raisons des autres, mais à les trouver par mon industrie propre, et cela seul m'ayant attiré à l'étude des sciences quand j'étais jeune.* », René Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit,* 1628 ; in *Discours de la Méthode,* éd. GF Flammarion, 2000, p. 123.

415. Jean-Yves Cariou. *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche d'appuyant sur l'épitémologie et l'histoire des sciences, Thèse de doctorat*, Université de Genève, 2009.

416. *Leçons de Marie Curie,* recueillies par Isabelle Chavanes en 1907, éd. EDP Sciences, 2003.

417. *« Heureux enfants dont l'intelligence et l'imagination sont à chaque instant sollicités ».* Yves Quéré, Préface, *Leçons de Marie Curie*, op. cit., p. 4.

418. C'est par exemple le cas du réseau IAP qui rassemble les Académies des sciences de plus de 80 pays : « *IAP supports a global action towards IBSE development, in order to foster exchanges and communication between a number of national or regional pilot projects* ». Site de l'IAP : http://www.interacademies.net/Activities/Projects/12250.aspx (consulté août 2014)

419. Interview de Leon Lederman pour *The Science Studio* (2008).
En ligne : http://thesciencenetwork.org/media/videos/2/Transcript.pdf (consulté août 2014).

420. Notons qu'un formateur niçois, Serge Tricoire, accompagnait déjà cet aréopage dans leur découverte du programme "*Hands on*" à Chicago en 1995.

421. Initiative de l'Académie des sciences, *La Main à la* Pâte est devenue une fondation en 2011. Site de la fondation *La Main à la Pâte* : http://www.fondation-lamap.org (consulté août 2014).

De façon paradoxale, si l'idée de la démarche d'investigation est limpide (§ 2.4.1.), il reste difficile d'en donner une définition consensuelle. On en trouve de nombreuses et il n'est pas toujours facile de s'y retrouver (§ 2.4.2.). Toutes ces approches de la D.I. ont cependant un point commun : l'importance donnée à l'élève dans la construction des savoirs, par opposition à des pédagogies plus frontales (§ 2.4.4). En dernière analyse, ce sont les contenus des programmes qui fixent ce que la démarche d'investigation doit être dans la classe (§ 2.4.3.).

2.4.1. UNE IDEE LIMPIDE

L'idée à la base de la démarche d'investigation est simple : subsituer à une pédagogie frontale, où un savoir pré-établi est transmis de l'enseignant à l'élève, une pédagogie du questionnement dans laquelle l'élève co-construit, souvent par l'expérience, des savoirs d'ordre scientifique. Sa mise en musique est plurielle.

4.1.1. Une définition

La démarche d'investigation est avant tout une façon d'induire le questionnement et de le laisser se développer, spontanément mais dans un cadre soigneusement chorégraphié, en encourageant tout à la fois la discussion entre pairs, pour élaborer les réponses, et le recours aussi systématique que possible à l'expérience pour éprouver les réponses des uns et des autres. Le meneur de jeu se fait donc guide et accoucheur, plutôt que figure d'autorité détentrice du savoir.

Cette définition volontairement très souple mérite quelques explicitations.

Une séquence en démarche d'investigation consiste typiquement en :

- une **situation de départ** intriguante
- un **questionnement** provoqué par la situation de départ
- une émission d'idées, d'**hypothèses**
- plusieurs expérimentations pour les **tester**
- une **mise en commun** des résultats
- l'élaboration d'une **réponse**

Par ailleurs, elle exclut le recours à l'**argument d'autorité**, aussi bien de la part des participants que de celle de l'enseignant.

Un cadre soigneusement chorégraphié pour laisser libre court à la spontanéité des élèves

La métaphore d'une « chorégraphie » de l'investigation est empruntée à Lynn Rankin, pour laquelle « *l'enseignement par investigation n'est pas chaotique ; c'est une activité soigneusement chorégraphiée* ». [422] Elle implique qu'une démarche

422. « *Inquiry teaching is not chaotic — it is a carefully choreographed activity.* » Lynn Rankin, « Lessons learned : addressing common misconceptions about inquiry », in *Foundations, vol. 2, Inquiry Thoughts, Views and Strategies for the K-5 Classroom*, éd. National Science Foundation, U.S.A., 1999, pp. 32–37. Accessible sur le site de la NSF : http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/htmstart.htm (consulté août 2014)

d'investigation productive n'est pas improvisée, de la part de l'enseignant du moins. Une séquence repose sur une situation de départ qui la lance. Celle-ci peut prendre des formes variées, mais une attention particulière est attachée dès sa conception aux questionnements que cette situation peut susciter et aux obstacles épistémologiques qu'elle permet de travailler. [423]

Dans la mesure où la situation de départ intrigue les élèves et fait sens pour eux, elle suscite un questionnement spontané de leur part. [424] Il est alors aisé de laisser ce questionnement se développer, les directions qu'il peut prendre ayant idéalement été anticipées pour répondre aux objectifs d'apprentissages visés.

Cette définition de la démarche d'investigation, que nous adoptons dans le présent travail, exclut les démarches dites « ouvertes », dont la seule condition est de partir d'un questionnement d'élèves, quel qu'il soit.

Élaboration des réponses

La démarche d'investigation ouvre alors un terrain de jeu où, dans les termes de Host, « *les enfants savent que le maître connaît la réponse, que celle-ci se trouve dans un livre à portée de main mais on cherche à résoudre une énigme, on joue pour avoir le plaisir de développer le pouvoir à connaître par soi-même*. » [425] Il revient alors aux élèves d'élaborer leurs réponses aux questions qu'ils se posent.

Recours aussi systématique que possible à l'expérience

La mise en œuvre de la démarche d'investigation doit permettre aux élèves de trouver des réponses sans que l'enseignant ait jamais à recourir à l'argument d'autorité. Pour y parvenir, les élèves font alors appel à l'expérience, comprise au sens large et incluant l'observation. Le recours à la modélisation est une autre possibilité, sous réserve de sa confrontation à des observations quand l'expérimentation directe n'est pas possible ou de sa confrontation aux expériences lorsqu'elles le sont.

Démarche d'investigation "simple" ou "enrichie"

Il est par ailleurs possible d'intégrer à une démarche d'investigation des sondes épistémologiques, des retours méta-cognitifs voire un apport épistémologique frontal. On parlera alors de "démarche d'investigation enrichie". Lorsque la distinction s'impose, on parlera par opposition de "démarche d'investigation simple" pour celles qui ne comportent aucun de ces éléments.

Discussion entre pairs et guidage de l'enseignant

Au cours de la démarche d'investigation, l'enseignant demeure la figure d'autorité dans la classe, en particulier pour tout ce qui concerne sa gestion, mais

---

423. Estelle Blanquet. « Questions de sciences » *in* U. Bellagamba, E. Picholle & D. Tron (Eds), *Rudyard Kipling et l'enchantement de la technique*, actes des deuxièmes journées interdisciplinaires sciences & fictions de Peyresq. Nice : Somnium (2009). Accessible sur Revel : http://revel.unice.fr/symposia/scetfictions/index.html

424. On retrouve des caractéristiques de la situation-problème. Voir par exemple Gérard de Vecchi et Nicole Carmona-Magnaldi, *Faire vivre de véritables situations-problèmes*, éd. Hachette éducation, 2007.

425. Victor Host, « Les Démarches spontanées d'apprentissage et la formation scientifique », Education et développement, n°128, 1978. Extrait repris dans *Comment les enfants apprennent les sciences*, op. cit., pp. 239.

il délègue aux élèves le soin de trouver les réponses et se contraint à ne pas les leur donner.

L'expérimentation et la modélisation impliquent de s'accorder sur des règles méthodologiques claires afin de pouvoir les discuter de façon fructueuses. Le questionnement de l'enseignant est alors essentiel pour aider les élèves à accoucher de leurs idées, pour faciliter la démarche et garantir le respect des bonnes pratiques[426].

Les interactions entre pairs sont un élément de base de la D.I. Le meneur de jeu s'appuient sur elles pour faire évoluer les représentations de chacun, et elles permettent à chaque participant de frotter ses idées à celles des autres sans avoir directement affaire à lui. L'intégration de la discussion entre pairs dans la définition même de la démarche d'investigation présente l'inconvénient d'en exclure aussi bien les D.I. en "face à face" entre un enseignant et un élève[427] que celles menées "en autonomie",[428] à l'aide d'un manuel par exemple. Elle permet en revanche de clarifier le statut de l'enseignant face au groupe, dans la configuration de très loin la plus répandue d'un enseignant ou d'un meneur de jeu animant une séquence d'investigation pour un groupe (typ. 4 ou 5 élèves) ou une classe (souvent subdivisée en plusieurs groupes).

4.1.2. Une même idée, plusieurs appellations

L'idée de permettre aux élèves de s'approprier des éléments de méthodologie scientifique et de construire par eux-mêmes des connaissances scientifiques est très largement partagée chez les didacticiens, même si il est parfois difficile de se retrouver dans l'abondance des sigles et expressions utilisées. En 2002, Anderson notait déjà qu'« *un chercheur peut choisir d'utiliser un terme différent pour une approche que d'autres identifieraient sous le terme de démarche d'investigation.* »[429] Cela n'a pas beaucoup changé aujourd'hui.

Ainsi, en France, alors même que l'expression « *démarche d'investigation* » semble avoir enfin trouvé sa place à l'école, le Ministère semble aujourd'hui lui préférer le seul terme d'*investigation*[430], et la fondation *La Main à la Pâte* elle-même, inversement, une formule plus complexe, l'« *enseignement des sciences fondé sur l'investigation* » (ESFI).

---

426. Joe Eltgeest, « La Bonne question, au bon moment », in *Enseigner les sciences : comment faire ?* (*Taking the Plunge*, 1985) in Wynne Harlen (dir.), éd. Le Pommier, Paris, 2012. pp. 41–55.

427. La présence d'un unique participant implique que toutes les remises en cause passent par le meneur de jeu. Même en l'absence d'arguments d'autorité, il est alors délicat de construire chez le participant un rapport à la connaissance dégagé de l'idée d'une validation externe par quelqu'un "qui sait".

428. Chercher par soi-même les réponses à un questionnement fourni par un manuel et formuler sa propre réponse avant de la confronter à celle du manuel peut constituer une sorte de démarche d'investigation. La résolution du conflit entre les réponses trouvées et celles du manuel passe toutefois par la lecture des propositions du manuel. Il est alors délicat de construire chez le participant un rapport à la connaissance dégagé de l'idée d'une validation externe par quelqu'un "qui sait".

429. R. Anderson. « Reforming science teaching : What research says about inquiry ». *Journal of Science Teacher Education*, 2002, vol. 13 (1), pp. 1–12. (p. 4)

430. L'expression « *démarche d'investigation* » apparaît dans les programmes de 2002 en France. Les compléments de 2012 aux programmes de 2008 lui substituent c le simple terme d'*investigation*, sans précision supplémentaire et en conservant le texte original des programmes 2008 qui mentionne quant à lui la démarche d'investigation.

Ce dernier sigle est en effet récemment apparu sur le site de la Fondation. Le guide méthodologique intitulé *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*[431] y cotoie celui sur *L'Enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants*[432] dans lequel on trouve le cadre de « *la démarche scientifique d'investigation* ».

On peut parfois craindre que la première conséquence de cette fluidité du lexique soit de noyer la perplexité de certains enseignants dans de nouvelles subtilités langagières. « *Vous remarquerez qu'on parle désormais "d'enseignement des sciences fondé sur l'investigation", ce n'est pas par hasard !* »[433] répond ainsi simplement l'un de ses reponsables à la question d'une formatrice sur la distinction entre D.I. et démarche scientifique.[434]

Les diverses appellations françaises recouvrant essentiellement la même idée, le choix a été fait dans ce travail de conserver l'appellation traditionnelle de "démarche d'investigation", familière à la fois aux enseignants du primaire, au praticien-chercheur et à la communauté des didacticiens des sciences en France.

Des fluctuations et des propositions du même ordre fleurissent aussi dans les autres pays. Ainsi, en Suisse, l'expression n'apparaît pas dans le Plan d'Etudes Romand. On y trouve une « *initiation et un développement de la démarche scientifique* » à l'école primaire. Néanmoins, les « *attentes fondamentales et indications pédagogiques* » fournies laissent planer peu de doute sur le fait qu'il s'agit là encore d'une formulation différente pour parler de la même idée de démarche d'investigation.[435]

Dans le monde anglo-saxon, de nombreuses appellations différentes recouvrent également la même idée de démarche d'investigation. *Inquiry* reste sans doute le terme le plus ancien et le plus commun. Mais « *Je trouve personnellement la notion de "*working scientifically*" décrite dans la plupart des programmes australiens (Curriculum Corporation, 1994) préférable* [au terme *inquiry*] » suggère par exemple Ken Appleton.[436] On trouve également :

- IBSE (*inquiry based science education*, expression sur laquelle est construite l'ESFI),
- IBSL (*inquiry based science learning*)
- IBST (*inquiry based science teaching*)

---

431. Edith Saltiel, *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, Publication en ligne le 21 octobre 2005. Accessible sur le site de la Fondation La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014)

432. Travail collectif, *L'Enseignement des science fondé sur l'investigation. Conseils pour les enseignants*, Publication en ligne le 16 décembre 2009. Accessible sur le site de la Fondation La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11941/lenseignement-des-sciences-fond-sur-linvestigation (consulté août 2014)

433. Forum de la fondation La Main à la Pâte, réponse de Mathieu Hirtzig le 10 juillet 2012 à la question « Quelle différence entre la démarche d'investigation et la démarche scientifique ? ». http://www.fondation-lamap.org/fr/topic/14129 (consulté août 2014)

434. L'ESFI [enseignement des sciences fondé sur l'investigation] est la traduction française sur le site de la Fondation La Main à la Pâte de l'expression anglo-saxonne IBSE.

435. Plan d'études romand. Accessible sur le site du PER romand : http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_26/ (consulté août 2014)

436. Ken Appleton, « Elementary Science Teaching », in *Handbook of Research on Science Education*, op. cit. , p. 510.

- IBSME (*inquiry based science and mathematics education*), et bien d'autres sigles encore, qu'on ne détaillera pas ici.

2.4.2. DIVERSITE DES APPROCHES THEORIQUES

Si l'idée qui sous-tend la démarche d'investigation est limpide, il existe de multiples façons de la mettre en œuvre et de la définir.

David L. Haury remarquait déjà en 1993 que « *l'enseignement des sciences par investigation a été caractérisé de très nombreuses façons au cours des années et promu* via *des perpectives très variées* »[437]. Les choses n'ont pas beaucoup changé depuis. En 2007, Ken Appleton parvenait à la même conclusion dans sa revue de littérature sur l'enseignement à l'école primaire : « *Une difficulté est qu'il n'y a pas de consensus sur ce qui est constitutif de la démarche d'investigation, si ce n'est les tentatives pour la définir dans les programmes — peut-être parce que le terme a été très largement utilisé pendant de nombreuses années* ».[438]

Un consensus sur le « cœur » de la démarche d'investigation semble néanmoins possible. Des experts du réseau des Académies des sciences (I.A.P.) proposent ainsi en 2013 une définition de la démarche d'investigation partagée par leurs membres, originaires de plus de 50 pays.[439]

> La D. I. signifie que les étudiants développent progressivement des idées scientifiques cruciales en apprenant comment mener une investigation et comment construire leur propre connaissance et compréhension du monde qui les entoure. Ils font usage de compétences employées par les scientifiques, comme soulever des questions, recueillir des données, raisonner et passer les indices en revue à la lumière de ce que l'on sait déjà, en tirer des conclusions et discuter leurs résultats. Ce processus d'apprentissage est entièrement soutenu par une pédagogie basée sur l'investigation, où l'on entend par pédagogie non seulement l'acte d'enseigner, mais aussi les justifications qui l'étayent.[440]

Définition de la D.I. de l'IAP

4.2.1. Des racines multiples, sources de tension

La démarche d'investigation (D.I.) mêle des notions issues de plusieurs champs disciplinaires, auxquels elle emprunte nombre de ses constituants, et en particulier :

- la didactique, dont les théories de l'apprentissage fournissent des cadres de référence. En Europe, les théories constructivistes — en particulier celle

437. David L. Haury. *Teaching science through inquiry* (1993). Disponible sur le site ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education : http://www.ericdigests.org/1993/inquiry.htm (consulté août 2014)

438. Ken Appleton, « Elementary Science Teaching », in *Handbook of Research on Science Education*, op. cit. , p. 510.

439. Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. éd. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP), Italie, 2012.

440. *idem*. « *IBSE means students progressively developing key scientific ideas through learning how to investigate and build their knowledge and understanding of the world around. They use skills employed by scientists such as raising questions, collecting data, reasoning and reviewing evidence in the light of what is already known, drawing conclusions and discussing results. This learning process is all supported by an inquiry-based pedagogy, where pedagogy is taken to mean not only the act of teaching but also its underpinning justifications* ».

de Jean Piaget[441] — puis socio-constructivistes comme celle de Vygotsky[442] ont une influence considérable sur le développement de pratiques pédagogiques moins magistrales et plus centrées sur les élèves. La didactique anglo-saxonne se revendiquent plus volontiers du « *hands-on learning* » de Dewey.[443, 444]

- la science professionnelle fournit une pratique sociale de référence.

- l'épistémologie fournit des repères sur ce qu'est la science. Bachelard en France et Thomas Kuhn aux États-Unis sont ainsi considérés comme des références et abondamment cités.

En France, cette diversité est très tôt prise en compte, à une époque où les programmes parlent « d'activités d'éveil » au primaire. C'est Jean-Louis Martinand qui y introduit l'idée de démarche d'investigation[445] :

> « D'abord, la démarche d'investigation autonome (résolution de problèmes) constitue le cœur des activités d'éveil scientifique ; elle correspond aux possibilités de l'enfant, elle est, à son niveau, une authentique démarche scientifique parce qu'elle en assume les fonctions principales ; elle assure donc la cohérence entre les objectifs de développement général et la formation scientifique. Mais elle est aussi la base indispensable pour toute autre démarche, d'une part en faisant déboucher les apprentissages spontanés sur un acquis explicite, d'autre part en donnant aux apprentissages systématiques une référence expérimentale à la fois concrète, diversifiée et commune./.../ Si elles sont indispensables, ni la psychologie, ni l'épistémologie, ni la physique ne donnent de solutions toutes faites aux problèmes pédagogiques. » [446]

On constate cependant que plus les démarches d'investigation s'adressent à des élèves jeunes, plus les préoccupations d'ordre psychologique ou cognitif prennent de l'importance.[447,448,449,450]

---

441. Jean Piaget. *Introduction à l'épistémologie génétique. Tome II : La Pensée physique.* éd. Presses universitaires de France, Paris, 1950.

442. L.S. Vygotski. *Pensée et langage* (1934). éd. La Dispute, Paris, 1997.

443. J. Dewey. *Experience and education*. éd. Macmillan, New York, 1938.

444. « *Inquiry in education is rooted in the early 1900s educational philosophy of Dewey, who cautioned about the sharp divide between process and products and about tasks externally assigned in school practice, advocating for what is now termed project-based inquiry. Dewey argued that knowledge is constructed by activity. One learns through doing; thus, a problem-solving approach should be based on practical experiences* ». Katie S. Saunders-Stewart, Petra D. T. Gyles et Bruce M. Shore, « Student Outcomes in Inquiry Instruction: A Literature-Derived Inventory », *Journal of Advanced Academics*, 2012, vol. 23 (1), pp. 5–31. (p. 7)

445. L'expression créée en 1979 refait son apparition dans les programmes français en 2002 en tant que traduction du terme anglais *inquiry*. La démarche d'investigation actuelle prend ses sources plutôt du côté anglo-saxon mais les principes de constitution sont similaires.

446. Jean-Louis Martinand. « Acquis et perspectives de la recherche sur les activités d'éveil en Physique et technologie. » *Les Cahiers de Fontenay*, 1979, n°16 Sciences Physiques, E.N.S. Fontenay, pp. 109–125. (p. 120)

447. Russell Tytler et Suzanne Peterson. « From ''Try It and See'' to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning », *Journal of Research in Science Teaching*, 2004, vol. 41(1), pp. 94–118.

448. National Research Council. (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8.* Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber et Andrew W. Shouse (dir.). Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, U.S.A., 2007.

Une conséquence sans doute inévitable de l'intrication d'arguments de nature psychologique et épistémo-scientifique est l'apparition de tensions historiques sur la nature de la démarche d'investigation : accent sur la démarche pédagogique pour certains didacticiens, sur la démarche scientifique pour d'autres. Pour les uns, enseigner les sciences par la démarche d'investigation, c'est avant tout utiliser une approche qui correspond à la façon générale dont on construit des savoirs et qui peut donc s'étendre à d'autres disciplines[451] telles l'histoire (e.g. Pittaway[452]). D'autres, au contraire, la font dériver de la *pratique* scientifique et, de ce fait, la considèrent spécifique à l'enseignement des sciences (e.g. Sandoval[453], Chinn et Malothra[454]).

4.2.2. Des objectifs variés

Les raisons invoquées pour mettre en place la démarche d'investigation à l'école sont également très diverses. Certains didacticiens s'intéressent ainsi plus particulièrement aux processus scientifiques mis en jeu (e.g. la modélisation, l'argumentation, l'expérimentation, la problématisation), d'autres à la compréhension de la nature des sciences qu'elle permet, d'autres encore à son l'impact sur l'attitude des enfants envers les sciences, etc.

Un travail de recension des objectifs pour l'enseignement par démarche d'investigation a par exemple été réalisé par Katie Saunders-Stewart et ses collaborateurs en 2012. Ils identifient pas moins de 16 catégories différentes d'objectifs. Leur revue de littérature s'appuie sur plus de 200 articles de recherche ainsi que sur des programmes scolaires, essentiellement d'origine anglo-saxonne.

Objectifs attribués à la D.I. (Saunders-Stewart)

a/ Acquisition de faits ou de connaissances, réalisations et apprentissage du processus – le "comment on fait".
b/ Compréhension de la nature du domaine (e.g. acquisition d'une culture scientifique) et de la nature et de la valeur de l'investigation.
c/ Compréhension de concepts (par opposition à la mémorisation de faits)

---

449. National Research Council (2007). *Ready, Set, Science! : Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms.* S. Michaels, A.W. Shouse et H.A. Schweingruber (dir.), The National Academies Press, U.S.A., 2007.

450. K. E. Metz. « Children's Understanding of Scientific Inquiry : Their Conceptualization of Uncertainty in Investigations of Their Own Design ». *Cognition and Instruction*, 2004, vol. 22 (2), pp. 219–290.

451. « *Inquiry is a term used both within education and in daily life to refer to seeking explanations or information by asking questions. It is sometimes equated with research, investigation, or 'search for truth'. Within education, inquiry can be applied in several subject domains, such as history, geography, the arts, as well as science, mathematics, technology and engineering, when questions are raised, evidence is gathered and possible explanations are considered. In each area different kinds of knowledge and understanding emerge. What distinguishes scientific inquiry is that it leads to knowledge and understanding of the natural and made world through direct interaction with the world and through the generation and collection of data for use as evidence in supporting explanations of phenomena and events.* ». Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. op. cit., p. 11.

452. Luke Pittaway. « The Role of Inquiry-Based Learning in Entrepreneurship. Education ». *Industry and Higher Education*, 2007, vol. 23 (3), pp. 153–162.

453. W.A. Sandoval. « Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry ». *Science Education*, op. cit.

454. Clark A. Chinn et Betina A. Malhotra. « Epistemologically Authentic Inquiry in Schools : A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks ». *Science Education*, 2002, vol. 86 (2), pp. 175–218.

d/ Construction d'un savoir ; capacité à concevoir les relations entre concepts ; application des connaissances et des compétences.
e/ Développement de compétences intellectuelles ou mentales.
f/ Développement de la capacité à résoudre un problème.
g/ Appropriation d'un savoir-apprendre et de la notion d'apprentissage tout au long de la vie ; développement de talents personnels (e.g. planifier et organiser) ; habitudes mentales.
h/ Développement d'une attitude positive à l'égard du sujet ou de l'apprentissage.
i/ Développement de l'estime de soi ; de la confiance en soi ; optimisation de sa propre efficacité.
j/ Génération de questions ; curiosité.
k/ Motivation ; engagement personnel dans une tâche.
l/ Reproduction de comportements professionnels ; création authentique de produits.
m/ Développement de l'expertise
n/ Développement d'un apprentissage social.
o/ Amélioration de la créativité.
p/ Motivation pour devenir un citoyen informé ; augmentation de la conscience et de l'action sociales.[455]

Yi-Fen Yeh et al.[456] identifient quant à eux 9 grands domaines d'étude relatifs à la D.I. après avoir passé au crible 171 articles de recherche, en 2012 toujours :

a/ nature de la science (NoS)
b/ investigation scientifique authentique
c/ construction conceptuelle
d/ TICE
e/ compétences pour l'investigation scientifique
f/ argumentation
g/ raisonnement
h/ formation des enseignants
i/ efficacité des pratiques d'instruction[457]

Or les différents objectifs affectés à la démarche d'investigation orientent les questions de recherche et scindent le champ en de nombreux sous-domaines plus spécialisés. Les recherches sur la démarche d'investigation s'entremêlent alors avec des domaines d'étude déjà existant, comme par exemple celui qui s'interroge sur les capacitées argumentatives des élèves et leurs utilisations de l'argumentation en sciences.

4.2.3. Des formes variées

Pour ne rien arranger, à cette grande diversité d'objectifs pour la D.I. s'ajoute une grande variété de formes.

Ainsi, Alan Colburn propose de distinguer trois grands groupes suivant le degré d'implication de l'enseignant dans la démarche :[458]

455. Katie S. Saunders-Stewart, Petra D. T. Gyles et Bruce M. Shore, « Student Outcomes in Inquiry Instruction: A Literature-Derived Inventory », *Journal of Advanced Academics*, op. cit., p. 24.
456. Yi-Fen Yeh , Tsung-Hau Jen & Ying-Shao Hsu. « Major Strands in Scientific Inquiry through Cluster Analysis of Research Abstracts », *International Journal of Science Education*, 2012, vol. 34 (18), pp. 2811–2842.
457. *idem*, p. 2821.
458. Alan Colburn. « An Inquiry Primer », *Science Scope*, mars 2000. pp. 42–44.

- les D.I. *structurées* (*structured inquiries*), où l'enseignant fixe l'ensemble des paramètres ainsi que la procédure à suivre pour l'investigation ;

- les D.I. *guidées* (*guided inquiries*) où l'enseignant fournit le questionnement et le matériel nécessaire pour l'investigation mais où la procédure à mettre en œuvre pour répondre à la question est à la charge de l'élève ;

- les D.I. *ouvertes* (*open inquiries*) où les élèves formulent leurs propres questionnements.

La définition de la démarche d'investigation que nous avons adoptée correspond, dans cette classification, à la D.I. guidée. Elle exclut la D.I. structurée, où l'élève se contente essentiellement d'exécuter des tâches proposées par l'enseignant, comme la D.I. ouverte, où n'importe quelle question, fructueuse ou non, est source d'investigation.

Dans le même esprit, plutôt qu'une classification, le *National Research Council* (*NRC)* propose en 2002, un continuum allant d'une investigation partielle (*partial inquiry*) à une investigation complète (*full inquiry*). Ses critères sont explicités dans le Tableau 4.2.3.

Essential Features of Classroom Inquiry and Their Variations

Essential Feature	Variations			
Learner engages in scientifically oriented questions	Learner poses a question	Learner selects among questions, poses new questions	Learner sharpens or clarifies a question provided by the teacher, materials, or other source	Learner engages in a question provided by the teacher, materials, or other source
Learner gives priority to evidence in responding to questions	Learner determines what constitutes evidence and collects it	Learner is directed to collect certain data	Learner is given data and asked to analyze	Learner is given data and told how to analyze
Learner formulates explanations from evidence	Learner formulates explanations after summarizing evidence	Learner is guided in process of formulating explanations from evidence	Learner is given possible ways to use evidence to formulate explanation	Learner is provided with evidence
Learner connects explanations to scientific knowledge	Learner independently examines other resources and forms the links to explanations	Learner is directed toward areas and sources of scientific knowledge	Learner is given possible connections	
Learner communicates and justifies explanations	Learner forms reasonable and logical argument to communicate explanation	Learner is coached in development of communication	Learner is provided broad guidelines to use to sharpen communication	Learner is given steps and procedures for communication
	More ← *Amount of Learner Self-Direction* → *Less*			
	Less ← *Amount of Direction from Teacher or Material* → *More*			

Source: National Research Council. 2002. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Tableau 4.2.3. : Critères proposées par le NRC pour un D.I. partielle ou totale

Plutôt que de se baser sur le degré d'implication de l'enseignant pour identifier les différentes formes que peut prendre une D.I., d'autres didacticiens proposent de se baser sur son « authenticité ». L'évaluation de l'authenticité de la D.I. pratiquée par rapport à une pratique idéalisée la positionne alors sur un autre continuum de pratiques.[459,460]

459. Clark A. Chinn et Betina A. Malhotra. « Epistemologically Authentic Inquiry in Schools : A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks ». *Science Education*, op. cit.

460. Jean-Yves Cariou. « Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire ». *RDST*, 2011, n°3, pp. 83–105. (p. 99)

On trouve par ailleurs quasiment autant de formes de démarche d'investigation que de priorités didactiques (e.g. D.I. pour apprendre à modéliser, à argumenter etc.).

De nombreux auteurs se réfèrent par ailleurs aux indications fournies par les programmes soit pour en dériver les différentes formes que peut prendre la démarche d'investigation...[461, 462] soit pour leur reprocher leur approche de la D.I. [463] Ronald Anderson, didacticien américain auteur de la section consacrée à la démarche d'investigation dans le *Handbook of Research on Science Education*[464] reconnaît ainsi que les discussions sur la démarche d'investigation sont basées sur les standards américains : « *Current discussion of inquiry is shaped by the* National Science Education Standards, *the common baseline for defining what quality science instruction should be in contemporary U.S. education* ».

Enfin, l'Europe et l'IAP ont suscité de nombreux programmes de recherche dont chacun a développé sa définition de la démarche d'investigation et les formes qu'elle peut prendre (*Addendum* 2.b.).

2.4.3. La demarche d'investigation dans les programmes de l'ecole primaire

Une telle diversité théorique se traduit, en particulier, par une nette instabilité du vocabulaire. En dernière analyse toutefois, ce sont les programmes qui déterminent ce que la démarche d'investigation doit être dans la classe et, à un moment et en un lieu donné du moins, la situation est un peu plus claire pour les enseignants.

Quelques exemples montrent clairement qu'il existe des concordances de vue dans les programmes primaires de nombreux pays. Partout on retrouve l'idée à l'origine de la démarche d'investigation déclinée sous différents noms et différentes formes : permettre aux élèves de s'approprier des éléments de méthodologie scientifique et de construire par eux-mêmes des connaissances scientifiques.

4.3.1. En France

La démarche d'investigation a été introduite en 2002 dans les programmes français du primaire suite au succès de l'expérimentation pilote, impulsée par *La*

---

461. Par exemple, Ludovic Morge et Jean-Marie Boilevin, après avoir analysé différentes séquences d'enseignement pour le collège et le lycée, proposent trois critères devant être remplis pour qu'une séquence d'enseignement soit une D.I. : « *l'élève effectue un ou des apprentissages au cours de la séquence en réalisant des tâches qui ne sont pas uniquement des tâches d'ordre expérimental et en participant à la recherche de validité des productions des autres élèves, autrement dit en participant au choix argumenté entre plusieurs méthodes, plusieurs hypothèses, plusieurs protocoles expérimentaux, plusieurs explications, plusieurs modèles.* » (p. 45) in Jean-Marie Boilevin et Ludovic Morge (dir.), *Séquences d'investigation en physique-chimie*, éd. Scérén, CRDP d'Auvergne, col. Repères pour agir, 2007.

462. Roger W. Bybee propose ainsi en 1997 un modèle de démarche d'investigation qu'il nomme "*The Five E model*" : *Engage, Explore, Explain, elaborate, Evaluate*. Ce modèle associe explicitement perspectives constructivistes et programmes : « *The* BSCS [biology science curriculum study] *5E model takes a curricular perspective, in particular a view that incorporates what we know about how students learn and accomodates many ec-veryday requirements of science teaching.* ». Roger W. Bybee. *Learning Science and the Science of Learning*. éd. National Science Teachers Association Press, U.S.A., 2007.

463. Stéphanie Mathé et Cécile de Hosson. « La Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? » *Didaskalia*, 2008, vol. 32, pp. 41–76.

464. Ronald D. Anderson « Inquiry as an organizing Theme for Science Curricula ». *Handbook of Research on Science Education*. op. cit., pp. 807–830.

Main à la Pâte sous l'égide de l'Académie des sciences.

Les programmes pour l'école primaire sont actuellement ceux de 2008 avec leurs compléments de 2012. Seul le terme d'*investigation* est employé dans les compléments de 2012 :

> « Les élèves dépassent leurs représentations initiales par l'observation et la manipulation. Ils mènent des *investigations* qui les amènent à décrire leurs observations et à maîtriser un vocabulaire de plus en plus précis. /.../ C'est en menant les différentes investigations que l'élève pourra mobiliser et s'approprier le vocabulaire nécessaire qui sera systématiquement repris dans le cahier de sciences, particulièrement dans les résumés de connaissances acquises. »[465]

On ne trouve pas mention explicite de la « *démarche d'investigation* » dans les programmes 2012 *stricto sensu*. S'y ajoutent toutefois une définition des compétences attendues en fin de cycle 3 pour le deuxième palier du socle commun, qui précisent :

> « Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ; manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ; mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions ; exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ; maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques ; mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante (par exemple, apprécier l'équilibre d'un repas) ; exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques. »[466]

Un retour sur les programmes 2008 permet d'y trouver la démarche d'investigation, au cœur des apprentissages scientifiques puisque :

> « Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, **selon l'esprit de la *Main à la pâte*** sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. »[467]

Peu prolixes, les programmes 2008 ne fournissent cependant pas d'indications supplémentaires. Ils invitent à mettre en place la démarche d'investigation selon l'esprit de *La Main à la Pâte (cf.* citation *supra).*

Le site de la fondation *La Main à la Pâte* propose pour sa part un guide écrit par Édith Saltiel, *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, destiné *« à tous les enseignants du primaire pour les aider à mettre en place une démarche d'investigation et en donnant quelques outils qui s'inspirent de ceux qui ont été mis en place dans un certain nombre de pays »*[468]. On y trouve des caractéristiques de la démarche d'investigation, un cadre pour sa mise en place et de très nombreux conseils pratiques pour son implémentation en classe (Figures 4.3.1.a & b).

L'accent est mis dans ce document sur le déroulement de la démarche

465. *Bulletin Officiel* n°1 du 5 janvier 2012, NOR MENE1131499A, pp. 6 & 17.

466. Programmes 2008, *Bulletin Officiel* Hors-série n°3 du 19 juin 2008, NOR MENE0813240A, p. 28. (c'est moi qui souligne)

467. *idem*, p. 24.

468. Présentation du guide élaboré par Edith Saltiel. *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, Publication en ligne, 21 octobre 2005. Accessible sur le site de la Fondation *La Main à la Pâte* : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014)

d'investigation et la diversité des méthodes possibles pour mener la recherche, même si l'action directe et l'expérimentation sont à privilégier.

Le guide *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?* cite un autre ouvrage, *Enseigner les sciences à l'école. Outil pour la mise en œuvre des programmes 2002,* co-écrit par l'équipe de *La Main à la Pâte,* à l'occasion de la réforme[469] qui installait la démarche d'investigation comme démarche pour l'enseignement des sciences au primaire.[470]

Publiés conjointement par le ministère de l'éducation nationale et *La Main à la pâte,* les documents d'accompagnement des programmes[471] proposaient en particulier des caractéristiques de cette démarche et un canevas de séquence (Figure 4.3.1.c.).

- **Unité**[3] : une caractéristique essentielle de ce type d'enseignement n'est pas d'enseigner uniquement les résultats de la science, mais de permettre aux enfants de construire les connaissances souhaitées en leur permettant d'exprimer leurs idées, d'expliciter leur raisonnement, de tester leurs hypothèses et de chercher à être rigoureux. Ce type de démarche s'articule sur le questionnement des élèves sur le monde réel. Ce questionnement conduit à l'acquisition de connaissances et de savoir faire, à la suite d'une investigation menée par les élèves eux-mêmes guidés par le maître.

- **Diversité des méthodes** : l'investigation réalisée par les élèves peut s'appuyer sur diverses méthodes, y compris au cours d'une même séance comme l'expérimentation directe, une réalisation matérielle (construction d'un objet, d'un modèle, recherche d'une solution technique), une observation directe ou assistée par un instrument (qui ne soit pas l'ordinateur), une recherche sur documents, une enquête, la réalisation d'une émission de radio, d'un petit film et une visite. Les élèves ne font pas qu'observer : ils peuvent identifier, classer, questionner, faire des prévisions en explicitant les raisons de leur choix, faire des simulations, expérimenter lorsque le sujet s'y prête, noter leurs observations, pour ensuite en faire une synthèse.

  Il va de soi que ces méthodes d'accès sont complémentaires et sont à équilibrer en fonction du sujet d'étude. Cependant, à chaque fois que cela est possible l'action directe et l'expérimentation des élèves sont à privilégier.

Figure 4.3.1.a. : "Unité et diversité de la démarche d'investigation"(Édith Saltiel)[472]

469. Cette réforme accompagnait le PRESTE (plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école) lancé en 2000. *Bulletin Officiel* n°23 du 15 juin 2000. NOR : MENE0000803N

470. Ministère de la Jeunesse, de l'éducation nationale et de la Recherche, Direction de l'enseignement scolaire, Académie des sciences - *La Main à la Pâte. Enseigner les sciences à l'école. Outil pour la mise en œuvre des programmes 2002. Cycles 1, 2 et 3.* éd. CNDP, 2002. (p. 6)

471. *idem*.

472. *idem*, p. 9

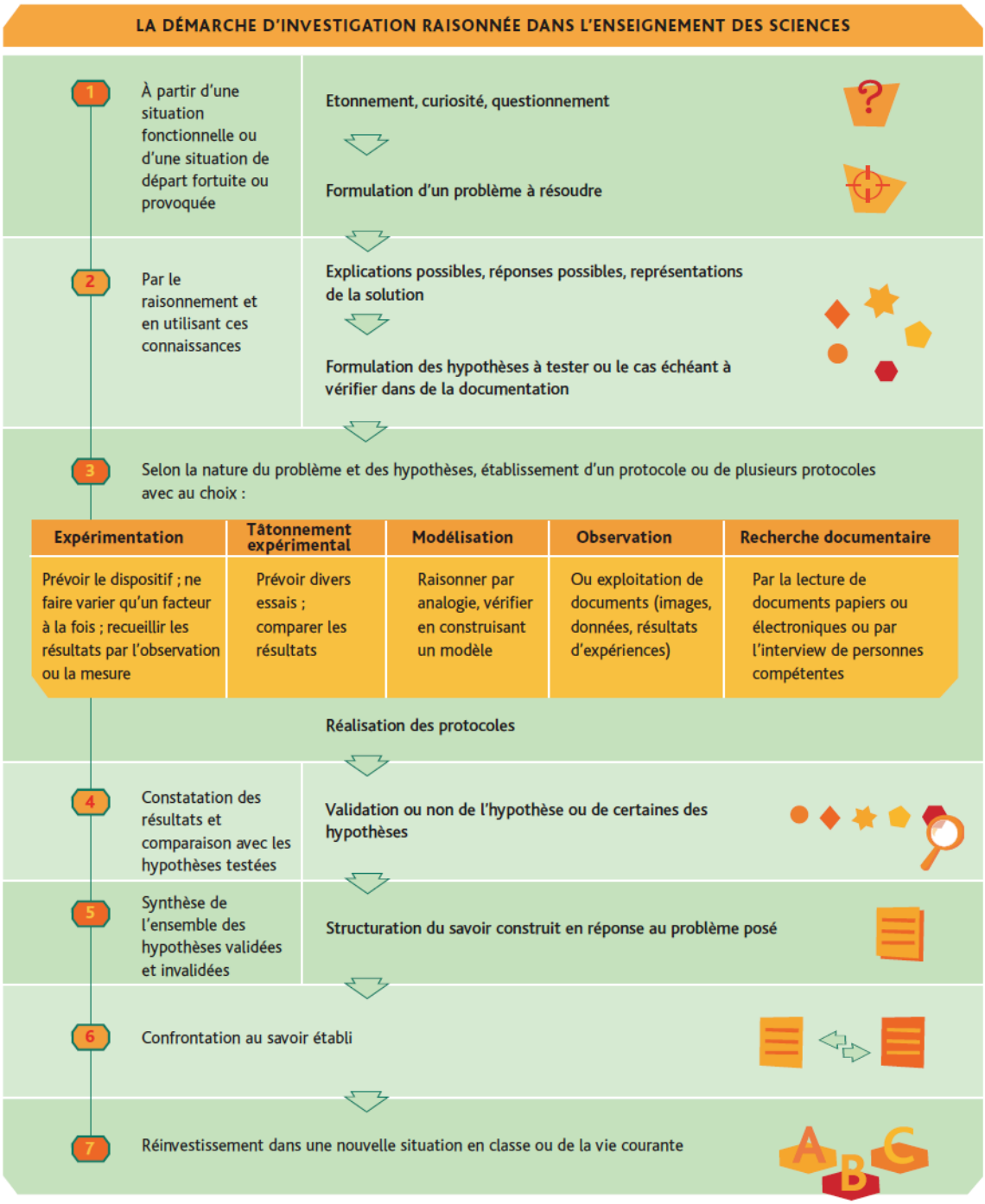


Figure 4.3.1.b. : "L'Investigation, un processus itératif, La démarche pas à pas"(Edith Saltiel)[473]

473. *idem*, p. 11

Il s'agit d'un document pédagogique opérationnel qui n'a pas la prétention de définir « la » méthode scientifique, ni celle de figer de façon exhaustive le déroulement qui conduit de la problématique à l'investigation, puis à la structuration. Apparentée aux méthodes actives, la démarche proposée pourra être comparée à celle qui est recommandée pour la résolution de problèmes en mathématiques.
Par commodité de présentation, cinq moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable. En revanche, chacune des phases identifiées est essentielle pour garantir l'investigation réfléchie des élèves.

Divers aspects d'une démarche expérimentale d'investigation

La démarche qui sous-tend le plan de rénovation des sciences et de la technologie à l'école obéit aux principes d'unité et de diversité.
– Unité : cette démarche s'articule sur le questionnement des élèves sur le monde réel : phénomène ou objet, vivant ou non vivant, naturel ou construit par l'homme. Ce questionnement conduit à l'acquisition de connaissances et de savoir-faire, à la suite d'une investigation menée par les élèves guidés par le maître ;
– Diversité : l'investigation réalisée par les élèves peut s'appuyer sur diverses méthodes, y compris au cours d'une même séance :
• expérimentation directe,
• réalisation matérielle (construction d'un modèle, recherche d'une solution technique),
• observation directe ou assistée par un instrument,
• recherche sur documents[5],
• enquête et visite.
La complémentarité entre ces méthodes d'accès à la connaissance est à équilibrer en fonction de l'objet d'étude.
Chaque fois que cela est possible, d'un point de vue matériel et déontologique, on doit privilégier l'action directe et l'expérimentation des élèves.

Canevas d'une séquence[6]

Le choix d'une situation de départ

– Paramètres choisis en fonction des objectifs des programmes.
– Adéquation au projet de cycle élaboré par le conseil des maîtres du cycle.
– Caractère productif du questionnement auquel peut conduire la situation.
– Ressources locales (en matériel et en ressources documentaires).
– Centres d'intérêt locaux, d'actualité ou suscités lors d'autres activités, scientifiques ou non.
– Pertinence de l'étude entreprise par rapport aux intérêts propres de l'élève.

La formulation du questionnement[7] des élèves

– Travail guidé par le maître qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le champ scientifique et à favoriser l'amélioration de l'expression orale des élèves.
– Choix orienté et justifié par le maître de l'exploitation de questions productives (c'est-à-dire se prêtant à une démarche constructive prenant en compte la disponibilité du matériel expérimental et documentaire, puis débouchant sur un apprentissage inscrit dans les programmes).
– Émergence des conceptions initiales des élèves[8], confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème soulevé.

L'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation

– Gestion par le maître des modes de groupement des élèves (de niveaux divers selon les activités, de la dyade au groupe-classe entier) ; consignes données (fonctions et comportements attendus au sein des groupes).
– Formulation orale d'hypothèses dans les groupes.
– Élaboration éventuelle de protocoles[9], destinés à valider ou à invalider les hypothèses.
– Élaboration d'écrits précisant les hypothèses et protocoles (textes et schémas).
– Formulation orale et/ou écrite par les élèves de leurs prévisions : « que va-t-il se passer selon moi », « pour quelles raisons ? ».
– Communication orale à la classe des hypothèses et des éventuels protocoles proposés.

L'investigation conduite par les élèves

– Moments de débat interne au groupe d'élèves : les modalités de la mise en œuvre de l'expérience.
– Contrôle de la variation des paramètres.
– Description de l'expérience (schémas, description écrite).
– Reproductibilité de l'expérience (relevé des conditions de l'expérience par les élèves).
– Gestion des traces écrites personnelles des élèves.

L'acquisition et la structuration des connaissances

– Comparaison et mise en relation des résultats obtenus dans les divers groupes, dans d'autres classes…
– Confrontation avec le savoir établi (autre forme de recours à la recherche documentaire), respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves.
– Recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires.
– Formulation écrite, élaborée par les élèves avec l'aide du maître, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.
– Réalisation de productions destinées à la communication du résultat (texte, graphique, maquette, document multimédia).

Figure 4.3.1.c. : Aspects et canevas d'une séquence en démarche expérimentale d'investigation

4.3.2. En Suisse

En Suisse, les « attentes fondamentales » du PER romand fixent des objectifs à atteindre en fin de cycle 1 (8 ans) et de cycle 2 (12 ans). Il n'y est pas fait explicitement mention de la démarche d'investigation mais il y est fait mention de la démarche scientifique.

Il est attendu des élèves des compétences très similaires à celles visées par un enseignement en démarche d'investigation.

En fin de cycle 1, l'élève :

- formule au moins une question ou une hypothèse au sujet d'une problématique
- identifie un facteur (une variable ou une constante) intervenant dans une problématique
- propose un instrument de mesure adéquat dans une situation problématique donnée
- confronte ses résultats d'observation, d'expérimentation ou de recherches documentaires pour infirmer ou confirmer une hypothèse

- compare deux éléments *(objets, plantes, animaux, partie du corps,…)* selon des critères donnés
- choisit un critère pour trier une collection et l'utilise pour la présenter
- communique ses résultats par oral et à l'aide d'un dessin annoté [474]

En fin de cycle 2, l'élève :

- formule au moins une question et/ou une hypothèse qui utilise(nt) les éléments de la situation au sujet d'une problématique
- choisit une piste de recherche, un dispositif d'exploration qui permet de répondre à une question de recherche (dans une liste de propositions)
- met en évidence quelques facteurs (des variables et des constantes) intervenant dans l'explication d'une problématique
- récolte des résultats ou des observations pertinents en regard de la problématique étudiée
- choisit un ou plusieurs instruments de mesure adéquats dans une problématique donnée
- utilise correctement des instruments de mesure (longueur, capacité, masse, durée, température)
- organise des données à l'aide de différents outils de représentation
- confronte ses résultats d'observation, d'expérimentation pour infirmer ou corroborer des hypothèses
- reconnaît certaines phases d'une recherche
- communique certaines phases d'une recherche[475]

En parallèle, l'élève apprend à représenter des phénomènes en :

« imaginant et en utilisant divers outils de représentation ; menant des observations répétées ; se référant à diverses sources ; triant et organisant des données ; en confrontant et en communiquant ses observations, ses résultats, ses constats, ses interprétations ; mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques ; se posant des questions et en exprimant ses conceptions »[476]

Les objectifs fixés par le PER romand en fin de cycle 2 (12 ans) et les compétences attendues en fin de cycle 3 français (11 ans) pour la maîtrise du socle commun sont similaires.

4.3.3. Aux États-Unis

Les pratiques scientifiques sont des comportements mis en œuvre par les scientifiques pour mener leurs recherches et élaborer des modèles et des théories sur le monde naturel. Le National Research Council utilise le terme de *pratiques* plutôt que celui de *compétences* pour souligner le fait que s'engager dans une investigation scientifique exige une coordination simultanée des connaissances et des compétences. L'utilisation du terme *pratiques* contribue à éviter l'interprétation d'une compétence comme la nue maîtrise d'une activité ou d'une procédure. Une partie des intentions du NRC est de mieux expliquer et développer d'une part ce qui est entendu par "*investigation*" en sciences et d'autre part l'étendue des pratiques cognitive, sociale et physique qu'elle exige. [477]

474. Plan d'études romand. http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_16/ (consulté août 2014)
475. Plan d'études romand. http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_26/ (consulté août 2014)
476. Plan d'études romand. http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_15/ (consulté août 2014)
477. Liste détaillée sur le site des *Next Generation Science Standards* :
http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards. (consulté août 2014)

Aux États-Unis, il n'y a pas de programmes fédéraux mais des recommendations du *National Research Council* (cf. section 2.3.3.1.2.). Dans les *Next Generation Science Standards*, le choix est fait de ne pas proposer de définition de la démarche d'investigation mais plutôt de fournir une liste de « pratiques » dans lesquelles doivent être engagés les élèves, en les déclinant de façon très précise par niveau d'âge, du CE1 au lycée. [478]

Pratiques scientifiques et ingéniorales
1. Se poser des question (pour la science) et définir des problèmes (pour l'ingénierie) 2. Développer et mettre en œuvre des modèles 3. Planifier et mener à bien une investigation 4. Analyser et interpréter des données Utiliser les mathématiques et les algorithmes 6. Construire des explications (pour la science) et élaborer des solutions (pour l'ingénierie) 7. Argumenter sur la base de preuves 8. Obtenir, évaluer et communiquer des informations

Tableau 4.3.3.a : Liste des pratiques scientifiques et ingéniorales (États-Unis)

On y retrouve dans les grandes lignes des objectifs proches de ceux des programmes français et suisses.

4.3.4. Au Royaume-Uni

Des nouveaux programmes sont mis en œuvre au Royaume-Uni à la rentrée 2014. Jusqu'à présent, un domaine intitulé « investigation scientifique » précisait ce que les élèves devaient savoir en termes de NoS et de compétences scientifiques (*investigation skills*). Prochainement, ce domaine sera remplacé par le domaine « *working scientifically* ». Les programmes visent ainsi à « développer les **connaissances scientifiques disciplinaires et la maîtrise des concepts**, spécifiquement par l'intermédiaire de la biologie, de la chimie et de la physique ; et développer la compréhension de **la nature, des processus et des méthodes de la science** à l'aide d'activités pratiques. »[479]

Scientific attitudes

- pay attention to objectivity and concern for accuracy, precision, repeatability and reproducibility
- understand that scientific methods and theories develop as earlier explanations are modified to take account of new evidence and ideas, together with the importance of publishing results and peer review
- evaluate risks

Experimental skills and investigations

- ask questions and develop a line of enquiry based on observations of the real world, alongside prior knowledge and experience
- make predictions using scientific knowledge and understanding
- select, plan and carry out the most appropriate types of scientific enquiries to test predictions, including identifying independent, dependent and control variables

478. FAQ du site des *Next Generation Science Standards* : http://www.nextgenscience.org/frequently-asked-questions. (consulté août 2014)

479. https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study#year-6-programme-of-study (consulté août 2014)

• use appropriate techniques, apparatus, and materials during fieldwork and laboratory work, paying attention to health and safety
• make and record observations and measurements using a range of methods for different investigations; and evaluate the reliability of methods and suggest possible improvements
• apply sampling techniques

Analysis and evaluation

• apply mathematical concepts and calculate results
• present observations and data using appropriate methods, including tables and graphs
• interpret observations and data, including identifying patterns and using observations, measurements and data to draw conclusions
• present reasoned explanations, including explaining data in relation to predictions and hypotheses
• evaluate data, showing awareness of potential sources of random and systematic error
• identify further questions arising from their results

Measurement

• understand and use SI units and IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) chemical nomenclature
• use and derive simple equations and carry out appropriate calculations
• undertake basic data analysis including simple statistical techniques

Tableau 4.3.4. : Liste des compétences visées en fin de 6ème année d'étude dans le domaine Travailler scientifiquement (« working scientifically »)[480]

2.4.4. DEMARCHE D'INVESTIGATION VS. PEDAGOGIE FRONTALE

La pédagogie frontale est, dans les termes d'André Giordan, « *une pédagogie où* « celui qui sait » *divulgue son savoir* à « celui qui ne sait pas ». *Sa concrétisation classique est le cours ex-cathedra* ».[481] Elle peut s'avérer extrêmement efficace quand celui qui ne sait pas est préparé à s'approprier le savoir fourni par celui qui sait. C'est typiquement le cas lors d'une conférence qui rassemble des spécialistes d'un domaine donné, spécialistes qui partagent une même subjectivité collective. A l'école primaire, les élèves ne possèdent cependant pas encore *a priori* une culture scientifique commune sur laquelle un enseignant peut se baser. Selon André Giordan, un risque majeur est alors de fournir aux élèves des réponses incompréhensibles à des questions qu'ils ne se posent pas.[482]

En réaction à la pédagogie frontale[483], l'idée s'impose dans les années 1970 d'une pédagogie constructiviste (ou socio-constructiviste) où c'est l'élève qui construit ses savoirs et non plus le maître qui les transmet. La démarche d'investigation en est issue, entre autres approches. Elle *se* construit alors souvent par opposition ou

480. *idem.*

481. Francine Pellaud, Richard-Emmanuel Eastes et André Giordan, « Des modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique », *Gymnasium Helveticum*, mai 2004. Accessible en ligne : http://www.andregiordan.com/articles/apprendre/modeleallosterique.html (consulté août 2014)

482. *idem.*

483. Cette pédagogie est jugée par certains comme peu efficace en raison de la passivité qu'elle génère chez les élèves : « *Ce modèle qui maintient l'élève dans un rôle passif est reconnu par la psychologie cognitive pour sa faible efficacité vis-à-vis du processus d'apprentissage* ». Guy Robardet et Jean-Claude Guillaud, *Eléments de didactiques des sciences physiques*, éd. PUF, Paris, 1997. (p. 82)

comparaison avec la démarche frontale, dominante et bien connue des enseignants.

C'est ainsi que Ronald D. Anderson, propose en 2002 pour identifier la mise en place d'une démarche d'investigation dans une classe d'évaluer l'écart entre la pratique observée et la façon d'enseigner traditionnelle : [484]

Traditional—Reform Pedagogy Continuum

Predominance of Old Orientation	Predominance of New Orientation
Teacher Role:	
As dispenser of knowledge	As coach and facilitator
Transmits information	Helps students process info.
Communicates with individuals	Communicates with groups
Directs student actions	Coaches student actions
Explains conceptual relationships	Facilitates student thinking
Teachers knowledge is static	Models the learning process
Directed use of textbook, etc.	Flexible use of materials
Student Role:	
As passive receiver	As self-directed learner
Records teacher's information	Processes information
Memorizes information	Interprets, explains, hypoth.
Follows teacher directions	Designs own activities
Defers to teacher as authority	Shares authority for answers
Student Work:	
Teacher-prescribed activities	Student-directed learning
Completes worksheets	Directs own learning
All students complete same tasks	Tasks vary among students
Teacher directs tasks	Design and direct own tasks
Absence of items on right	Emphasizes reasoning, reading and writing for meaning, solving problems, building from existing cognitive structures, and explaining complex problems

Figure 2.4.4.a. : Distinction entre la démarche d'investigation (à gauche) et l'enseignement traditionnel (à droite)

Plus récemment, Wynne Harlen propose le même type de distinction[485] (Figure 2.4.b.).

Ces deux présentations du partage des rôles entre enseignants et élèves montrent la grande différence qu'il existe, de ce point de vue, entre démarche d'investigation et pédagogie frontale.

La réalité des pratiques, on l'a vu, est moins contrastée, et elles s'inscrivent plutôt dans un continuum combinant des éléments des deux approches. La tentation peut toutefois être grande de basculer d'une approche frontale vers une approche exclusivement par démarche d'investigation. Selon Sophie Mathé, Martine Méheut et Cécile de Hosson[486], l'introduction de la démarche d'investigation dans les

484. R. Anderson. « Reforming science teaching: What research says about inquiry ». *Journal of Science Teacher Education*, 2002, vol. 13 (1), pp. 1–12. (p. 5). Cette proposition date de 1996, année où les nouveaux standards américains sont présentés par le National Research Council.

485. Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. éd. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP), Italie, 2012. (p. 15)

486. S. Mathé, M. Méheut & C. de Hosson. « La démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? »,

programmes du collège a ainsi conduit certains enseignants à les interpréter dans le sens d'un enseignement uniquement par D.I. et provoqué l'apparition sur les sites académiques de séquences en D.I. dont la pertinence est discutable.

Box 3: Student activities: learning through inquiry

- Students pursue questions which they have identified as their own even if introduced by the teacher
- They do not know the answer to the questions they investigate
- They know enough about the topic to engage with the question
- They make predictions based on their emerging ideas about the topic
- They take part in planning investigations to test their predictions
- They conduct investigations themselves
- They use appropriate sources and methods of collecting data relevant to testing their predictions
- They discuss what they find in relation to their initial expectations or predictions
- They draw conclusions and try to explain what they find
- They compare their findings and conclusions with what others have found and concluded
- They keep notes and records during their work
- They engage in discussion of the methods used and the results of their investigations

Box 4: Student activities: learning through transmission methods

- Students' activities follow a sequence set out in a text-book or by the teacher with little attention to placing what they do in the context of a question they want to answer
- They may read about how to conduct investigations but have little opportunity to experience the process for themselves.
- They may observe demonstrations by the teachers but may not understand the reasons for what is being done
- When they do undertake practice activities they follow instructions taking little part in deciding what to do
- The experiments they observe or conduct are designed to confirm a conclusion already known: 'experiment to show that ...'
- They do not always know why certain steps in an experiment or investigation have to be carried out
- They write accounts of investigations in a structured form, often copied from a book or dictated by the teacher
- They record the 'right answer' even if they did not observe what ought to have happened
- They work independently or in pairs and are discouraged from discussing their work

Figure 2.4.4.b. : Distinction entre la démarche d'investigation (à gauche) et l'enseignement transmissif (à droite)

« *Comme toujours, la panacée n'existe pas et il faut chercher l'optimum dans l'équilibre qu'il y a à* « jouer » *avec ces différents types d'approches* »[487] précise André Giordan. Ce point de vue est partagé par Wynne Harlen pour qui ces deux approches ont leur place dans l'enseignement des sciences, chacune permettant d'atteindre des objectifs différents.[488] Quand il s'agit d'apprendre des procédures plutôt que de comprendre

Didaskalia, n°32, 2008, pp. 41–76.

487. André Giordan & Francine Pellaud, *Comment enseigner les sciences*, éd. Delagrave, Paris, 2008, p. 69.

488. « *Teaching as 'transmission of facts' was the predominant mode at the time when the main aim of science education was to provide future scientists with essential knowledge, rather than also being to provide everyone with the opportunities to achieve the goals listed above. Science was passed on to students 'ready-made', as opposed to being experienced, with knowledge being created through action. But this is not to claim that inquiry is the only form of pedagogy that students encounter in their science education. There are some things to be learned such as skills of using equipment, names, conventions and symbols which are best taught directly and there will be occasions where inquiry contributes to making sense of experience without being the sole approach used. However, when understanding is the aim, inquiry has a key role in students' science education.* » Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. op. cit., p. 14

un phénomène, la pédagogie frontale lui semble la plus adaptée alors que lorsqu'il s'agit de comprendre, c'est la démarche d'investigation qu'il faut privilégier.

Des limitations matérielles peuvent également conduire à choisir l'approche frontale plutôt que par démarche d'investigation comme le note André Giordan : « *la méthode expérimentale n'est pas toujours applicable en tant que telle ou du moins dans les conditions optimales voulant que de petits groupes d'enfants puissent bénéficier d'une « paillasse » pour mettre en place eux-mêmes des dispositifs expérimentaux* ». [489]

La complémentarité des approches frontale et par D.I. se justifie alors avant tout par la nécessité de trouver un optimum, de choisir la meilleure approche pour remplir des objectifs d'enseignement différents ou pour des raisons matérielles.

La mise en dialectique de ces deux approches peut également se révéler un outil puissant pour conduire les élèves à réfléchir au statut de l'autorité en science. En effet, alors que l'approche frontale pose l'enseignant comme autorité (ou représentant d'une autorité) détentrice d'un savoir à transmettre, la démarche d'investigation met en avant que le savoir est quelque chose de dynamique, construit par des êtres humains et susceptibles d'être remis en question. Voir l'enseignant naviguer entre ces deux approches fournit aux élèves l'occasion de se positionner eux-mêmes et de mieux saisir la façon dont les connaissances scientifiques s'élaborent, entre acceptation et remise en cause du savoir construit antérieurement. L'appropriation d'un rapport sain à l'autorité scientifique dépasse largement le cadre disciplinaire, et constitue une compétence fondamentale pour les citoyens d'une société largement informée par la science et les technosciences[490].

2.4.5. Une mise en place difficile

> « Efficacement menée, une approche par la démarche d'investigation offre la promesse de réaliser ces objectifs à un plus haut degré que les approches traditionnelles de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences. Qu'elle soit "efficacement menée" est ici une réserve critique. »
>
> Wynne Harlen[491]

> « L'apprentissage par démarche d'investigation est complexe et n'est pas une option simple. Nous nous efforçons de la mettre en œuvre parce que nous croyons qu'elle promeut la compréhension et le développement de compétences dont les élèves auront besoin pour répondre aux demandes d'une vie dans le 21e siècle ».
>
> Wynne Harlen[492]

> « Quand un enseignant n'a jamais enseigné de sciences ou quand il n'a jamais enseigné de cette façon, cela n'est pas toujours facile de construire une progression et de trouver des situations de départ tout au long de la progression qui permettent le questionnement et l'action des élèves. »
>
> Edith Saltiel[493]

---

489. André Giordan & Francine Pellaud, *Comment enseigner les sciences*, op. cit., p. 72.

490. Estelle Blanquet, Éric Picholle & U. Bellagamba. « Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité : l'exemple du système héliocentrique ». Actes du colloque "Formes d'éducation et processus d'émancipation", CREAD, 22-24 mai 2012, Rennes.

491. Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. éd. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP), Italie, 2012. (p. 14)

492. *idem*, p. 13

493. Edith Saltiel. *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, Publication en ligne, 21 octobre 2005. (p. 13) Edith Saltiel y renvoie sur des acitvités du projet POLLEN qui ne sont plus disponibles en

La démarche d'investigation n'est pas toujours facile à implémenter.

L'absence de définition univoque de la démarche d'investigation a un impact sur la formation des enseignants. On rencontre chez les enseignants des pratiques très différentes et des discours parfois mutuellements exclusifs, chacun étant persuadé de faire vivre à ses élèves d'authentiques démarches d'investigation, au contraire de ses collègues. La perception de la même pratique peut varier considérablement selon les écoles de formateurs et, en l'absence de critères consensuels d'évaluation, elle peut même être considérée comme inadéquate pour certains et adéquate pour d'autres.

Plus grave, l'absence de consensus sur la nature de la démarche d'investigation a des conséquences sur l'évaluation de son efficacité. En l'absence de délimitation claire de ce qui en relève ou non, il est toujours possible, en se fixant une définition *ad hoc*, de montrer qu'elle est ou n'est pas efficace pour enseigner les sciences à l'école, ce qui complique sérieusement son évaluation.

En France, après une montée en puissance de l'enseignement des sciences par démarche d'investigation en 2002, les programmes de l'école semblent actuellement marquer le pas. Il n'est plus aussi aisé pour un enseignant de se procurer des informations institutionnelles sur la démarche d'investigation.

Concrètement, il lui faut pour cela chercher sur le site de *La Main à la Pâte*, où la visibilité du guide n'est pas bonne, et franchir quatre étapes pour y accéder : [494]

Accueil>consulter nos ressources>[Afficher tout]>Sciences et Investigation.

Au delà de ces difficultés institutionnelles et techniques, il y peut y avoir des difficultés d'ordre méthodologique[495].

Alors que le guide de *La Main à la Pâte* fournit par exemple des moyens d'engager les élèves dans une expérimentation ou une modélisation, il présuppose que l'enseignant comprend la façon dont on les mène. Or, l'apprentissage des bonnes pratiques peut s'avérer délicat non seulement pour les élèves[496] mais aussi pour leurs enseignants. [497] Ainsi, face à des réponses voire à des résultats expérimentaux inattendus, des enseignants peuvent ainsi être tentés d'imposer la bonne réponse en s'appuyant sur leur autorité quitte à contredire une observation d'élèves. [498]

Les bonnes pratiques relatives à leur mise en place restent en conséquence souvent

---

ligne. Accessible sur le site de la Fondation *La Main à la Pâte* : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014)

494. http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014)

495. Ronald D. Anderson. «Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry ». *Journal of Science Teacher Education,* 2002, vol. 13 (1), pp. 1–12.

496. Wynne Harlen alerte les évaluateurs sur la difficulté d'évaluer la compréhension de la méthodologie scientifique par exemple chez les élèves. Elle indique que des élèves capables de mettre en œuvre correctement des compétences méthodologiques dans le cadre d'une démarche d'investigation donnée n'y parviennent pas forcément sur une autre. Wynne Harlen. *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice.* éd. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP), Italie, 2012. (p. 60).

497. Pour rester dans le cadre français, on trouve sur le forum de *La Main à la pâte* de nombreuses questions d'enseignants révélatrices de difficultés à comprendre la méthodologie scientifique (e.g. « La boîte à neige : comment invalider une proposition qui fonctionne ? »).

498. Voir par exemple Aik-Ling Tan & Hwei-Ming Wong. « "Didn't Get Expected Answer, Rectify It." : Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities ». *International Journal of Science Education*, 2012, vol. 34 (2), pp.197–222.

bien floues pour des enseignants sans bagage scientifique.[499]

Une solution proposée en France consiste à développer l'ASTEP[500] (accompagnement scientifique et technique à l'école primaire) et, dans quelques régions privilégiées, des Maisons des sciences[501]. Néanmoins, le manque de structures et de personnes compétentes demeurent un problème et les solutions actuelles ne sont pas généralisables.

499. Il n'y a pas sur le site de *La Main à la Pâte* de document fournissant des indications sur ce qu'est la démarche scientifique à notre connaissance. On trouve en revanche des éléments dispersés dans les différentes réponses des experts aux questions des enseignants.

500. Il s'agissait initialement de mettre des élèves aux contacts d'un physicien professionnel pédagogue, accompagner un enseignant en difficulté. L'initiative est étendue aujourd'hui aux jeunes étudiants de licence. On peut s'interroger sur l'efficacité de l'accompagnement d'un enseignant maîtrisant mal les tenants et les aboutissants de la démarche d'investigation par un jeune étudiant de licence, encore balbutiant dans sa compréhension de la méthodologie scientifique. http://www.fondation-lamap.org/fr/astep. (consulté août 2014)

501. Les maisons des sciences font le pari de la formation d'enseignants du premier degré par des physiciens professionnels, sans connaissance particulière des spécificités de l'école et des jeunes élèves (ou de la didactique des sciences). On aimerait que tous les physiciens soient comme Marie Curie capables de s'adapter à des élèves et à des enseignants dont la maîtrise de la science est babutiante mais cela semble peu probable. http://www.maisons-pour-la-science.org. (consulté août 2014)

2.5. La question de la science à l'école maternelle

Un bébé, un enfant ou un adulte ne pensent pas de la même façon. Il ne va donc pas de soi qu'il est possible à des enfants de faire des sciences ; et il convient de s'interroger sur le sens que peut avoir le terme de *science* dans ce contexte. La question est d'autant plus sensible qu'on considère de plus jeunes enfants. Nous nous intéresserons dans cette section aux élèves de 2 à 6 ans, qui représentent l'essentiel des enfants scolarisés à l'école maternelle en France (toute petite, petite, moyenne et grande sections).

Une solution consiste à identifier les compétences accessibles pour une tranche d'âge donnée ; à se fixer des compétences minimales nécessaires pour l'enseignement des sciences ; et à déterminer ainsi l'âge à partir duquel il est possible de faire des sciences avec les petits. La découverte sans cesse renouvelée de nouvelles compétences chez les jeunes enfants tout comme la détermination des compétences nécessaires pour faire des sciences rendent cependant cette approche délicate (2.5.1.). Comme souvent, ce sont en définitive les programmes scolaires qui fixent pour les enseignants ce que doit être l'enseignement scientifique à l'école maternelle (2.5.2.).

2.5.1. DES COMPETENCES AUX CONTOURS FLOUS

> Même les enfants les plus jeunes sont sensibles aux régularités abstraites et aux relations causales. Ils utilisent ces informations comme guide dans leur façon de généraliser, de faire des inférences et de donner du sens au monde qui les entoure. On ne cesse de réviser à la hausse la richesse et la variété de ce que peuvent comprendre les enfants et qui fait intervenir des éléments implicites et explicites, symboliques ou non, et des composantes associatives ou à explicatives. Il n'y a pas de progression simple du concret à l'abstrait dans le développement des enfants.
>
> Richard Duschl[502]

5.1.1. Stades piagétiens et scientificité

Jean Piaget décompose l'évolution de la pensée chez les petits en périodes et en stades.[503] Les élèves de maternelle se situent dans la période de « l'intelligence préopératoire ».

L'interprétation dominante de ses travaux, dans les années soixante-dix[504, 505] était que les jeunes élèves acquierrent leurs compétences par étapes successives,

502. *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber et Andrew W. Shouse, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, U.S.A., 2007. p. 54

503. Pour une présentation synthétique des stades piagétiens, voir par exemple Hélène Rucaud-Droisy, Claire Safont-Mottay et Nathalie Oubrayrie-Roussel, *Psychologie du développement, Enfance et adolescence*, éd. Dunod, 2008, pp. 57–66.

504. En France, selon Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin, de nombreux didacticiens se sont appuyés sur les travaux de Jean Piaget pour guider les recherches naissantes en didactique. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, op. cit., p. 97.

505. Selon Kathleen E. Metz, de nombreux didacticiens américains parmi lesquels Karplus (1977) et Lason (1979) se sont appuyés sur les travaux de Brunner, qui, lui même, s'appuyait sur ceux de Piaget, pour définir ce qui était accessible aux élèves. Voir son article « Reassesment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction », op. cit. , p. 93–94.

caractérisées par autant de seuils permettant d'identifier les compétences accessibles à un moment donné du développement psychologique et cognitif de l'enfant. En particulier, en dessous de 6 ans les élèves étaient présumés ne pas maîtriser un certain nombre de compétences relatives aux opérations formelles (e.g. émission d'hypothèses, raisonnement hypothético-déductif). En restreignant la science à l'élaboration de raisonnements sophistiqués et à la manipulation d'abstractions, une conséquence de cette approche était de considérer les tout-petits comme incapables de faire des sciences. Une option courante consistait alors à privilégier une approche concrète, réputée non scientifique, permettant aux élèves de manipuler et découvrir des objets, en conformité avec les compétences accessibles aux jeunes enfants, avant de les initier à des aspects plus généraux et scientifiques. C'est par exemple la logique des « leçons de choses »[506].

Cette double vision d'élèves de maternelle aux compétences très limitées et d'un enseignement des sciences nécessitant une capacité d'abstraction importante a été remise en cause dans les années quatre-vingt dix, sans pour autant nécessairement remettre en cause l'existence de stades.[507]

Ainsi, un article de Kathleen Metz[508] de 1995, s'appuyant sur des écrits méconnus de Jean Piaget et d'autres psychologues non piagétiens, a participé à modifier la vision des compétences scientifiques des petits. Metz y rappelait en particulier que les expériences de Jean Piaget montraient que des enfants très jeunes étaient déjà capables de mener des investigations, de bâtir des « expériences pour voir » en faisant intentionnellement varier un paramètre[509]. Selon elle, de telles compétences rendent possible un enseignement des sciences à de jeunes élèves, pourvu qu'on se limite à une science concrète, reposant par exemple sur des objets manipulés avec une intention d'exploration systématique.

De même, en France, André Giordan met en garde les didacticiens contre une lecture trop restrictive de Piaget. Il rappelle en 1997 que « *les stades ne doivent cependant pas être considérés comme des carcans. Le passage entre les stades peut être facilité par l'éducation contrairement à ce que pensent de nombreux piagétiens. Ainsi, il est possible à des enfants de cinq ans grâce à des situations pédagogiques adéquates de faire des hypothèses sans attendre le stade hypothético-déductif.* »[510]

Les années quatre-vingt-dix voient donc un regain d'intérêt pour ce que peuvent faire de très jeunes élèves. Des approches nouvelles apparaissent pour cerner leurs compétences.[511,512] Plutôt que de s'intéresser à ce que de jeunes élèves ne

506. Voir par exemple la synthèse réalisée par Ferdinand Buisson dans son *Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction publique*, éd. Hachette, Paris, 1911. Accessible en ligne : http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/
(consulté août 2014)

507. André Giordan et Marylin Coquidé-Cantor réfèrent par exemple régulièrement aux stades piagétiens dans leur ouvrage *L'Enseignement scientifique à l'école maternelle*, éd. Z'éditions, Nice, 1997.

508. Kathleen E. Metz. « Reassesment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction », op. cit.

509. Jean Piaget, *La Naissance de l'intelligence chez l'enfant* (1936). éd. Delachaux & Niestlé, Suisse, 1977.

510. Marylin Coquidé-Cantor et André Giordan, *L'Enseignement scientifique à l'école maternelle*, éd. Z'éditions, Nice, 1997, p. 152.

511. Russel Tytler et Suzanne Peterson proposent en 2002 en introduction à leur article un historique des discussions parfois vives qui ont animées les communautés des psychologues et didacticiens des sciences. « From "Try It and See" to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning ». *Journal of Research in Science Teaching*, 2004, vol. 41 (1), pp. 94–118.

peuvent *pas* faire, on s'y intéresse davantage à ce qu'ils *peuvent* faire.[513] Ce changement de point de vue induit de nombreuses surprises. Ainsi, selon Richard Duschl, les vingt dernières années de recherche dépeignent des jeunes élèves étonnamment plus compétents qu'on ne le pensait précédemment et capables de s'engager dans de multiples apprentissages de nature scientifique. Dans les années soixante-dix et quatre-vingts, la plupart des recherches portent sur les conceptions initiales des enfants de maternelle et montrent que les élèves élaborent très jeunes des explications relatives aux phénomènes qu'ils observent.[514] De nombreuses recherches s'intéressent aujourd'hui plutôt à leur façon de raisonner et aux conséquences sur leur capacité à réaliser des activités jugées essentielles pour faire des sciences comme la modélisation.

Cette évolution ne va pas sans soulever des polémiques.[515] Une source de désaccord repose non pas sur les compétences des élèves mais sur une inquiétude d'ordre épistémologique, l'interprétation de ce qu'ils font en termes d'activités scientifiques ou non. Des différences dans les critères de validation aboutissent alors parfois à des conclusions contradictoires.

La modélisation scientifique, considérée par de nombreux didacticiens comme un élément-clef de l'enseignement scientifique,[516] fournit un exemple typique des difficultés pour évaluer l'âge à partir duquel certains éléments de méthodologie scientifique peuvent être travaillés par les élèves et de la variété des hypothèses de travail. Ainsi, Catherine Ledrapier n'hésite pas à poser des définitions très englobantes de la modélisation[517] ou du débat scientifique[518] pour aboutir à la conclusion que les élèves en sont capables dès 3 ans[519]. Inversement, Richard

---

512. Les recherches sur les élèves de maternelle se sont suffisamment développées pour que les deux dernières conférences ESERA en 2011 et 2013 proposent une section consacrée à l'enseignement des sciences chez les tout-petits. 2009 a également vu la création d'un groupe d'intérêt dédié aux élèves de 0 à 8 ans. http://www.esera.org/esera-special-interest-groups/ (consulté août 2014)

513. Marcela Schweitzer a montré récemment que des élèves de maternelle, avec un enseignement adapté, étaient capables d'atteindre des compétences habituellement réservées à des élèves plus âgés (travail sur les ombres). Marcela Resta-Schweitzer, « Initiation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant », Thèse de Doctorat, Université d'Angers, 2010.

514. R.A. Duschl et. al., *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8.* op. cit., pp. 56–64.

515. Voir à ce propos Russel Tytler et Suzanne Peterson, « From "Try It and See" to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning », op. cit., pp. 95–97.

516. Jean-Louis Martinand, en France, a été l'un des premiers à réfléchir sur les difficultés que recouvrent la notion de modèle pour les élèves. L'appropriation du concept de modélisation demeure une préoccupation majeure de la didactique des sciences. Voir par exemple P. S. Oh & S. J.Oh, « What Teachers of Science Need to Know about Models : An Overview ». *International Journal of Science Education*, 2011, vol. 33 (8), pp. 1109–1130.

517. « *Pour être dans une activité de modélisation en soi, il faudra que trois caractères de la modélisation soient présents*, id est *: une visée explicative, même très rudimentaire, une visée prédictive, et une remise en cause d'une explication précédemment élaborée (soit verbalisée, soit avec manifestation d'un indice signifiant un changement de modèle interprétatif)* ». *idem,* p. 180.

518. « *Même si ce terme peut paraître un peu prétentieux à première vue, relativement à l'âge des enfants, nous le maintiendrons, car nous prenons en compte le changement de nature de l'argument : il s'agit bien d'abandonner une connaissance d'opinion, une connaissance mal questionnée, assertorique, c'est-à-dire réduite à un simple constat, pour une connaissance "fondée en raison", en référence à un vécu collectif… et c'est la définition que Michel Fabre et Christian Orange donne de "faire des sciences"*». Catherine Ledrapier. « Le Rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle ; cas de l'approche des phénomènes physiques ». Thèse d'état, Ecole normale supérieure de Cachan, 2007, p. 308.

519. « « Les balles veulent aller tout droit », *résumera un grand avec emphase, proposition sentencieuse mais très appropriée.* « Les balles y veulent aller tout droit, y veulent pas tourner », *diront deux moyens en guise d'explication au fait de faire la manipulation en deux temps. /.../ La première est proclamée, elle est de*

Duschl s'appuie sur la définition plus restrictive proposée par Lehrer et Schauble[520] pour considérer que les jeunes enfants ne sont pas capables de s'engager dans tous les aspects-clef de la modélisation, en particulier parce qu'ils ne pensent généralement pas consciemment la séparation entre le modèle et le monde modélisé.[521]

Pour Tytler qui s'intéresse plus particulièrement aux compétences des élèves de maternelle en termes de raisonnement scientifique, une grande part des difficultés résultent d'un « *manque de clarté pour déterminer les dimensions qui caractérisent un raisonnement scientifique sur des tâches complexes* », dimensions auxquelles devraient s'ajouter « *les critères à partir desquels juger le niveau de raisonnement scientifique chez l'enfant* ».[522]

Une autre difficulté provient de la présence ou non d'un contexte familier à l'enfant, que certains chercheurs tiennent pour essentiel[523], les jeunes enfants s'avérant plus performants dans un contexte connu.

5.1.2. Des compétences reconnues

Dans l'ouvrage de référence publié en 2007 *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*, les experts rassemblés autour de Richard Duschl, après une revue de littérature exhaustive, mettent néanmoins en évidence un certain nombre de compétences que, selon eux, la communauté des didacticiens et celle des psychologues s'accordent désormais à reconnaître aux élèves de 2 à 5 ans :[524]

> - les enfants sont sensibles à des régularités abstraites et utilisent leur sensibilité pour guider leur réflexion sur le comportement des objets, etc.
> - les enfants ont un fort sens du principe de causalité, ils s'attendent à ce que la cause précède l'effet et associent certaines causes à certains effets
> - les enfants sont capables de catégoriser, de raisonner de façon inductive, déductive et bayésienne, d'isoler des éléments
> - les enfants sont sensibles aux configurations présentant des covariances ou des corrélations, à la contingence
> - les enfants sont capables d'évaluer des règles posées en si-alors ou quantifiées de façon simple
> - les enfants sont capables de distinguer des indices déterminants ou non, d'identifier certains biais de raisonnement et d'avoir recours à des procédures heuristiques pour résoudre des problème

---

l'ordre de "l'énoncé d'une loi", la seconde est une réponse à une demande d'explication. Dans les deux cas il y a un système explicatif invoqué, nous sommes donc également en partie dans une activité de modélisation, les activités ne sont donc pas catégorisables avec des catégories qui seraient exclusives. Cette activité-là, du fait de la découverte du nouveau phénomène "elles ne veulent pas tourner", est également une activité d'heuristique phénoménale ». *idem*, p. 231.

520. « *La modélisation mature inclut la séparation consciente du modèle de son référent, la considération explicite d'erreurs de mesures et la compréhension que d'autres modèles sont possibles et peuvent, en fait, être préférables.* ». R. Lehrer & L. Schauble. « Inventing data structures for representional purposes : elementary grade students' classification models », *Mathematical Thinking and Learning*, 2000, vol. 2, pp. 51–74.

521. *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. op. cit., p. 76.

522. Russel Tytler & Suzanne Peterson. « From "Try It and See" to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning ». *op. cit.* pp. 96–97.

523. S. Carey. *Conceptual Change in Childhood*. éd. MIT Press, Cambridge, 1985. (cité par R. Tytler & S. Peterson)

524. *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. op. cit. pp. 74—83.

- les enfants sont aptes à utiliser une grande variété de repères dans leur environnement pour identifier la cause d'un événement à partir d'un jeu de causes potentielles
- les enfants sont capables de tirer des conclusions sur les causes d'un événement en regardant les régularités d'événements covariants
- les enfants sont capables de considérer une chose comme en représentant une autre

Ils y indiquent également un certain nombre de difficultés identifiées :

- les enfants ont d'énormes difficultés à parler explicitement de régularités abstraites
- les enfants n'ont habituellement pas conscience de la séparation entre un modèle et le monde modélisé
- les enfants ont tendance à préférer une copie conforme d'un objet à sa représentation simplifiée, parce qu'ils ont tendance à ne pas vouloir éliminer des informations
- les enfants ne considèrent pas spontanément la précision ou l'erreur d'une représentation et les conséquences de ces déviations entre le modèle et le monde modélisé en lien avec les objectifs visés
- les enfants ont des difficultés à accepter l'idée qu'il existe de nombreuses représentation alternatives
- les enfants ne cherchent pas spontanément à évaluer des modèles alternatifs ou des hypothèses alternatives

Ils mettent par ailleurs en avant l'idée que les compétences des enfants sont fortement sensibles au contexte : les formes de raisonnement qu'ils peuvent mobiliser sont liées aux domaines de connaissance sur lesquelles elles sont testées, les résultats étant meilleurs quand les enfants sont placés dans une situation qui fait sens pour eux.

La conclusion de leur revue de littérature exhaustive est claire et sans ambiguïté : les capacités des enfants de niveau *preschool* (3-5 ans aux États-Unis) à raisonner et à comprendre impliquent qu'ils peuvent s'engager dans et profiter d'une instruction qui incorpore des pratiques scientifiques relativement complexes et ce dès l'entrée dans le milieu scolaire (*Kindergarten* à 5 ans ou K1 à 6 ans aux États-Unis). [525]

2.5.2. "DECOUVRIR LE MONDE"

5.2.1. Aux États-Unis

Dans de très nombreux pays, comme les Etats-Unis, le Royaume-Uni ou l'Allemagne, il n'existe pas d'écoles maternelle et en conséquence pas à proprement parler d'enseignement ou programme scolaire. Néanmoins, les enfants américains dont les parents peuvent payer une pré-scolarisation sont accueillis dans des *preschool* puis dans des *kindergarten*[526].

Les structures accueillant les enfants se doivent cependant de respecter un certain nombre de standards définis le plus souvent au niveau local. Ces

525. *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. op. cit., p. 83.

526. D'un pays à l'autre, l'âge d'entrée dans le système éducatif varie. Ainsi, aux Etats-Unis il existe un statut particulier pour les Kindergarten qui accueillent les élèves de 5-6 ans et, au Royaume-Uni, la scolarité commence à 5 ans.

standards visent à favoriser le développement psychologique, cognitif et moteur de l'enfant et, parfois, à le préparer à la scolarité obligatoire.

Ainsi, aux États-Unis, même si le *National Research Council* ne propose pas de standards au niveau fédéral, de nombreux États se dotent actuellement de standards nommés « *early learning and development standards* » pour les niveaux *preschool* (3-5 ans) et *kindergarten* (5-6 ans)[527] traitant explicitement le domaine des mathématiques et des sciences. Les standards de l'État de l'Ohio pour le domaine relatif aux sciences indiquent par exemple que les enfants de 3 à 5 ans :

> « *explorent les objets, les matériaux et les événements de leur environnement, font des observations précises, posent des questions sur leur environnement, s'engagent dans des investigations simples, décrivent, comparent, trient, classent et ordonnent, enregistrent leurs observations en utilisant des mots, des images, des tableaux, des graphiques, utilisent des outils simples pour élargir leur investigation, identifient des régularités et des relations, font des prédictions, des inférences, des généralisations et élaborent des explications basées sur des évidences, partagent leurs trouvailles, leurs idées et leurs explications (correcte ou non)* via *différentes méthodes (e.g. des images, des mots, une théatralisation).* »[528]

5.2.2. En Suisse

L'esprit du PER, plan d'études romand que l'on trouve dans les cantons suisses-romands, est aussi voisin. Dans le canton de Genève, l'école est par exemple obligatoire dès 4 ans avec l'entrée des élèves au cycle 1. Dans le PER pour les deux premières années du cycle 1 de l'enseignement obligatoire qui correspondent à la moyenne (4-5 ans) et à la grande section (5-6 ans) de l'école maternelle française, des objectifs sont explicitement formulés en termes d'enseignement scientifique dans la section mathématiques et sciences de la nature :

> « Chez les élèves les plus jeunes, l'éducation scientifique revêt un rôle prépondérant. Il s'agit de leur permettre de rompre avec une vision égocentrique (anthropomorphique) et animiste du monde pour les faire entrer dans une relation *scientifique* avec les phénomènes naturels ou techniques et avec le monde vivant. Cette relation scientifique est faite d'attitudes (curiosité, ouverture d'esprit, remise en question de son idée, exploitation positive de ses erreurs,…) et de capacités (faire des hypothèses, observer, expérimenter, constater, rapporter,…). Il s'agit d'accepter les verdicts des faits. Dans cette relation scientifique, les connaissances acquises ne sont jamais définitives : déclinées à un certain niveau de complexité, elles sont momentanément utiles à l'élève, mais elles devront nécessairement être approfondies, révisées, voire abandonnées dans la suite de sa scolarité. »[529]

On y retrouve dans la section consacrée à l'initiation scientifique des formulations d'objectifs proches de celles des standards de l'Ohio :

> « formulation de questions et d'hypothèses au sujet d'une problématique *(oralement ou par écrit : dessins ou schémas intuitifs, légendes,…)*, proposition de pistes de recherche ; élaboration et/ou mise en œuvre d'un dispositif d'expérimentation, d'exploration ou d'observation ; découverte et comparaison de longueurs, de durées, de capacités,… à l'aide d'unités de mesure non standardisées *(bandelettes, gobelets,…)* ; relevé des observations ou des mesures effectuées *(dessin, légende, description dictée à l'adulte,…)* ; organisation et tri des

527. C'est par exemple le cas des États de l'Ohio, de l'Illinois, de Rhode Island, du Tenessee, de Pennsylvannie et de Louisiane.

528. http://education.ohio.gov/Topics/Early-Learning/Early-Learning-Content-Standards (consulté août 2014)

529. http://www.plandetudes.ch/web/guest/msn/cg/ (consulté août 2014)

éléments récoltés et des observations à l'aide d'un outil de représentation proposé *(frise chronologique, tableau de classement, représentations de longueurs,…)* ; proposition d'une explication à partir des résultats d'une observation, d'une expérience ; sensibilisation à la distinction entre ce qui relève des résultats, des constats, et ce qui relève de l'interprétation qu'on en fait et qui peut être remise en question *(constat : une règle flotte ; interprétation : elle flotte parce qu'elle est en bois ou en plastique)* ; dans un compte-rendu oral, présentation d'une phase de la recherche *(question de recherche, hypothèse, expérimentation, observation, résultats, interprétations,…)* à l'aide de différents supports *(image, dessin, photo,…)*. »[530]

À cette section s'en ajoutent d'autres portant sur des contenus plus disciplinaires (matière, vivant, forces et énergie etc.). Qu'il s'agisse des standards de l'Ohio ou des programmes suisses, on retrouve des objectifs qui consistent non seulement à « *observer, mesurer, comparer, ordonner, catégoriser* », objectifs présents depuis très longtemps dans les programmes,[531] mais également à expérimenter, élaborer des explications et les confronter aux résultats trouvés, communiquer, éléments que l'on retrouve dans la démarche d'investigation. Les élèves y sont donc considérés comme initiables à la science, capables de vivre des démarches d'investigation et de développer des compétences relatives à la démarche scientifique.

5.2.3. En France

Les programmes français actuellement en vigueur pour l'école maternelle datent de 2008 et ne font pas mention de la science ; le terme n'y est pas utilisé. Comme dans les programmes précédents de 2002 et 1995, il s'agit pour les élèves de "découvrir le monde". Cette approche qui ne mentionne pas l'enseignement des sciences est cohérente avec le présupposé selon lequel ils n'ont pas les compétences nécessaires pour faire des sciences (cf. section précédente). Ces programmes ne font pas plus mention à des expériences.

Les objectifs visés sont décrits de façon très succinte et générale :

> « À l'école maternelle, l'enfant découvre le monde proche ; il apprend à prendre et à utiliser des repères spatiaux et temporels. Il observe, il pose des questions et progresse dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité. Il apprend à adopter un autre point de vue que le sien propre et sa confrontation avec la pensée logique lui donne le goût du raisonnement. Il devient capable de compter, de classer, d'ordonner et de décrire, grâce au langage et à des formes variées de représentation (dessins, schémas). Il commence à comprendre ce qui distingue le vivant du non-vivant (matière, objets). » [532]

A cette description très générale succèdent des précisions relatives au contenu spécifique à certains domaines comme celui des objets,[533] de la matière[534] et du

530. http://www.plandetudes.ch/web/guest/MSN_16/ (consulté août 2014)

531. Ces objectifs sont « classiques » et se retrouvent dans la plupart des standards ou programmes dédiés aux élèves de 3 à 6 ans. Voir par exemple l'analyse de Kathleen E. Metz. « Reassesment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction », op. cit.

532. http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_maternelle.htm (consulté août 2014).

533. Les enfants découvrent les objets techniques usuels (lampe de poche, téléphone, ordinateur...) et comprennent leur usage et leur fonctionnement : à quoi ils servent, comment on les utilise. Ils prennent conscience du caractère dangereux de certains objets. Ils fabriquent des objets en utilisant des matériaux divers, choisissent des outils et des techniques adaptés au projet (couper, coller, plier, assembler, clouer, monter et démonter ...).

534. C'est en coupant, en modelant, en assemblant, en agissant sur les matériaux usuels comme le bois, la terre, le papier, le carton, l'eau, etc., que les enfants repèrent leurs caractéristiques simples. Ils

vivant[535]. Les indications données ne fournissent pas d'éléments sur l'approche pédagogique à suivre pour atteindre ces objectifs. La démarche d'investigation n'est pas mentionnée, pas plus que d'autres démarches.

Les formulations proposées laissent cependant le champ libre à des interprétations ambitieuses. Même en l'absence d'objectifs visant à développer une démarche scientifique, l'enseignant qui le souhaite reste libre de faire vivre à ses élèves des démarches d'investigation, de confronter leurs affirmations à des expériences etc. Ces formulations peuvent également induire le comportement contraire : en l'absence de contraintes précises, rien n'empêche l'enseignant de se contenter d'un travail minimal avec les enfants. Les compétences visées en fin d'école maternelle restent en effet modestes :

> - reconnaître, nommer, décrire, comparer, ranger et classer des matières, des objets selon leurs qualités et leurs usages ;
> - connaître des manifestations de la vie animale et végétale, les relier à de grandes fonctions : croissance, nutrition, locomotion, reproduction ;
> - nommer les principales parties du corps humain et leur fonction, distinguer les cinq sens et leur fonction ;
> - connaître et appliquer quelques règles d'hygiène du corps, des locaux, de l'alimentation
> - repérer un danger et le prendre en compte ;
> - utiliser des repères dans la journée, la semaine et l'année ;
> - situer des événements les uns par rapport aux autres ;
> - se situer dans l'espace et situer les objets par rapport à soi ;
> - comprendre et utiliser à bon escient le vocabulaire du repérage et des relations dans le temps et dans l'espace. [536]

Ces programmes 2008 sont en retrait par rapport aux précédents, datant de 2002. Dans la section déjà intitulée "découvrir le monde", il était alors question dans les objectifs, d'investigations « *issues d'un questionnement provenant de l'activité même des élèves* ». [537] Ces programmes étaient également accompagnés de documents interrogeant sans fournir de réponse explicite la possibilité de faire des sciences et de la technologie à l'école maternelle (p. 9). Les documents d'accompagnement proposaient des « *évolutions souhaitables dans les raisonnements, la manière de les formuler et la manière de les représenter*. », tout en précisant que « *ces évolutions ne sont pas toujours abouties à l'école élémentaire ; ce sont donc des objectifs à long terme mais il importe que les enseignants d'école maternelle se représentent clairement les évolutions pour mettre les élèves sur la bonne voie. En même temps, il faut qu'ils sachent tirer profit des situations les plus concrètes dans lesquelles ces évolutions sont possibles.* » [538] (Tableau 5.2.2.)

---

prennent aussi conscience de réalités moins visibles comme l'existence de l'air et commencent à percevoir les changements d'état de l'eau.

535. Les enfants observent les différentes manifestations de la vie. Élevages et plantations constituent un moyen privilégié de découvrir le cycle que constituent la naissance, la croissance, la reproduction, le vieillissement, la mort. Ils découvrent les parties du corps et les cinq sens : leurs caractéristiques et leurs fonctions. Ils sont intéressés à l'hygiène et à la santé, notamment à la nutrition. Ils apprennent les règles élémentaires de l'hygiène du corps. Ils sont sensibilisés aux problèmes de l'environnement et apprennent à respecter la vie.

536. http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_maternelle.htm (consulté août 2014).

537. http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm (consulté août 2014).

538. Ministère de l'Éducation nationale. Découvrir le monde à l'école maternelle. Le vivant, la matière, les objets. éd. CNDP, 2005. p. 9, 13 & 14. Accessible en ligne : http://www2.cndp.fr/produits/detailSimp.asp?ref=755A1217 (consulté août 2014)

Tendances spontanées	Évolutions souhaitées
Raisonnements enfantins (« Le chat a des griffes pour attraper des souris »).	Raisonnements de cause à effet plus ou moins élaborés : – « Le chat peut attraper des souris parce qu'il a des griffes » ; – « Le chat peut attraper des souris parce qu'il a des griffes, parce qu'il peut bondir », etc.
Intérêt porté aux événements – Liés au vécu ; – souvent subjectifs ; – situés dans l'espace et dans le temps ; – liés au hasard ou aux circonstances.	Intérêt porté aux faits scientifiques – Indépendants du vécu ; – objectifs ; – indépendants du lieu et du moment ; – dépendants de conditions expérimentales ; – reproductibles.
Langage « événementiel » – Pas de connecteurs logiques ou connecteurs inappropriés (« et », « pour que »…) ; – description des circonstances (« ce matin », « dans la cour ») ; verbes souvent au passé (« j'ai glissé ») ; – utilisation fréquente de la première personne : le sujet de la phrase est l'enfant lui-même (« je peux attirer le trombone »).	Langage scientifique – Présence de connecteurs logiques (« parce que… ») ; – marques explicites de la généralité (« toujours, chaque fois que »), de la condition (« si… ») ; – verbes au présent (« la glace est glissante ») ; – utilisation de la troisième personne ; le sujet de la phrase est l'objet d'étude (« l'aimant attire le trombone »).
Représentations « événementielles » – Représentation des personnages, des décors, des détails, des couleurs… pas de sélection entre ce qui est significatif et ce qui ne l'est pas ; – un seul dessin pour représenter l'événement.	Représentations scientifiques – Représentation épurée ; seul l'objet d'étude est représenté ; sélection des aspects à représenter, abstraction des détails inutiles… ; – le nombre des dessins dépend de ce qui est scientifiquement significatif.

Tableau 2.5.2. : objectifs de travail proposés aux enseignants dans les documents d'accompagnement 2002

Les documents d'accompagnement des programmes 2002 fournissaient par ailleurs des propositions de canevas de séquence d'investigation aux enseignants [539] s'inspirant de celles proposées au cycle 3, à visée clairement scientifique. De nouveaux programmes pour l'école maternelle devraient être proposés en 2014 ou 2015, suite à la loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école. [540] La question de l'intégration ou non dans ces programmes d'une initiation des jeunes élèves de maternelle à la démarche scientifique reste ouverte.

D'une façon assez générale, on constate la grande prudence des différents programmes quant à la nature de la science pouvant être pratiquée avec les petits (ou non). Il reste encore de nombreuses pistes à explorer et les recherches se développent rapidement, en particulier sur l'utilisation de la démarche d'investigation à l'école maternelle. [541, 542] De nouvelles études sont en particulier nécessaires pour identifier l'impact de démarches d'investigation intégrant des éléments de la démarche scientifique sur les élèves de maternelle.

539. *idem*, pp. 20–21.

540. Loi n° 2013-595 du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République.

541. Voir par exemple Ala Samarapungavan, Panayota Mantzicopoulos, Henlen Patrick, « Learning Science Through Inquiry in Kindergarten », *Science Education*, 2008, vol. 92 (5), pp. 868–908.

542. En France, l'ouvrage de Marylin Coquidé-Cantor et André Giordan, *L'Enseignement scientifique à l'école maternelle* (1997), est resté pendant très longtemps l'une des seules références disponibles pour les enseignants. Avant l'apparition de la démarche d'investigation dans les programmes scolaires, il proposait déjà une approche similaire à destination des élèves de l'école maternelle et partait du principe que comme les plus grands, les petits, avec le soutien de l'enseignant, ont les compétences requises pour mener des investigations. op. cit. p. 113.

Addendum 2.a.

	Auteurs	Titre et référence	Nb. ens. FI/FC	Nature de la formation	Evaluation	Durée de la formation, nature du cours
1	Valarie L. Akerson, Fouad Abd-El-Khalick, Norman G. Lederman	Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science », *Journal Of Research In Science Teaching*, 2000, vol. 37(4), pp. 295–317	50, FI	Formation réflexive-explicite. Mise en œuvre de démarches d'investigation, présentation du NoS, mise en place d'activités mettant en évidence des caractéristiques du NoS mais non basées sur des contenus scientifiques, lecture d'articles, rédaction d'un rapport par les enseignants montrant leur compréhension du NoS	VNOS-B	durée totale non précisée, 3h par semaine sur un semestre, cours sur la méthodologie scientifique
2	Fouad Abd-El-Khalick, Valarie L. Akerson	Learning as Conceptual Change : Factors Mediating the Development of Preservice Elementary Teachers' Views of Nature of Science, *Science Teacher Education*, 2004, vol. 88(5), pp. 785-810	28, FI	Formation au changement conceptuel (e.g. discussion entre participants de leurs conceptions du NoS, études de cas)	VNOS-B	Non précisée, cours sur la méthodologie scientifique (elementary science methods, typ. 48 h)
3	Valarie L. Akerson, Judith A. Morrison, A. Roth McDuffie	One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 2006, vol. 43(2), pp. 194–213	19, FI	Mise en œuvre de démarches d'investigation et activités réflectives-explicites	VNOS-B Diagram-mes de Perry	durée totale non précisée, 3h par semaine sur un semestre, cours sur la méthodologie scientifique
4	Valarie L. Akerson, Deborah L. Hanuscin	Teaching Nature of Science through Inquiry : Results of a 3-Year Professional Development Program, *Journal Of Research In Science Teaching*, 2007, vol. 44(5), pp. 653-680	3, FC	Mise en œuvre de démarches d'investigation et activités réflectives-explicites	VNOS-B	84 h d'ateliers mensuels et 42 h de suivi individuel dans les classes, prog. de 3 ans
5	Valarie L. Akerson, Cary A. Buzzelli, Lisa A. Donnelly	Early childhood teachers' views of nature of science : The influence of intellectual levels, cultural values, and explicit reflective teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 2008, vol. 45 (6), pp. 748–770	14, FI	Mise en œuvre de démarches d'investigation, d'activités réflectives-explicites, utilisation d'activités métacognitives	VNOS-B	3h par semaine sur un semestre, cours « Early Childhood Education Teacher Education Program »
6	Valarie L. Akerson, Theresa A. Cullen, Deborah L. Hanson	Fostering a Community of Practice through a Professional Development Program to Improve Elementary Teachers' Views of Nature of Science and Teaching Practice, *Journal of Research in Science Teaching*, 2009, vol. 46 (10), pp. 1090-1113	15, FC	Suivi régulier par un chercheur spécialiste du NoS	VNOS-D2	durée totale non précisée, 2 semaines de formation complète, 8 ateliers mensuels et suivi dans les classes, prog. de un an
7	Fouad Abd-El-	The Influence of Metacognitive Training on	49, FI	Formation à la metacognition (e.g. carte	VNOS-C	48 h, cours sur la méthodologie

	Khalick, Valarie L. Akerson	Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science, *International Journal of Science Education*, 2009, vol. 31(16), pp. 2161-2184		conceptuelle, discussion entre participants, études de cas)		scientifique
8	Valarie L. Akerson, J. Scott Townsend, Lisa A. Donnelly, Deborah L. Hanson, Praweena Tira, Orvil White	Scientific Modeling for Inquiring Teachers Network (SMIT'N): The Influence on Elementary Teachers' Views of Nature of Science, Inquiry, and Modeling, *Journal of Science Teacher Education*, 2009, vol. 20, pp. 21–40	4, FC	Mise en place de démarches d'investigation portant sur la biologie, présentation magistrale du NoS et de ce qu'est la modélisation.	VNOS-D2 VOSI-E	2 semaines de formation complète
9	Valarie L. Akerson, Theresa A. Cullen, Deborah L. Hanson	Experienced Teachers' Strategies for Assessing Nature of Science Conceptions in the Elementary Classroom, *J Sci Teacher Educ*, 2010, vol. 21, pp. 723–745	10, FC	Cours avec mise en œuvre de démarches d'investigation, construction d'une recherche-action sur l'évaluation du NoS des élèves	VNOS-D2	durée totale non précisée, 2 semaines de formation complète, ateliers mensuels et suivi dans les classes, prog. de 2 ans.
10	Valarie L. Akerson, Lisa A. Donnelly, Morgan L. Riggs & Jennifer L. Eastwood	Developing a Community of Practice to Support Preservice Elementary Teachers' Nature of Science Instruction, *International Journal of Science Education*, 2012, vol. 34(9), pp. 1371-1392	5, FI	Suivi régulier par un chercheur spécialiste du NoS suite à des cours sur la méthodologie scientifique	VNOS-B	8 rencontres, 2 fois par mois pendant les 4 mois de stage des enseignants
11	Randy L. Bell, Juanita Jo Matkins, Bruce M. Gansneder	Impacts of Contextual and Explicit Instruction on Preservice Elementary Teachers' Understandings of the Nature of Science, *Journal of Research in Science Teaching*, 2011, vol. 48 (4), pp. 414-436	75, FI	Comparaison de 4 approches : formation NoS explicite/implicite avec/sans utilisation d'un support « socialement vif » (changements climatiques)	VNOS-B adapté	durée totale non précisée, cours sur la méthodologie scientifique
12	Tracy J. Posnanski	Developing Understanding of the Nature of ScienceWithin a Professional Development Programfor Inservice Elementary Teachers: Project Nature of Elementary Science Teaching, *Journal of Science Teacher Education*, 2010, vol. 21, pp. 589–621	22, FC	Mise en œuvre de démarches d'investigation et activités réflectives-explicites	VNOS-C	130 h de formation, Deux semaines complètes en été (35h x 2 = 70h) et 5 cours de 3h par semestre (15h x 4 = 60h)
13	Clíona Murphy, Paula Kilfeather et Colette Murphy	An exploration of issues surrounding teaching the nature of science to preservice primary school teachers, Irish Educational Studies, 2007, vol. 26(1), pp. 27-38	148, FI	Mise en œuvre de démarches d'investigation et comparaison entre des cours qui intègrent et explicitent le NoS et les mêmes cours sans explicitation	Question : C'est quoi la science ?	48h, 2h par semaine, cours sur les méthodes d'enseignement des sciences et apports scientifiques
14	Karen Murcia, Renato Schibeci	Primary student teachers' conceptions of the nature of science, *International Journal of Science Education*, 1999, vol. 21(11), pp. 1123-1140	73, FI	Sondage, pas de formation	Question-naire	

Addendum 2.b.

Définitions de la démarche d'investigation dans les programmes européens.

Programme S-TEAM[1]

Ce programme du "*seventh framework programme*" est coordonné par l'université d'Oslo en Norvège et intègre 14 pays : Royaume-Uni, Turquie, Suède, Espagne, Norvège, Lituanie, Israël, Allemagne, France, Finlande, Estonie, Danemark, République Tchèque, Chypre.

A project involving countries from all over Europe faces the challenge of developing a common terminology and a common understanding of its basic ideas. Although the roots of IBST (inquiry-based science teaching) as the main approach to improving science teaching and learning in S-TEAM lead back to the early 20th century (Minner. Levy & Century, 2009), the seminars showed that no common definition currently exists at a European level. In many of the participating countries appropriate translations of the term in the national language were not found. In S-TEAM the following definition of IBST given by Linn, Davis and Bell (2004) was chosen as a common basis for discussion: "[Inquiry is] the intentional process of diagnosing problems, critiquing experiments, and distinguishing alternatives, planning investigations, researching conjectures, searching for information, constructing models, debating with peers and forming coherent arguments." The S-TEAM proposal described inquiry-based science teaching as being characterised by activities that engage students in: * authentic and problem based learning activities where there may not be a correct answer * a certain amount of experimental procedures, experiments and "hands on" activities, including searching for information * self regulated learning sequences where student autonomy is emphasised * discursive argumentation and communication with peers ("talking science")

Définition de la D.I. dans le programme S-TEAM

Programme pri-sci-net[2]

Ce programme du "*seventh framework programme*" est coordonné par le Conseil pour la science et la technologie de Malte et intègre 12 pays : Royaume-Uni, Finlande, France, Chypre, Portugal, Slovaquie, République Tchèque, Turquie, Belgique, Allemagne, Crète, Malte.

Inquiry-based science at primary level is a teaching and learning framework with implications about learning science, learning to do science, and learning about science.

In this framework:

Children

- engage actively in the learning process with emphasis on observations and experiences as sources of evidence;
- tackle authentic and problem based learning activities where the correctness of an answer is evaluated only with respect to the available evidence and getting to a correct answer may not be the main priority;
- practice and develop the skills of systematic observation, questioning, planning and recording to obtain evidence;
- participate in collaborative group work, interact in a social context, construct discursive argumentation and communicate with others as the main process of learning;
- develop autonomy and self-regulation through experience

The teacher scaffolds and guides learning by providing a role model of an inquiring learner. The teacher does not function, in the eyes of the children, as the sole bearer of expert knowledge. Instead, the main role of the teacher is to facilitate negotiation of ideas and to highlight criteria for formulating classroom knowledge.

Assessment is mainly formative, providing feedback to the teaching and learning process for all classroom participants.

Définition de la D.I. dans le programme pri-sci-net

1. Accessible sur le site S-TEAM : http://www.s-teamproject.eu (consulté août 2014)
2. Accessible sur le site pri-sci-net : http://www.prisci.net/ibse-vision (consulté août 2014)

Programme PRIMAS[3] (Promoting Inquiry in Mathematics And Science Education Across Europe)

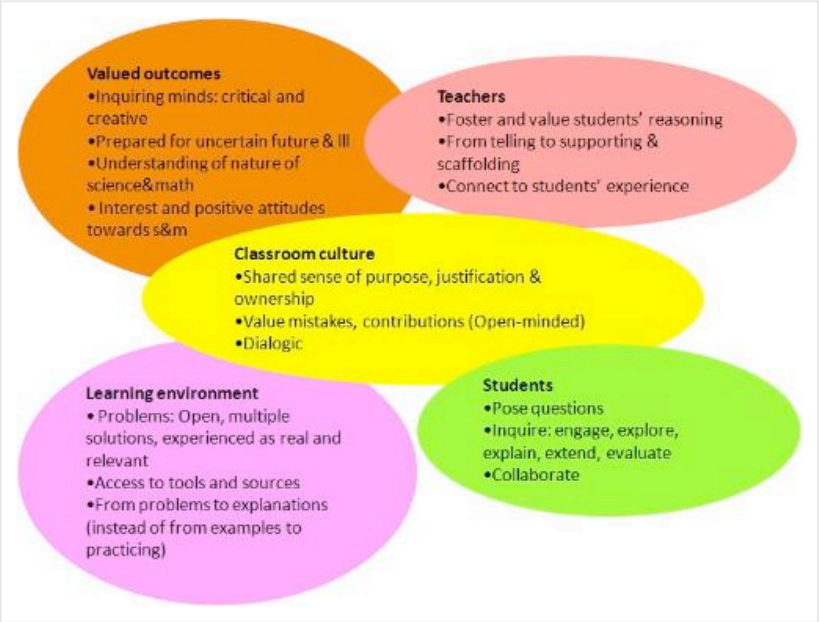
Ce programme du "*seventh framework programme*" est coordonné par l'université de Friebourg en Allemagne et intègre 12 pays : Allemagne, Norvège, Roumanie, Royaume-Uni, Danemark, Malte, Chypre, Slovaquie, Hongrie, Espagne, Hollande, Suisse.

What exactly does inquiry-based learning mean?

Author: PRIMAS-team

Inquiry-based learning aims to develop and foster inquiring minds and attitudes that are vital for pupils being able to face and manage uncertain futures. Fundamentally, learning is based on pupils adopting an active, questioning approach.

Pupils inquire and pose questions, explore and evaluate. The problems they address seem real to them. Learning is driven by open questions and multiple-solution strategies. Teachers are proactive: they support and encourage pupils who are struggling and extend those that are succeeding through the use of carefully chosen strategic questions. They value pupil contributions - including mistakes, and scaffold learning using pupils' reasoning and experience. In the classroom there is a shared sense of purpose and ownership. The following figure shows the different perspectives of a classroom culture in which inquiry-based learning takes place. However, not everything needs to be or can be changed towards IBL. IBL is an essential *ingredient* of good education.

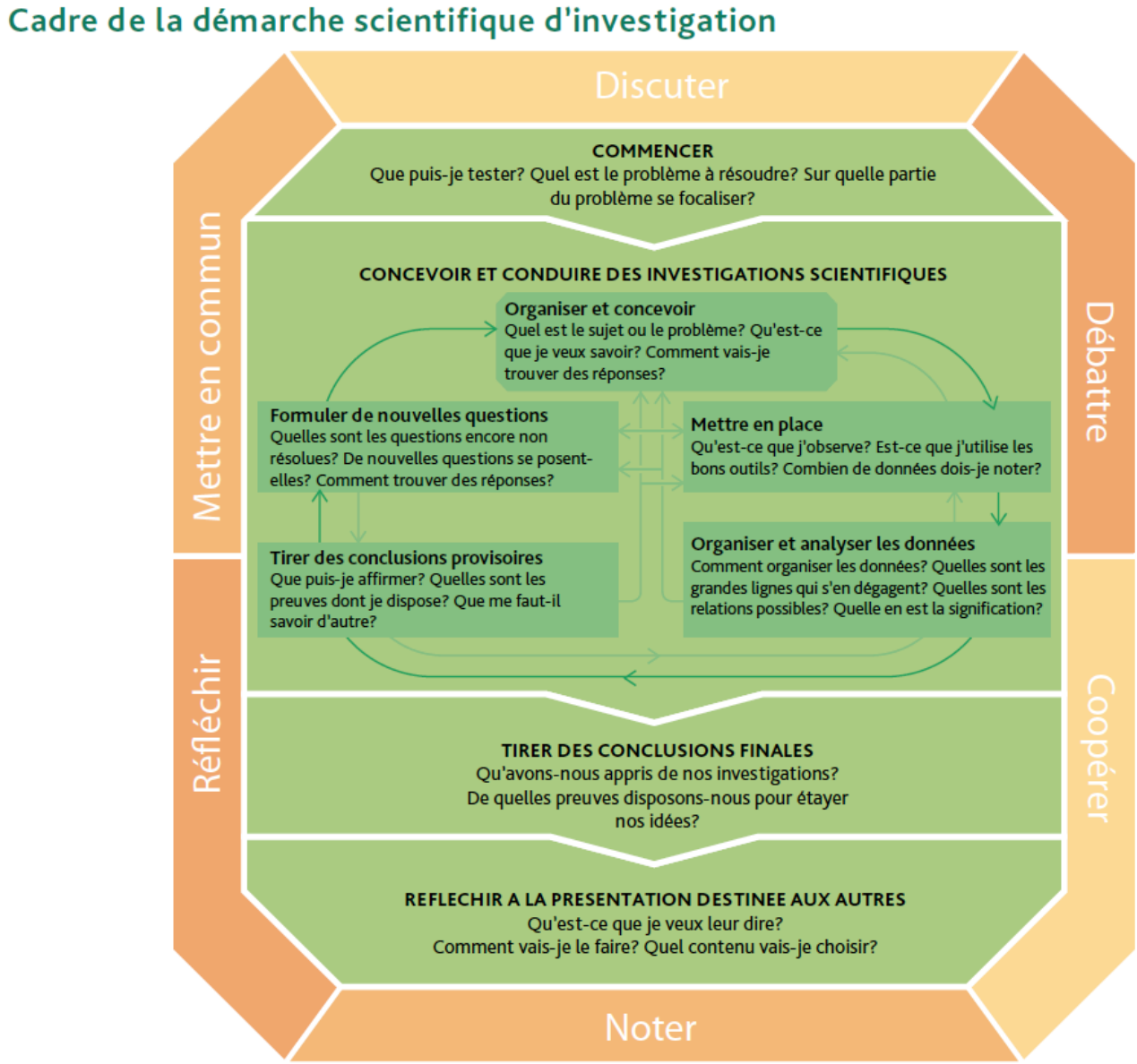


Définition de la D.I. dans le programme PRIMAS

3. Accessible sur le site PRIMAS : http://www.primas-project.eu (consulté août 2014)

Programme POLLEN[4]

Ce programme du « *sixth seventh framework programme*" était dirigé par *La Main à la Pâte* a impliqué 12 pays : France, Espagne, Belgique, Estonie, Allemagne, Hongrie, Italie, Hollande, Portugal, Slovénie, Suède, Royaume-Uni.



Définition de la D.I. dans le programme POLLEN

4. Le programme POLLEN n'est plus disponible en ligne mais le guide d'implémentation de la démarche d'investigation est accessible sur le site de la fondation La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11941/lenseignement-des-sciences-fond-sur-linvestigation (consulté août 2014)

Programme Fibonacci[5]

Ce programme du "*seventh framework programme*" est coordonné par l'École Normale Supérieure en France et l'université de Bayreuth en Allemagne. Elle intègre 24 pays.

The inquiry approach in science and mathematics

Inquiry based science and mathematics education (IBSME) shares some features with traditional scientific education but differs from it in many respects. It goes beyond the manipulation of materials to the key factor of engaging students in identifying relevant evidence and reflecting on its interpretations.

Three key distinguishing characteristics of IBSME must be emphasized:

- Through IBSME, students are developing concepts that enable them to understand the scientific aspects of the world around them through their own thinking, using critical and logical reasoning about evidence that they have gathered.
- Through IBSME, teachers lead students to develop the skills necessary for inquiry and the understanding of science concepts through their own activity and reasoning. This involves exploration and hands-on experiments.
- While doing science, the teacher focuses on the intentional process of
  - diagnosing problems,
  - criticizing experiments,
  - distinguishing alternatives,
  - planning investigations,
  - researching conjectures,
  - searching for information,
  - constructing models,
  - debating with peers,
  - forming coherent arguments.

Définition de la D.I. dans le programme Fibonacci

Réseau des académies des sciences (IAP)

Le réseau des académies des sciences (ou Groupe Interacadémies sur les questions internationales, *InterAcademies Panel*, IAP) rassemble les académies des sciences de plus de 50 pays. Leur groupe de travail sur l'IBSE, qui bénéficie de l'expertise de Wynne Harlen, une des pionnières de la démarche d'investigation au Royaume-Uni, les a conduit à construire une liste de descripteurs de la démarche d'investigation[6] puis une définition[7] de l'IBSE.

IBSE means students progressively developing key scientific ideas through learning how to investigate and build their knowledge and understanding of the world around. They use skills employed by scientists such as raising questions, collecting data, reasoning and reviewing evidence in the light of what is already known, drawing conclusions and discussing results. This learning process is all supported by an inquiry-based pedagogy, where pedagogy is taken to mean not only the act of teaching but also its underpinning justifications.

Définition de la D.I. de l'IAP

5. Accessible sur le site Fibonacci : http://fibonacci.uni-bayreuth.de (consulté août 2014)

6. Collectif, *Rapport du Groupe de travail sur la Collaboration Internationale pour L'Évaluation des Programmes D'Enseignement Scientifique Fondés sur L'Investigation (ESFI).* (p. 38-40). Accessible sur le site de la fondation La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/14211/rapport-du-groupe-de-travail-sur-la-collaboration-internationale-pour-levaluation-des (consulté août 2014)

7. Wynne Harlen, *Assessment and Inquiry-Based Science Education : Issues in Policy and Practice,* éd. IAP, e-book, téléchargeable sur le site Lulu : http://www.lulu.com/shop/wynne-harlen/assessment-inquiry-based-science-education-issues-in-policy-and-practice/ebook/product-20882381.html (consulté août 2014)

Les indicateurs de la mise en oeuvre de l'ESFI
Aucun descripteur, tiré du contexte des autres éléments de la liste, ne peut représenter à lui seul la démarche d'investigation ; c'est au contraire la combinaison de l'ensemble des descripteurs qui traduit ce qu'on entend par « enseigner et apprendre par la méthode d'investigation ».

Les enseignants doivent :
• Offrir aux élèves la possibilité de se confronter à des instruments et des phénomènes qu'ils pourront manipuler et explorer de première main.
• Organiser la discussion en petits groupes et dans toute la classe au sujet des protocoles qu'on va ou qu'on vient d'appliquer, des choix à faire et des moyens à utiliser en vue d'améliorer une investigation donnée.
• Encourager la tolérance, le respect mutuel et l'objectivité au cours des discussions en classe.
• Offrir l'accès à de nouvelles procédures et idées en menant des débats, en se référant à des ouvrages, ainsi qu'à des ressources comme l'Internet et autres sources d'aide.
• Proposer des actions stimulantes en en fournissant les moyens pour permettre aux élèves de se mesurer à une expérimentation d'un niveau plus avancé.
• Enseigner les techniques utiles pour améliorer la capacité à faire un usage fiable de l'équipement, des instruments de mesure et des symboles conventionnels.
• Encourager les élèves, à travers discussions et interrogations, à s'assurer que leurs idées sont bien en accord avec les résultats présents.
• Aider les élèves à noter leurs observations et autres informations d'une façon qui permette de les utiliser et de les communiquer aisément.
• Stimuler une réflexion critique sur ce qu'ils ont appris et comment ils pourront l'utiliser pour des acquis ultérieurs.
• Faire réfléchir les élèves pour les motiver dans des utilisations futures de l'investigation.

Les élèves devront :
• Collecter des informations en observant des phénomènes ou en utilisant d'autres sources.
• Développer des questions qu'ils considèrent comme les leurs même si elles ont été suscitées par le maître.
• Faire émerger de nouvelles questions qui peuvent déboucher sur une investigation.
• Faire des prédictions fondées sur ce qu'ils pensent ou découvrent.
• Discuter entre eux et avec le maître au sujet de ce qu'ils observent ou recherchent.
• S'exprimer en utilisant à bon escient les termes et les représentations scientifiques appropriés aussi bien dans l'écrit que dans l'oral.
• Suggérer des façons de soumettre à l'expérience leurs idées ou celles des autres pour voir s'il existe des preuves à l'appui de ces idées.
• S'impliquer dans la réalisation d'expériences appropriées pour donner une réponse aux questions spécifiques qu'ils se sont posées.
• Utiliser correctement et avec confiance les instruments et équipements.
• S'efforcer de résoudre les problèmes pour eux-mêmes.
• Utiliser toutes sortes de sources d'information pour ce dont ils ont besoin durant leur recherches.
• Tester la validité et l'utilité de différentes idées par rapport aux résultats des expériences.
• Tenir d'autres idées que les leurs.
• voir une réflexion autocritique quant au déroulement et aux résultats de leur investigation.

Descripteurs de la D.I. proposés par l'IAP

Partie 3
Problématique

3. Problématique

Comment aider les enseignants du primaire à enseigner les sciences ?

Leur permettre de se forger une vision claire de la nature de la science peut être un élément de solution. C'est du moins l'une des hypothèse sur lesquelles sont basés les nouveaux programmes américains, pour l'école primaire comme pour le secondaire.

La réflexion épistémologique sur la nature de la science est donc un enjeu très actuel pour la communauté de la didactique des sciences, en particulier dans le monde anglosaxon. De même, de nombreuses recherches portent sur les représentations de la nature de la science des enseignants, et le développement de stratégies pour les modifier le cas échéant.

Pour cela, la très grande majorité des auteurs partent aujourd'hui, dans un mouvement descendant, de représentations de la science telle qu'elle est pratiquée dans la communauté scientifique professionnelle, pour aboutir à la science telle qu'ils souhaiteraient qu'on la pratiquât à l'école. Si les débats sont souvent vifs entre les tenants de telle ou telle représentation particulière, de telle ou telle détermination du périmètre de la science, de tel ou tel jeu de caractéristiques épistémologiques dont la maîtrise par les enseignants est considérée comme indispensable, ils remettent rarement en cause cette approche *"top-down"*, de la "science des scientifiques" vers la science scolaire.

Conçue initialement pour l'enseignement secondaire, l'approche *top-down* peut ensuite être déclinée pour des élèves plus jeunes. Les quelques tentatives connues d'adapter l'approche *top-down* au primaire ne semblent cependant pas très convaincantes jusqu'à présent. Nous allons donc tenter de développer une approche alternative que nous qualifierons de *bottom-up,* complémentaire et adaptée dès l'origine à l'enseignement primaire. Elle consiste à partir des pratiques de classe effectives, pour "remonter" vers la nature de la science, dans un mouvement ascendant.

On s'appuiera principalement dans ce travail sur les pratiques mises en œuvre dans le cadre de l'enseignement de la physique par démarche d'investigation. L'outil de base en sera la notion de critère de scientificité, empruntée à la tradition épistémologique.

Critères de scientificité

Il s'agira dans un premier temps d'identifier des critères qui soient à la fois applicables aux pratiques de classe et reconnus par la science professionnelle.

Question de recherche 1.

Peut-on construire un jeu opératoire de critères de scientificité adapté à la science scolaire du primaire ? (*partie 5*)

Cette question comporte *a priori* deux volets : méthodologique et épistémologique. Le premier sera traité par l'exemple, dans le cas particulier de la physique, par la construction effective d'un jeu de critères de scientificité.

1.a. *Les critères ainsi construits sont-ils adaptés au contexte de l'école primaire ?*

L'adaptation au contexte scolaire de ces CS individuels, et de leur formulation, sera vérifiée en y confrontant des enseignants et des futurs enseignants lors de démarches d'investigation et, dans toute la mesure du possible, leur mise en œuvre dans des classes.

1.b. *Le jeu de critères de scientificité dégagé est-il discriminant ?*

Le caractère opératoire d'un jeu de CS sera, quant à lui, testé au regard de sa capacité à discriminer pratiques scientifiques et non scientifiques, comme les investigations d'un astrologue ou d'un inspecteur de police archétypaux.

Du point de vue épistémologique, dans une approche *bottom-up* de la nature de la science scolaire, celle-ci est par construction déterminée par les pratiques de classe considérée comme recevables, donc par le ou les jeux de critères de scientificité considérés.

1.c. *Quelle est la nature de la science scolaire ainsi proposée aux élèves (et aux enseignants) ?*

Une limite de ce questionnement est que, si la *méthode* de construction d'un jeu de CS pour la science scolaire a une vocation plus générale, la présente étude reste limitée aux pratiques relevant des seules sciences physiques, auxquelles sont adaptées les formulations des critères de scientificité envisagés.

Représentations enseignantes de la nature de la science

Dans un second temps, on cherchera à identifier les modalités les plus favorables à l'appropriation de critères de scientificité par les enseignants du primaire.

Question de recherche 2.

Quelle(s) stratégie(s) pédagogique(s) favorise(n)t-elle(s) l'émergence d'une vision plus claire de la nature de la science ? (*partie 6*)

Faute d'études disponibles sur la question en France, on commencera par essayer d'identifier les représentations de la science et les critères de scientificité spontanés des enseignants.

2.a. *Quelles sont les représentations de la nature de la science et les critères de scientificité spontanément mis en œuvre par les enseignants du primaire ?*

Les programmes français actuels, « *dans l'esprit de La Main à la Pâte* », n'incluent aucune indication sur la nature de la science. Une hypothèse implicite semble être que la simple pratique de la démarche d'investigation permet aux participants de s'en forger une représentation.

2.b. *La démarche d'investigation seule suffit-elle pour modifier la vision de la science des enseignants ?*

En cas de réponse négative, la position privilégiée de praticien-chercheur permettra d'explorer plusieurs stratégies possibles de moduler les modalités des formations réalisées tant avec des enseignants en poste qu'avec des étudiants futurs enseignants.

2.c. *Quels éléments épistémologiques faut-il intégrer à la D.I. pour favoriser l'émergence d'une vision claire de la nature de la science chez les enseignants ?*

De la science à l'école maternelle ?

Par construction, une approche *bottom-up* de la nature de la science s'appuie sur des pratiques de classe effectives. Pourvu qu'elles satisfassent aux critères de scientificité correspondantes, celles-ci peuvent être considérées comme scientifiques, au sens de la science scolaire. Mais y a-t-il une sophistication minimale des pratiques éligibles, qui disqualifierait *a priori* les pratiques des petites classes ?

Question de recherche 3.

Y a-t-il une limite d'âge inférieure pour faire légitimement de la science à l'école primaire ? (partie 7)

Les programmes français réservent la formulation de "sciences expérimentales" au cycle 3 (CE2-CM2) et préfèrent parler de "découverte du monde" pour les élèves plus jeunes. Nombre de praticiens semblent en effet penser qu'on ne saurait vraiment "faire de la science" avant 8 ans. Nous avons donc entrepris d'évaluer la capacité d'élèves de l'école maternelle à s'approprier des éléments de méthode scientifique. Toutefois, pour éviter de trop grandes difficultés liées à la maîtrise du langage, nous avons choisi de focaliser l'étude sur des enfants en grande section de maternelle (4-5 ans) ou plus âgés.

3.a. *Quels critères de scientificité un enseignant peut-il appliquer avec des élèves de grande section de maternelle ?*

3.b. *Quelles compétences méthodologiques proprement scientifiques peuvent-elles être développées par des élèves de grande section ayant pratiqué des démarches d'investigation ?*

On s'intéressera en particulier à la modélisation. Les jeunes enfants n'ayant pas accès aux modèles mathématiques, faute de compétences suffisantes dans ce domaine, on déploiera des outils spécifiques, comme la fiction.

3.c. *Peut-on travailler la modélisation scientifique dès l'école maternelle ?*

Partie 4
Méthodologie

Cette partie se décompose en deux sections, présentant respectivement la méthode suivie pour formuler des critères de scientificité opératoire à l'école primaire (4.1., Méthodologie théorique) et les moyens et les procédures mis en œuvre pour recueillir et traiter les données de terrain (4.2., Méthodologie expérimentale).

4.1. Méthodologie théorique

En termes méthodologiques, une approche *top-down* de la science scolaire présente l'avantage de pouvoir s'appuyer directement sur des démarches existantes, aussi bien sociologiques[1] qu'épistémologiques,[2] pour tenter de qualifier la science telle qu'elle se pratique aujourd'hui, dans toute sa diversité. La posture symétrique, pour une approche *bottom-up*, n'aurait malheureusement pas grand sens. En effet, si de nombreux travaux ont étudié les pratiques pédagogiques à l'œuvre dans les écoles en cours de "sciences", toutes n'ont pas, pour le moins, la même pertinence. La simple recherche d'un dénominateur commun n'aboutirait qu'à un tableau et à des définitions de la science scolaire sans légitimité aucune, du point de vue épistémologique du moins.

Les éléments de scientificité qui seront identifiés (ou préconisés) dans ces pratiques, et à partir desquels on tentera de construire des définitions de la science scolaire, devront donc également tirer leur légitimité d'une parenté directe avec ceux à à l'œuvre dans la science *stricto sensu* — et donc, indirectement, des mêmes démarches épistémologiques et sociologiques, auxquelles il conviendra d'ajouter l'histoire des sciences, l'actualité n'étant pas *a priori* une contrainte de la science scolaire.

Une première tâche consistera donc à identifier un ensemble aussi complet que possible d'éléments de scientificité bénéficiant de cette légitimité. Dans un second temps, on identifiera ceux susceptibles d'être travaillés au niveau de l'école primaire, et on en dérivera un ensemble de critères discriminant entre science et non science. Enfin, ces critères seront reformulés de manière opératoires à l'école.

4.1.1. IDENTIFICATION D'UN ENSEMBLE D'ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

1.1.1. Constitution du corpus

Corpus historique

On considérera prioritairement les « *ouvrages paradigmatiques* », au sens que Thomas Kuhn donne à cette expression, c'est-à-dire des livres qui ont servi « *à définir*

1. L'étude réalisée par John Osborne et al. en 2003 est typique de cette approche. Il y interroge 23 spécialistes de 5 origines différentes (éminents sientifiques, philosophes et sociologues des sciences, "individus-clé" engagés dans la communication scientifique, personnalités impliquées dans la conception des programmes en sciences et enseignants des sciences reconnus pour leur expertise d'enseignant) sur ce qui devrait selon eux être enseigné sur la nature de la science, ses méthodes et ses institutions et pratiques sociales au lycée et identifie les réponses communes. J. Osborne, S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar et R. Duschl, « What "ideas-about-science" should be taught in school science ? A Delphi study of the Expert Community ». *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 2003, pp. 692-720.

2. Norman G. Lederman et al. considèrent quant à eux qu'à un certain niveau de généralité, certains aspects de la nature de la science ne sont pas controversés parmi les philosophes, scientifiques et sociologues. Il s'agit alors de choisir parmi ces derniers ceux accessibles et pertinents pour des élèves (de lycée). Voir par exemple N. G. Lederman, F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell et R.S. Schwartz, « Views of nature of science questionnaire : Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science », *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 2002, pp. 497-521. W.F. Mc Comas et J.K. Olson ont de leur côté scruté le contenu de différents programmes scolaires pour y recenser leurs points de convergence sur la nature de la science : W. F. McComas et J. K. Olson, « The Nature of Science in International Science Education Standards Documents », in *The Nature of Science in Science Education : Rationales and Strategies*, éd. Kluwer, Dordrecht, W. F. McComas (dir.), 1998, pp. 41-52.

implicitement les problèmes et les méthodes légitimes d'un modèle de recherche pour des générations successives de chercheurs »[3]. Ce choix repose sur les notions kuhniennes de « *science normale* » et de « *matrice disciplinaire* » : les éléments de scientificité constitutifs d'un paradigme donné font partie intégrante de la matrice disciplinaire correspondante, ils n'évoluent que peu en phase de science normale. De nouveaux éléments de scientificité sont en revanche forgés lors des « *révolutions* » scientifiques (dans le lexique de Kuhn ; ou lors des « *crises* », dans celui de Piaget[4]) ; et exprimés, en particulier, dans leurs ouvrages paradigmatiques[5].

On considérera donc en particulier les ouvrages paradigmatiques associés à la naissance de la physique aristotélicienne ; à la condamnation parisienne de 1277 [6] ; aux révolutions copernicienne et galiléenne ; à la formalisation newtonienne de la physique ; et à la naissance de la physique contemporaine, au tournant du XXe siècle.

À cette littérature primaire, relativement peu nombreuse mais parfois assez technique (et d'autant plus difficile d'accès qu'on considère des textes plus anciens), nous adjoindrons systématiquement quelques ouvrages d'historiens des sciences en analysant l'importance historique ou épistémologique.

Ouvrages épistémologiques

On considérera d'autre part les textes philosophiques classiques explicitement consacrés à la méthode scientifique (en général, pour la période cartésienne) et plus spécifiquement à celle de la physique (depuis Auguste Comte). Pour les contributions plus récentes, on s'intéressera à celles portant sur la "question de la démarcation" entre science et non science, avec une attention particulière aux débats sur la possibilité d'un critère de scientificité universel.

Des ouvrages philosophiques à visée plus pédagogique (cours, dictionnaire d'épistémologie, histoires de la philosophie des sciences) ainsi que des ouvrages régulièrement cités par les didacticiens complèteront ce corpus.

Ouvrages didactiques

On prendra également en compte, dans toute la mesure du possible (compte tenu du nombre et de la variété des approches alternatives), les principales études récentes sur la nature de la science scolaire, dans un contexte plus spécifiquement didactique. En ce qui concerne les contributions françaises, au-delà des références communément reconnues par la communauté (e.g. dictionnaires, ouvrages fondateurs), on retiendra les thèses consacrées à la

---

3. Thomas S. Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962), éd. Flammarion, 1983, pp. 29-30. Dans sa postface de 1969, Kuhn lui-même souligne que le paradigme en tant « *qu'exemple commun* » lui semble peut-être « *l'aspect le plus novateur et le moins compris* » de son essai (p. 255).

4. « *La réflexion épistémologique prend toujours naissance à propos des "crises" de telle ou telle science et ces "crises" résultent des lacunes des méthodes antérieures pour être surmontées grâce à l'invention de nouvelles méthodes.* » Jean Piaget, « L'Épistémologie et ses variétés », in *Logique et connaissance scientifique*, dir. J. Piaget, Gallimard NRF, coll. Encyclopédie de la Pléiade, 1967 p. 8.

5. « *La période antérieure à la formation d'un paradigme est régulièrement marquée par des discussions fréquentes et profondes sur les méthodes légitimes, les problèmes, les solutions acceptables. /.../ Bien qu'elles soient presque inexistantes durant les périodes de science normale, elles se reproduisent régulièrement juste avant et pendant les révolutions scientifiques* », Thomas S. Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques* op. cit., p. 75.

6. Que Pierre Duhem, en particulier, tient pour un tournant majeur vers la science moderne. Pierre Duhem, *Le Système du monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Vol.6, *Le Reflux de l'aristotélisme ; les condamnations de 1277*, éd. Hermann, 1913.

question de la scientificité ansi que les articles en traitant dans les principales revues (*Aster, Didaskalia*). Viennent s'y ajouter, pragmatiquement, tous les ouvrages spécifiquement conseillés par des didacticiens rencontrés lors de colloques ou journées d'études.

En ce qui concerne la communauté internationale, on considérera de la même façon des ouvrages de référence (et en particulier les *Handbooks*) et les actes de colloques récents ayant programmé une session "*Nature of Science*" (e.g. ESERA).

Une recherche électronique systématique à l'aide du moteur de recherche ERIC (mots clés : *nature of science, primary school, children*) permet l'identification d'un premier ensemble d'articles de recherche. L'analyse de la bibliographie des plus pertinents fournit de nouvelles pistes, ainsi que de nouveaux mots-clés de recherche (e.g. par auteurs cités). De nouveau, ce corpus est par ailleurs pragmatiquement complété par des articles directement conseillés dans divers contextes académiques.

Documents officiels

On explorera systématiquement les programmes français de l'école primaire et du collège, ainsi que les recommandations de l'Académie des sciences et de fondations comme *La Main à la pâte*.

On y adjoindra les rapports récents et recommandations concernant l'enseignement des sciences à l'école de l'Inter Academic Panel et du National Research Council (U.S.A.).

Ouvrages réflexifs de scientifiques éminents

On prendra également en compte les ouvrages de quelques scientifiques éminents revenant sur leur propre pratique scientifique, ou sur celles de leur communauté, et en particulier ceux spontanément évoqués comme leurs propres modèles par des scientifiques professionnels lors de discussions formelles ou informelles.

Ouvrages de vulgarisation et d'enseignement des sciences

Nous y intégrons également des ouvrages visant à faire comprendre au public la méthodologie scientifique.

Controverses scientifiques, non science et fraudes scientifiques

On s'attachera par ailleurs à analyser les compte-rendus de controverses scientifiques célèbres (e.g. : la "mémoire de l'eau", les rayons N) et d'exemples de "science pathologique" (au sens de Langmuïr). De même, on prendra en compte des discours à prétention "scientifique" émanant de communautés non scientifiques (e.g. l'astrologie), ou constitutifs de canulars (e.g. l'affaire Sokal) ou de fraudes scientifiques caractérisées. Enfin, on s'intéressera aux parcours et aux méthodes de « dégonfleurs » connus d'abus para-scientifiques, comme Robert Wood ou, plus près de nous,[7] Henri Broch.

7. L'Université de Nice abrite un laboratoire de Zététique qui, de 1986 à 2002, a examiné en détail et éprouvé expérimentalement plus de 260 revendications d'ordre parapsychologique, dans le cadre d'un "défi zététique international", sans pouvoir en valider aucune. La mise au point de la procédure impliquait un physicien, Henri Broch, et un illusionniste, Gérard Majax. en ligne : http://webs.unice.fr/site/broch/defi5.html (consulté août 2014)

Divers

Enfin, nous intègrerons au corpus tout ouvrage spontanément évoqué par un scientifique, un philosophe ou un didacticien des sciences, en rapport avec la question de la démarcation entre science et non science, ou avec un élément de scientificité particulier.

1.1.2. Limites du corpus

Le corpus ainsi constitué (Addendum 4) ne vise en aucun cas à l'exhaustivité. Son objet est d'identifier un ensemble aussi complet que possible d'éléments de scientificité. Il assume donc un caractère à la fois arbitraire et résolument ouvert, dans la mesure où il peut à tout moment s'enrichir de références nouvelles.

1.1.3. Identification d'éléments de scientificité

Sur la base de ce corpus, on identifie :

- les critères explicitement revendiqués par les différents auteurs pour valider ou invalider la scientificité d'une pratique, *à une époque donnée*.
- les critères implicitement mis en œuvre, dans les mêmes conditions.
- Un jeu d'exemples de pratiques dûment reconnues comme scientifiques par la communauté scientifique actuelle, intuitives ou anti-intuitives, au sens où, en premier examen, leur scientificité pouvait paraître discutable.
- Un jeu d'exemples de pratiques finalement reconnues comme non scientifiques par la communauté, mais qui, en premier examen, pouvaient paraître recevables.

Par construction, la liste d'éléments de scientificité ainsi établie présente de nombreuses répétitions d'éléments apparentés entre eux. Elle inclut par ailleurs des éléments obsolètes. Il est donc nécessaire de les réorganiser sous la forme d'un ensemble de contraintes de scientificité indépendantes les unes des autres, et susceptibles de s'imposer à des pratiques scientifiques contemporaines.

4.1.2. Organisation d'un ensemble de contraintes

1.2.1. Regroupements et élagages

Dans un premier temps, on regroupe les éléments similaires ou fortement apparentés. Chaque ensemble ainsi identifié donne lieu à la formulation synthétique, en langage scientifique moderne, d'une contrainte applicable à une catégorie de pratiques scientifiques.

Chacune de ces contraintes est ensuite appliquée au jeu d'exemples de pratiques reconnues pour scientifiques. Toute incompatibilité entraîne d'abord une tentative de reformulation tenant compte du cas particulier problématique. Si la

contrainte ainsi allégée reste excessivement sélective, et revient à contester la scientificité d'une pratique acceptée, elle est purement et simplement éliminée.

Dans un second temps, on évalue la pertinence de chacune de ces contraintes au regard de ce qu'il semble raisonnable d'attendre d'élèves du primaire et de leurs enseignants. Les contraintes trop abstraites ou trop complexes pour s'adapter à des pratiques de classe sont reformulées dans l'esprit d'une adaptation à des pratiques concrètes. Ces contraintes simplifiées sont alors de nouveau soumises aux mêmes filtres que les contraintes initiales. Les contraintes inadaptées au primaire et dont aucune reformulation n'apparaît recevable sont écartées.

1.2.2. Dissociations et élargissement du corpus

Chaque élément de scientificité apparaissant au cours de l'étude, que ce soit lors d'analyses de pratique ou du fait de commentaires externes, est confronté à la liste de contraintes ainsi établie.

Dans le cas où une correspondance apparaît, mais où la formulation apparaît mal adaptée à cet élément particulier, la contrainte est reformulée pour prendre en compte cette difficulté nouvelle, sans perte de généralité. Si cela s'avère impossible, elle est scindée en autant de contraintes moins générales (e.g. une formulation spécifique pour l'expérimentation, et une pour sa documentation) qu'il est nécessaire.

Si en revanche aucune concordance n'apparaît, on procède à un élargissement du corpus en identifiant d'une part des ouvrages classiques et d'autre part des articles de recherche (*via* la base de données ERIC par exemple) ayant traité de l'élément de scientificité problématique. Ces nouvelles références donnent lieu au même traitement que précédemment.

1.2.3. Catégorisation

Les contraintes ainsi obtenues sont ensuite réparties en quatre catégories, correspondant aux trois grands types de pratiques scientifiques exercées à l'école primaire et facilement reconnaissables par les enseignants, auxquels s'ajoute la catégorie plus ouverte de "méthodologie scientifique" :

- méthodologie scientifique
- observation & expérience
- discours & représentations
- argumentation & théorisation

Les contraintes relevant de plusieurs catégories sont scindées en autant de contraintes plus spécifiques.

4.1.3. Constitution et test d'un jeu de criteres de scientificite

Chacune des contraintes de scientificité ainsi établies est ensuite reformulée sous forme d'un critère utilisable à l'école primaire, et donc accessible aux enseignants et aisément applicable aux situations rencontrées en classe. Leur formulation doit donc

être simple, univoque et directement compréhensible. On privilégie des phrases de construction grammaticale simple (typiquement sujet/verbe/complément, sans doubles négations) et utilisant un vocabulaire courant, à l'exclusion des lexiques techniques de la physique ou de l'épistémologie.

Par ailleurs, la question "*le critère est-il vérifié ?*" doit aisément conduire à une réponse en "oui" ou "non", après un test immédiatement dérivable de sa formulation et aisé à mettre en œuvre. On applique enfin le jeu de CS ainsi construit aux exemples précédement établis de pratiques reconnues pour scientifiques, ou non.

Si cet ensemble échoue à exclure la scientificité d'une pratique *a priori* non scientifique, un critère spécifique est ajouté à la liste. S'il met en cause celle d'une pratique *a priori* scientifique, la formulation du critère en cause est remaniée en conséquence.
Lorsque le jeu de critères de scientificité permet de qualifier correctement l'ensemble des exemples considérés, il est soumis à des enseignants ; les critères jugés trop complexes pour être utilisés en situation de classe sont reformulés, et de nouveau testés selon la procédure précédente. Lorsqu'un jeu de critères de scientificité s'avère à la fois discriminant entre les exemples disponibles de pratiques scientifiques ou non et accessible aux enseignants, il est considéré comme opératoire.

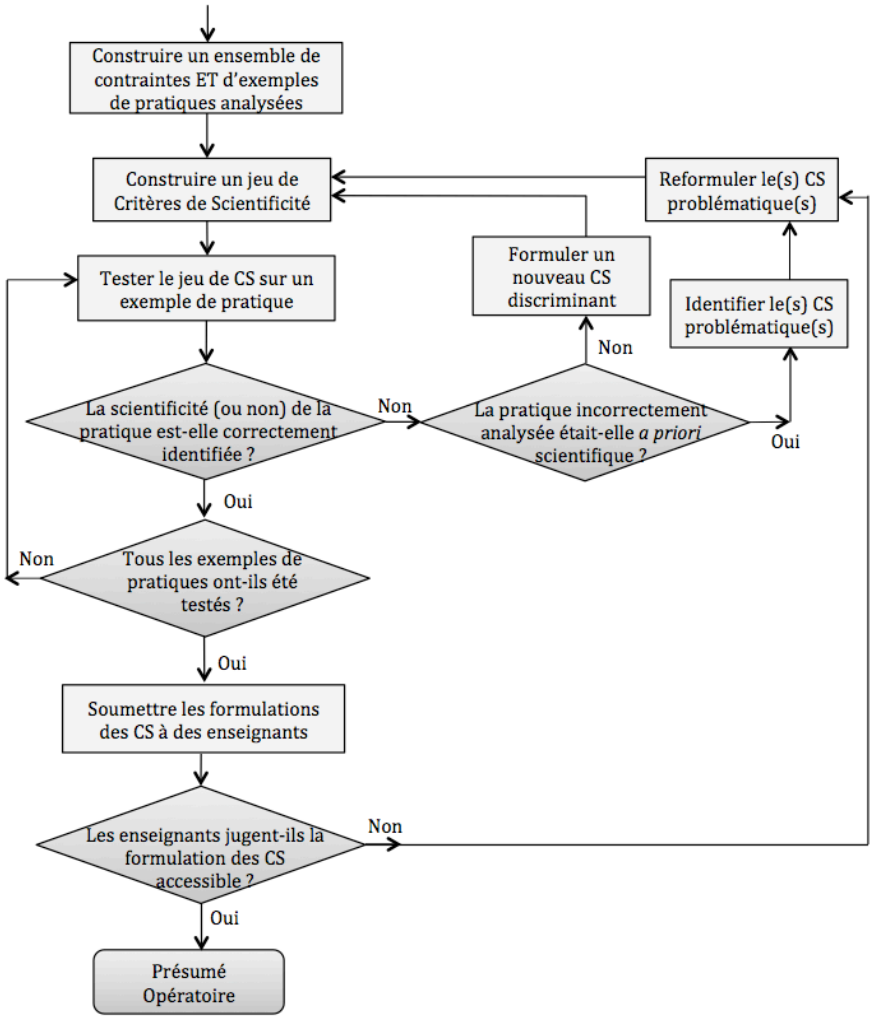


Figure 4.1.3. : Organigramme de la constitution d'un jeu de CS

4.2. Méthodologie expérimentale

La recherche de constantes et de comportements génériques, que ce soit en termes de rapport à la science, de réception et d'appropriation d'éléments de scientificité ou de prévalence de certains obstacles épistémologiques, implique de travailler sur des populations suffisamment conséquentes — typiquement, des centaines voire des milliers de sujets — pour constituer un échantillon statistiquement significatif et gommer l'effet des comportement idiosyncrasiques.

Cet objectif a pu être atteint, au moins en partie, en adoptant la posture du « praticien-chercheur »[8] et en adossant la recherche à une pratique d'enseignement impliquant en particulier de nombreuses cohortes d'étudiants de l'IUFM de Nice et d'enseignants des Alpes-Maritimes en formation permanente.

Cette option méthodologique[9] présente toutefois plusieurs inconvénients. En premier lieu, la contrainte de « transparence » de la recherche : la qualité de la formation des sujets qui, souvent, préparent un concours, ne doit en aucun cas être sacrifiée à des considérations externes. Ensuite, l'inhomogénéité des publics considérés, certains groupes n'étant suivis que pendant quelques heures quand d'autres le sont sur une formation complète, qui impose des procédures d'acquisition de données adaptées au cas par cas. Enfin, le fait que la très grande majorité des formations-support sont assurées par une même formatrice, qui ne peut s'évaluer elle-même.

4.2.1. Publics adultes

2.1.1. La posture de praticien-chercheur

La plupart des données expérimentales sont acquises à l'occasion de formations assurées par le chercheur lui-même, qui assume donc sur son terrain professionnel un double rôle, de praticien et de chercheur. Ce dédoublement est d'abord temporel et le mouvement peut être qualifié « d'oscillation pendulaire »,[10] les deux points de vue alternant et s'appuyant l'un sur l'autre. Ainsi, la réflexion théorique précède la phase d'enseignement et peut influer sur le détail des pratiques pédagogiques, et la suit pour l'analyse *a posteriori* des données recueillies ; mais lors du recueil de données proprement dit, qui a lieu au cours de séances de classe, le chercheur s'efface au profit du formateur.

---

8. L'expression est empruntée à Catherine De Lavergne : « La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative », in *Recherches Qualitatives*, Hors série n°3 du juin 2007, Actes du colloque Bilan et prospectives de la recherche qualitative en sciences humaines et sociales, 27-29 juin 2006, Université Paul Valéry, Montpellier 3. Accessible en ligne sur le site de la revue (consulté août 2014) :

http://www.recherche-qualitative.qc.ca/revue/hors_serie/hors_serie_v3/Delavergne-FINAL2.pdf

9. Dont le principe a été validé en amont lors de discussions avec Wynne Harlen (communication privée, 2008) et André Giordan ainsi que pendant le 3° séminaire international sur les Méthodes de recherche en didactiques,*Questionner l'implicite*, Villeneuve d'Ascq, IUFM Nord Pas-de-Calais/Lille 3/Théodile, Juin 2008)

10. « *Le chercheur oscille d'une position de professionnel à une position de chercheur, aimanté tour à tour par ces deux pôles dans l'interaction avec les acteurs (situation de double contrainte)/.../ Cette oscillation peut correspondre à différents temps de la recherche.* », C. De Lavergne, « La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative », op. cit., pp. 37-38.

Inversement, la pratique pédagogique précède et informe la réflexion théorique, et idéalement s'enrichira à terme des résultats de l'étude ; mais, lors de l'analyse des données, c'est le formateur qui s'efface au profit du chercheur. Pour autant, cette posture n'exclut pas la co-existence ponctuelle, en situation, des positions de chercheur et de formateur dans une « gestion dialogique », selon la typologie de Ruth Canter Kohn[11].

Outre un accès direct à un public conséquent, cette approche présente l'avantage d'une complète maîtrise de la mise en œuvre méthodologique, en particulier en ce qui concerne la construction et la mise en place des séances en classe. Certains auteurs, comme Gérard Sensevy, vont jusqu'à estimer qu'elle permettrait, dans l'idéal de dépasser deux types d'obstacles, empiriste et intellectualiste auxquels sont confrontés les chercheurs en science de l'éducation.[12]

Pour autant, elle présente aussi des risques spécifiques non négligeables, comme la tentation mise en avant par C. De Lavergne[13] de basculer le discours de recherche vers un discours de formation. Le praticien-chercheur doit donc s'imposer la discipline d'une nécessaire mise à distance de sa pratique une fois les séances achevées. Christine V. McDonald met également en garde contre le risque plus insidieux de dérapages liés à une subjectivité peu ou non questionnée du chercheur.[14]

Précautions méthodologiques

Nous avons donc mis en place des « garde-fous » inspirés des précautions proposées par McDonald dans une étude comparable[15] à la présente pour élaborer nos propres garde-fous. Dans un premier temps, nous avons favorisé le croisement des regards sur les déroulements en invitant des physiciens, didacticiens ou enseignants[16] à assister en tant qu'observateurs neutres à certains cours : ils ont ainsi pu fournir un point de vue externe sur les déroulements. Les discussions fréquentes avec des collègues chercheurs tant en physique qu'en didactique sur la recherche en cours ont également contribué à l'explicitation de certaines stratégies utilisées qui n'avaient pas été totalement interrogées.

---

11. R.C. Kohn, « Les Positions enchevêtrées du praticien-qui-devient-chercheur », in *Praticien et chercheur. Parcours dans le champ social,* dir. M.-P. Mackiewicz, éd. L'Harmattan, Paris, 2001, pp.15-38.

12. Pour Gérard Sensevy, la posture de chercheur-praticien peut contribuer au dépassement d'obstacles auquels est confronté le chercheur en sciences de l'éducation : « *Le chercheur-praticien qui produit un geste, le produit en tant que chercheur* et *en tant que praticien : cette association complexe est destinée à dépasser deux obstacles /.../ l'obstacle empiriste que l'instance "chercheur" de la posture de chercheur-praticien peut déjouer, et l'obstacle intellectualiste dont l'instance "praticien" peut prémunir.* » Gérard Sensevy, *Institutions didactiques. Étude et autonomie à l'école élémentaire,* éd. PUF, Paris, 1998, pp. 74-75 ; cité par Jérôme Santini dans sa thèse de doctorat *Caractérisation de l'élaboration conjointe de la compréhension conceptuelle et des performances associées. Volcans et séismes au cours moyen,* Université Rennes 2, 2009.

13. C. De Lavergne : « La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative », op. cit.

14. Christine V. MacDonald, « The Influence of Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction on Preservice Primary Teacher' Views of Nature of Science », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 47, n°9, 2010, pp. 1137-1164.

15. *Idem.*

16. En particulier Cécile Barbachoux (agrégée de physique), Gérard Laporte (didacticien de la physique retraité), Nicole Ostrowsky (physicienne, professeur émérite), Eric Picholle (physicien, CNRS), Jean-Pierre Romagnan (physicien, professeur émérite) , Françoise Vervisch (professeur de physique en collège).

Par ailleurs, au-delà des résultats de recherche proprement dits, les données brutes recueillies sont ouvertes et autant que possible rendues largement disponibles[17] pour permettre à d'autres chercheurs d'y appliquer leurs propres traitements. Les enregistrements vidéos et audios et leurs retranscriptions rendent typiquement possibles un retour sur les analyses effectuées et sur leur discussion.

2.1.2. Adaptation des cours aux nécessités de la recherche

Conditions habituelles de fonctionnement et contraintes

La plupart des cours servant de support à l'étude ne sont pas des cours de physique *stricto sensu*, mais sont plus largement consacrés à l'enseignement de la physique à l'école primaire ; une réflexion sur la nature de la science fait donc partie de leurs objectifs de formation naturels. Ils alternent mises en situation d'investigation des participants et moments plus formels de présentation magistrale de contenus et de méthodologie pour la mise en place d'investigations avec les élèves en classe.

L'adaptation des séances pour la recherche est commandée par quatre types de contraintes :

— La première contrainte porte sur le respect des attentes des participants aux cours et formations. Leur présence en formation est liée à des objectifs de réussite d'un concours ou de formation professionnelle. Le formateur a pour mission de contribuer dans toute la mesure de ses moyens à la réalisation de ces objectifs. Les méthodes de recherche sont subordonnées au respect de cette mission.

— La seconde contrainte porte sur la préservation de la relation de confiance qui s'établit entre formateur et participants à des démarches d'investigation. La perturbation inévitable provoquée par le recueil de données ne doit pas mettre en péril cette relation.

— La troisième est de nature institutionnelle. Pour le public préparant un concours, le contenu des cours est contraint par le programme. Pour la formation continue, le contenu des formations est souvent contraint par les demandes spécifiques de l'institution (animations pédagogiques, Plan Académique de Formation, formations de circonscription).

— La quatrième contrainte est matérielle : la durée des formation étant souvent déjà trop courte au regard des objectifs à atteindre, il n'est pas envisageable de bâtir des procédures de recueil de données qui prennent sur le temps de formation sans que, d'une façon ou d'une autre, ce recueil ne soit également profitable aux participants.

Le recueil des données ne doit donc pas déstabiliser la mise en place des cours, être compatible avec les objectifs des étudiants ou collègues enseignants et être accueilli avec bienveillance par les participants.

17. En ligne pour les transcriptions.

Stratégies d'adaptation des séances

Du point de vue de la mise en œuvre des séquences, différentes stratégies sont utilisées suivant le contexte et la question de recherche considérée :

— Au fil de la démarche d'investigation : intégration de courts moments (typiquement 5-10 minutes) de réflexion sur la scientificité du travail réalisé pendant les mises en situation de démarches d'investigation et les mises au point ; ou questionnements ponctuels « sur le vif » au cours des interactions. Cette approche présente l'avantage de peu perturber la mise en œuvre des cours. Le recueil des données, éventuellement sous forme écrite,[18] peut alors être quasi-transparent pour les participants. Pour ces derniers, c'est un moment constitutif de la formation parmi d'autres. Une partie de la procédure dépend alors inévitablement à la fois des réactions des participants aux démarches d'investigation et de la réactivité immédiate du formateur en situation. Cette dépendance des séquences au comportement des participants est une caractéristique propre à la démarche d'investigation avec laquelle il faut composer. La répétition d'une même séance sur plusieurs groupes de participants est une façon de repérer des comportements reproductibles et de les distinguer des idiosyncrasies des participants.

— Retour métacognitif[19] : sollicitation à chaque fin de cours ou de journée (formation longue) pour que les participants réfléchissent, sur leur temps de travail personnel, à la scientificité du cours vécu et mettent par écrit leurs réflexions. Ces écrits peuvent être lus et discutés en classe lorsque le temps de formation le permet. Il s'agit ici d'ajouter au déroulement normal du cours un moment de métacognition qui invite les participants à se focaliser sur l'aspect épistémologique de leur formation.

— Sonde épistémologique[20] : des questionnements prémédités sont ajoutés à la démarche. Enfin, des précisions sont systématiquement apportées en fin de démarche d'investigation sur la méthodologie utilisée pendant cette démarche.

- Introduction explicite des critères de scientificité : présentation explicite de critères de scientificité et retour en fin de démarche d'investigation sur les critères vérifiés par cette démarche.

Enfin, une cinquième stratégie consiste à jumeler le cours de sciences avec un cours d'épistémologie donné par un autre enseignant.

---

18. La passation de questionnaire est une approche courante dans le monde anglo-saxon pour identifier les conceptions sur la nature de la science. Voir par exemple Fouad Abd-El-Khalick et Norma G. Lederman, « Improving science teachers'conceptions of nature of science : a critical review of the litterature », *International Journal of Science Education*, vol. 22, n° 7, 2000, pp. 665-701.

19. Fouad Abd-El-Khalick et Valarie Akerson, « The Influence of Metacogitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science », *International Journal of Science Education*, vol. 31, n° 16, 2009, pp. 2161-2184.

20. « *An epistemological probe is a written or verbal prompt that orients the participants' attention to relevant NOS* [nature of science] *aspects highlighted in a task, or focuses the participant's attention on a question designed to draw on their epistemological knowledge or reasoning.* » Christine V. MacDonald, « The Influence of Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction on Preservice Primary Teachers'Views of Nature of Science », op. cit.

D'autre part, l'ordre des cours peut être modifié d'un groupe à l'autre pour tester l'influence des acquis d'une séquence sur la façon d'en aborder une autre.

2.1.3. Procédures de recueil des données

La passation de questionnaires brefs (typ. 5 à 10 minutes) et intégrés au processus de formation est une procédure de recueil de données légère pour les participants.

L'enregistrement vidéo des séances donne un accès au déroulement des séances, après le mise en œuvre, à des fins d'analyse. Une partie des démarches d'investigation consistant en des échanges et recherches en petit groupe, des enregistrements vocaux sont par ailleurs nécessaires si l'on souhaite recueillir les conversations entre participants. Ces enregistrements peuvent se faire de façon discrète et aussi peu perturbante que possible pour les participants, sous réserve de leur accord. Ces différentes procédures sont discutées en détail dans les sections correspondantes.

2.1.4. Publics

L'étude sur le rapport à la scientificité porte sur un total de 2144 enseignants et futurs enseignants, pour la plupart basés dans l'Académie de Nice, avec des groupes de contrôle en Suisse, Tunisie, Chili et Brunei. Tous sont strictement bénévoles, au sens où aucune contrepartie ou récompense spécifique, autre que le bénéfice normal d'une formation, n'est associée à la participation.

La contrepartie de ce public nombreux est son assez grande hétérogénéité. En revanche, la présence d'un seul opérateur (à l'exception de 5 groupes de participants sur 69) lui confère une grande homogénéité en termes procéduraux.

	France	Suisse	Brunei	Tunisie	Chili	***Sous Total étranger***	**Total**
Nb de participants à l'étude	*1371*	107	67	32	105	***311***	**1682**

Tableau 2.1.4. : Répartition du nombre de participants à l'étude par pays

2.1.4.1. Participants locaux

Cette étude a été réalisée à l'Université de Nice Sophia-Antipolis, entre 2007 et 2014 (soit 7 ans), sur un public d'étudiants de licence, d'élèves/étudiants préparant le concours du CRPE (concours de recrutement au professorat des écoles), d'enseignants stagiaires et d'enseignants en poste.

	Étudiants en licence	Futurs enseignants primaire (PE1/M1 EEF)	Enseignants stagiaires (PE2)	Enseignants en poste (prim.)	**Total**
2007/2008		90			*90*
2008/2009		165	107	153	*425*
2009/2010		150	99	10	*259*
2010/2011		107		47	*154*
2011/2012	43			238	*281*
2012/2013	21			87	*108*
2013/2014	32	11		11	*54*
Total	*96*	*523*	*206*	*546*	**1371**

Tableau 2.1.4.1.a. : Répartition du nombre de participants locaux par niveau

Les enseignants (en poste ou stagiaires) représentent donc un peu plus de la moité de l'échantillon (52%) et les étudiants préparant le CRPE un peu plus du tiers (34%).

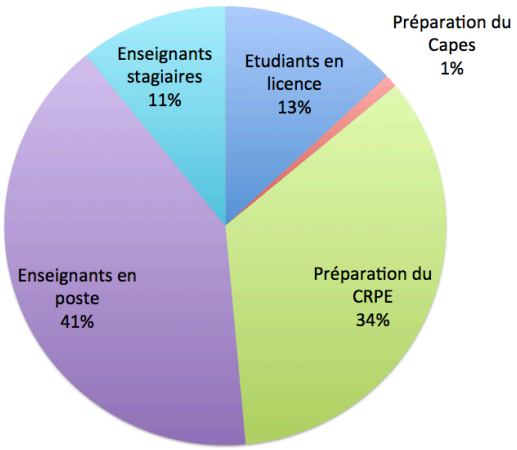


Figure 2.1.4.1.b. : Répartition des différents publics de l'étude

Types de formation

Le recueil de données est réalisé dans des contextes variés, en particulier en ce qui concerne le nombre d'heures de formation. La durée des formations impactant en général les modalités du recueil de données, cette information est systématiquement précisée dans la section détaillant les groupes de participants.

Situations au cours desquelles les données sont recueillies :

— Cours de préparation au concours du CRPE réalisés à l'IUFM articulant démarches d'investigation et contenus : les participants se répartissent dans 3 types de formation, en 9h (gr. 7, 8, 10, 11, 12, 23, 25, 26, 27, 68), 20h (gr. 32 à 37) et 24h (gr. 1 à 4 et gr. 5, 6, 9, 20, 21, 22, 24)

— Cours de 9h destinés au enseignants stagiaires (gr. 13 et 28)

— Stages de formation continue réalisés à l'IUFM ou dans les écoles des circonscriptions articulant démarches d'investigation et contenus : leur durée varie entre 6h (gr. 18, 52) et 24h de formation (12h gp. 29 et 62, 18h gp. 38, 24h gr. 19, 30, 31, 54, 55, 56, 63)

— Animations pédagogiques de 3h réalisées à l'IUFM ou dans les circonscriptions (écoles, salles des fêtes, salles de cinéma, amphithéâtres, etc.), (gp. 15, 16, 17, 39, 51, 53, 59, 60, 61, 67)

— Stage filé à l'IUFM : organisé sous la forme de 7 journées de 6h de formation en physique articulant démarches d'investigation et contenus réparties sur l'année scolaire (gr. 14)

— Cours ponctuels à l'université ou à l'extérieur d'une durée de 2 ou 3 h (40, 41, 42, 43, 44, 47, 58, 64, 65, 66, 70)

— Cours d'enseignement des sciences séparé en trois modules : un module de 20h pour la préparation d'une manifestation scientifique, le

jardin des sciences, un module de 18h pour la mise en œuvre sur la manifestation et un module de 24 h articulant contenus et démarches d'investigation. (gr. 45, 46, 57, 69)

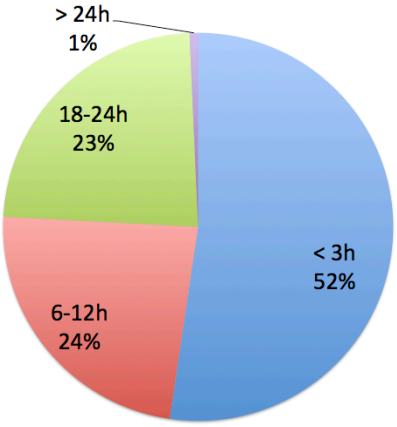


Figure 2.1.4.1.c. : Répartition en fonction de la durée des formations

2.1.4.2. Participants étrangers

Afin d'identifier d'éventuelles spécificités culturelles du public local, des groupes-test d'enseignants étrangers, issus de cultures très différentes — moyen-orientale (Sultanat du Brunei), sud-américaine (Chili), Transalpine (Genève), enseignants français expatriés (Tunisie) — ont été intégrés à l'étude.

Ces formations ont été menées dans les pays correspondants, avec les mêmes contraintes[21] et les mêmes procédures que précédemment.

	Futurs enseignants primaire (Bachelor)	Master Physique	Enseignants en poste (ens. primaire)	Enseignants en poste (ens. secondaire)	**Total**
2008/2009			20 (Brunei)		*20*
2009/2010			21 (Brunei)	26 (Brunei)	*47*
2010/2011					*0*
2011/2012			14 (Tunisie)	18 (Tunisie)	*32*
2012/2013	27 (Suisse)		105 (Chili)		*132*
2013/2014	66 (Suisse)	14 (Suisse)			*80*
Total	*93*	*14*	*160*	*44*	**311**

Tableau 2.1.4.2. : Répartition du nombre de participants étrangers par niveau

Formations réalisées :

— « Stages massés » , formation intensive sur une semaine au Brunei (formation en anglais, gr. 19, 30, 31) et en Tunisie (gr. 55 et 56).

— Conférence pédagogique de 1h à l'Université de Genève avec des étudiants en Bachelor (gr. 64 & 66).

21. Auxquelles s'ajoutent éventuellement des contraintes linguistique. Les formations ont été menées en anglais au Brunei, et en français, avec traduction simultanée, au Chili.

— Passation d'un questionnaire et discussion avec des étudiants de Master Physique de l'université de Genève (gr. 70).

— Conférence de 1h suivie d'un atelier de mise en situation d'investigation de 2h lors de journées d'étude chiliennes (gr. 65).

2.1.4.3. Détail des groupes

Les tableaux ci-desssous présentent pour chaque année scolaire, les types de publics sondés. A chaque groupe est associé un numéro (gr.1, gr.2, etc.). Par ailleurs, un codage parallèle est utilisé pour le traitement des données (type de public_indexage par mois ou numéro de groupe_année scolaire). Nous indiquons également en complément du tableau le contexte dans lequel les informations ont été recueillies.

Campagne 2007-2008

2007/2008	Type de public	Cours 24h
PE1_1_2007 (gr.1)	Étud. avec Licence	20
PE1_2_2007 (gr.2)	Étud. avec Licence	22
PE1_3_2007 (gr.3)	Étud. avec Licence	22
PE1_4_2007 (gr.4)	Étud. avec Licence	26
Total		**90**

Tableau 2.1.4.3.a. : Types de public et de formation de la campagne 2007/2008

Campagne 2008-2009

2008/2009	Type de public	Cours 24h	Cours 9h	Stage Filé 36h	Stage FC 12h	Stage FC 6h	Anim. Péda. 3h
PE1_1_2008 (gr.5)	Étud. avec Licence	21					
PE1_2_2008 (gr.6)	Étud. avec Licence	17					
PE1_3_2008 (gr.7)	Étud. avec Licence		22				
PE1_4_2008 (gr.8)	Étud. avec Licence		23				
PE1_5_2008 (gr.9)	Étud. avec Licence	23					
PE1_6_2008 (gr.10)	Étud. avec Licence		20				
PE1_7_2008 (gr.11)	Étud. avec Licence		21				
PE1_8_2008 (gr.12)	Étud. avec Licence		18				
PE2_2008 (gr.13)	Enseign. Stagiaire		107				
SF_2008 (gr.14)	Enseign. Elem. Poste			15			
Anim1_2008 (gr.15)	Enseign. Poste						53
Anim2_Mat_2008 (gr.16)	Enseign. Mat. Poste						22
Anim3_Mat_2008 (gr.17)	Enseign. Mat. Poste						29
FC_2008 (gr.18)	Enseign. Poste					31	
Brunei_2008 (gr.19)	Enseign. Elem. Poste	20					
Total	**442**	*81*	*211*	*15*		*31*	*104*

Tableau 2.1.4.3.b. : Types de public et de formation de la campagne 2008/2009

Campagne 2009-2010

2009/2010	Type de public	Cours 24h	Cours 9h	Stage FC 12h
PE1_1_2009 (sous gr.20-22)	Étud. avec Licence	55		
PE1_4_2009 (gr.23)	Étud. avec Licence		21	
PE1_5_2009 (gr.24)	Étud. avec Licence	21		
PE1_6_2009 (gr.25)	Étud. avec Licence		17	
PE1_7_2009 (gr.26)	Étud. avec Licence		22	
PE1_8_2009 (gr.27)	Étud. avec Licence		14	
PE2_2009 (gr.28)	Fonct. Stagiaire		99	
FC_2009 (gr.29)	Enseign. Poste			10
Brunei_04_2009 (gr.30)	Enseig. collège Poste	26		
Brunei_07_2009 (gr.31)	Enseign. Elem. Poste	21		
Total	**306**	*123*	*173*	*10*

Tableau 2.1.4.3.c. : Types de public et de formation de la campagne 2009/2010

Campagne 2010-2011

2010/2011	Type de public	Cours 20h	Stage FC 17h	Anim. péda 3h
M1_1_2010 (gr.32)	Étud. Master 1 EEF	22		
M1_2_2010 (gr.33)	Étud. Master 1 EEF	18		
M1_3_2010 (gr.34)	Étud. Master 1 EEF	17		
M1_4_2010 (gr.35)	Étud. Master 1 EEF	15		
M1_5_2010_CB (gr.36)	Étud. Master 1 EEF	9		
M1_6_2010_CB (gr.37)	Étud. Master 1 EEF	26		
FC_04_2010 (gr.38)	Enseign. Elem. Poste		12	
Anim_2010 (gr.39)	Enseign. Elem. Poste			35
Total	**154**	*107*	*12*	*35*

Tableau 2.1.4.3.d. : Types de public et de formation de la campagne 2010/2011[22]

Campagne 2011-2012

2011/2012	Type de public	Cours 20h	Cours 9h	Cours 3h	Cours 18h + Prép. JDS 14h	Stage FC 24h	Stage FC 6h	Anim. péda 3h
L2_Sc_2011 (gr.45)	Étud L2 et un enseig. en poste				10			
L3_Sc_2011 (gr.46)	Étud. L3				7			
L3SV_2011 (gr.47)	Étud. L3			10				
Astep_2011 (gr.50)	Étud. en licence et 3 doctorants		16					
Anim_2011 (gr. 51)	Enseign. Poste							165

22. En 2010/2012, suite à la mastérisation de la formation, les PE1 ayant réussi le concours n'ont pas pu être suivis. En 2010/2011, sur les 6 groupes de Master 1 EEF (étudiants succédant aux PE1), deux (gr. 36 et 37) ont été pris en charge par une collègue, Cécile Barbachoux, (initiales CB sur les codes des publics concernés), de même que, l'année suivante, les groupes 48 et 49 (passation d'un questionnaire) ; Le groupe 44 a été pris en charge par Laura Weiss (LW), didacticienne des sciences à l'université de Genève.

FC_Mat_2011 (gr. 52)	Enseign. Mat. Poste						24	
Anim_Mat_2011 (gr. 53)	Enseign. Mat. Poste							34
FC_Mouans_2011 (gr. 54)	Enseign. Elem. Poste					15		
Tunisie_El_2011 (gr. 55)	Enseign. Elem. Poste	14						
Tunisie_Col_2011 (gr. 56)	Enseign. Sec. Poste	18						
Total	**313**	*32*	*16*	*10*	*17*	*15*	*24*	*199*

Tableau 2.1.4.3.e. : Types de public et de formation de la campagne 2011/2012 [22]

Campagne 2012-2013

2012/2013	Type de public	Cours 3h	Cours 1h30	Cours 18h + JDS 14h	Stage FC 24h	Stage FC 12h	Anim. péda 3h
L2_Sc_2012 (gr. 57)	Étud. L2			11			
L3SV_2012 (gr. 58)	Étud. L3	10					
Anim_Mat1_2012 (gr. 59)	Ens. Mat. Poste						24
Anim_Mat2_2012 (gr. 60)	Ens. Mat. Poste						21
Anim_Mat3_2012 (gr. 61)	Ens. Mat. Poste						15
FC_Nice2_2012 (gr. 62)	Ens. Poste					12	
FC_Mouans_2012 (gr. 63)	Ens. Elem. Poste				15		
Conf_Suis_2012 (gr. 64)	Étud. Bachelor		27				
Conf_Chili_2012 (gr. 65)	Ens. Poste et Formateurs		105				
Total	**240**	*10*	*132*	*11*	*15*	*12*	*60*

Tableau 2.1.4.3.f. : Types de public et de formation de la campagne 2012/2013

Campagne 2013-2014

2013/2014	Type de public	Cours 3h	Cours 1h30	Cours 10h	Cours 50h	Anim. péda 3h
Conf_Suis_2014 (gr. 66)	Étud. Bachelor		66			
Anim_Mat_2013 (gr. 67)	Ens. Mat. Poste					11
M1EEF_Anc_2014 (gr. 68)	Étud. M 1 EEF			11		
L2_L3_Sc_2013 (gr. 69)	Étud. L2-L3				32	
Docteurs_2014 (70)	Docteurs en physique	14				
Total	**134**	*14*	*66*	*11*	*32*	*11*

Tableau 2.1.4.3.g. : Types de public et de formation de la campagne 2013/2014

2.1.5. Recueil de l'information

Le matériau brut dont seront extraites les données pertinentes sont les interventions et les réactions des participants lors des formations. Celles-ci sont donc enregistrées, à la fois sous forme audio et vidéo. S'y ajoutent des questionnaires spécifiques. La multiplicité des sources autorise, quand c'est possible, leur triangulation[23].

2.1.5.1. Films et enregistrements audio

Précautions

Les participants sont informés en début de formation que, sauf objection de leur part, les cours sont enregistrés pour une recherche portant sur la démarche d'investigation menée par leur formateur. Il est précisé qu'en aucun cas ces enregistrements ne seront utilisés à des fins d'évaluation et qu'ils ne seront pas diffusés hors contexte académique.

Le cas d'une opposition de principe ne s'est jamais présenté, non plus que celui du refus d'un enregistrement audio. Quelques participants[24] ont en revanche émis le souhait de ne pas être filmés personnellement. Ils ont alors été invités à se placer hors champ de la caméra.

Pour assurer leur anonymat, ni les enregistrements, ni *a fortiori* leurs retranscriptions, ne sont jamais associés aux noms des participants[25].

Modalités d'enregistrement audio :

Les cours en démarche d'investigation impliquent des travaux et échanges en petits groupes de 5-6 participants. Afin de pouvoir suivre les échanges dans tous les groupes, des enregistreurs audio sont systématiquement posés sur les tables, en pleine vue.

Les participants gardent à tout moment la possibilité d'arrêter et de relancer eux-mêmes les enregistrements.[26] Les enregistreurs créant un nouveau nom de fichier à chaque arrêt, il est possible lors de l'analyse des enregistrements de repérer les arrêts réalisés par les participants : ils sont exceptionnels et le plus souvent liés à une manipulation ludique de l'appareil pour tester son utilisation. Pour économiser les batteries, il est demandé aux participants

---

23. Michael Q. Patton, *Qualitative Research and Evaluation Methods* ; éd. Sage Publications, Thousand Oaks, Canada, pp. 555-565.

24. Toutes ces réserves sont intervenus au cours de la campagne 2010/2011, l'année de la mastérisation, dans des groupes de Master 1 Education Enseignement et Formation ; ils concernaient typiquement de l'ordre de 2-3 participants par groupe de 25.

25. A l'exception des participants des groupes 14, 45, 46, 54, 57 et 63. La durée de la formation (égale ou supérieure à 24h) et le petit nombre de participants (une dizaine) rendait la garantie de l'anonymat difficile. Non seulement dès le départ les participants ne se sont pas formalisés des conditions d'enregistrement mais rapidement ils ont facilité les modalités enregistrements (même enregistreur pour un même groupe tout au long de la formation) puis précisé que l'absence d'anonymat ne leur posait pas de problème, faisant preuve de confiance à la fois dans le dispositif et le formateur.

26. Le fonctionnement des enregistreurs est relativement élémentaire (un interrupteur *on/off* sur un côté, trois boutons *enregistrement*, *stop* et *pause* de l'autre).

d'arrêter l'enregistreur à la pause et de le relancer quand le cours recommence : aux oublis près,[27] les participants ont toujours joué le jeu.

Pour chaque séance, on dispose donc typiquement de 5 séries enregistrements, pour autant de groupes enregistrés, chaque typiquement répartie sur 2 ou 3 fichiers audio.

Modalités d'enregistrement vidéo :

Les tables des salles où ont lieu les cours sont regroupées par blocs de 5 pour faciliter le travail de groupe et les déplacements du formateur entre les groupes. La disposition des salles et la volonté de conserver une procédure discrète restreint le positionnement des caméras essentiellement aux coins de la salle, en pleine vue mais où elles ne gênent pas et peuvent se faire le plus facilement oublier.

A l'exception de quelques groupes (gr. 1, 2, 3, 5, 34) où il a été possible de proposer à un participant ou à un observateur extérieur de filmer, l'ensemble des films a été réalisé avec des caméras fixes posées sur trépieds.

Les deux premières années (2008-2010), considérant les limites du champ de vision de la seule caméra disponible et le déroulement des cours, le choix a été fait de la diriger vers un groupe particulier de participants. De nombreuses manipulations de matériel ayant lieu pendant les démarches d'investigation, ce choix permet de conserver des traces des interactions non seulement verbales mais gestuelles qui se produisent en cours de démarche au moins pour un groupe d'une classe. La corrélation avec les enregistrements sonores permet de retrouver à la fois les interventions du formateur et celles du groupe enregistré. Cette procédure initiale ne permet toutefois pas de suivre l'ensemble des actions, en particulier les gestes du formateur et les moments d'analyse de productions écrites où l'ensemble des participants se rassemblent autour d'un groupe de tables pour une discussion sur ces productions.

À compter de janvier 2011, la mise à disposition d'une seconde caméra avec un champ de vision plus large a permis de filmer un second groupe et le formateur, quand il était dans champ, les modalités de formation impliquant de nombreux déplacements du formateur d'un groupe à l'autre.

La qualité des images est dans ces conditions assez médiocre,[28] mais reste amplement suffisante pour les objectifs visés, et celle du son s'avère meilleure que celle des enregistreurs audio dédiés.

Tout comme pour les enregistrements sonores, l'expérience prouve que la présence des caméras ne perturbe en rien les discussions au sein des groupes. Avec la généralisation progressive des *smartphones* dotés de capacités vidéo, certains participants ont même commencé à se filmer et à filmer les expériences pendant les cours[29].

---

27. Oublis dans les deux sens : s'il arrive que certains enregistreurs ne soient pas relancés, il arrive également qu'ils ne soient pas arrêtés pendant une pause où les participants discutent. Cela n'a jamais soulevé de difficultés, les participants, éventuellement, venant préciser en fin de cours qu'il ne fallait pas faire attention et que l'écoute allait être « amusante ».

28. Pour des raisons d'encombrement des fichiers, on n'a le plus souvent pas fait appel aux capacités "haute définition" de la caméra 2.

29. Toutes les précisions utiles concernant l'usage de telles vidéos ont été rappelées aux participants.

Public filmé

Vingt quatre groupes ont bénéficié d'un enregistrement complet, audio et vidéo soit environ 500 heures de vidéo et 2500 heures d'enregistrement audio au total.

La plupart des enregistrements vidéos et sonores ont été réalisés au cours de formations dépassant 6h. Dans ce cadre, les participants aux formations sont volontaires et pas trop nombreux (typiquement une vingtaine) : ces conditions matérielles et psychologiques favorables permettent le plus souvent d'établir une relation de confiance suffisante pour solliciter les participants sans engendrer d'effet néfaste sur la formation.

La plupart des formations courtes de 3h ont souvent été réalisées dans des conditions matérielles ne permettant pas l'installation d'une caméra ou jugées inadaptées pour solliciter les participants (risque trop important qu'ils se perçoivent comme des "cobayes forcés" dans le cas d'animations pédagogiques obligatoires pour des enseignants en poste en particulier).

2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013
PE1 (gr. 5-9)	PE1 (gr. 20-27)	M1 (gr. 32-37)	L2 et L3_Sc (gr. 45-46)	L2_SC (gr. 57)
Stage Filé (gr. 14)	Brunei (gr. 30-31)	FC (gr. 38)	FC_Mat (gr. 52)	Anim_Mat (gr. 67)
Brunei (gr. 19)			FC_Mouans (gr. 54)	FC_Mouans (gr. 63)

Tableau 2.1.5.1. : Groupes filmés au cours de l'étude

2.1.5.2. Transcriptions

Transcription d'un enregistrement vidéo

La transcription des vidéos est réalisée en utilisant le lecteur de vidéo et d'audio *VLC*, qui présente l'avantage d'offrir une lecture au ralenti plus compatible avec le rythme dactylographique des transcriptions. Les transcriptions elles-mêmes sont réalisées sur tableur (type *Excel*). Chaque ligne correspond à une prise de parole. La première colonne précise l'auteur de la prise de parole (un codage est utilisé pour chaque participant, un "E" ou "Estelle" pour la formatrice) ; la seconde contient la prise de parole et la troisième des repères temporels permettant de retrouver facilement le passage concerné dans la vidéo.

En plus des prises de parole, certains gestes réalisés par les participants ou le formateur sont indiqués (*en italiques et entre parenthèses*) quand ils apportent des informations utiles à leur interprétation (en particulier en astronomie ou lors d'un travail sur l'air).

63	Estelle	Non. A un moment où vous avez une ombre. Donc sur votre feuille je voudrais que vous me dessiniez au moins le soleil,	00:31:24 à 00:31:58
64	A8	En fait vous voulez savoir si on va la dessiner du bon côté c'est ça ?	00:31:58 à 00:32:00
65	Estelle	Je ne sais pas, mais puisque vous me le dites c'est que vous y avez pensé !	00:32:00 à 00:32:03
66	A8	Pour dessiner une ombre, ce n'est pas facile…	00:32:19 à 00:32:21
67	Estelle	Vous pouvez faire une tache si vous voulez.	00:32:21 à 00:32:23
68	A4	Et là c'est à quelle heure ce que vous demandez ?	00:32:26 à 00:32:28
69	Estelle	Peut importe l'heure, c'est l'heure que vous voulez ! Evitez de mettre un midi au zénith.	00:32:28 à 00:32:35
70	A3	C'est où qu'on a pas d'ombre du tout c'est à l'équateur ?	00:32:41 à 00:32:44
71	Estelle	On verra ça après.	00:32:44 à 00:32:52
72	A3	Ça existe donc quelque part…	00:32:52 à 00:32:53
73	Estelle	Oui, oui ça existe. (*Estelle passe dans les rangs et regarde les dessins*). Donc maintenant on va regrouper tous vos cahie	00:32:53 à 00:35:23
74	A3	Entre les dessins ?	00:35:23 à 00:35:24
75	Estelle	Oui. Essayez de trouver ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas.	00:35:24 à 00:35:29
76	A9	Déjà le personnage est entre l'ombre et la source lumineuse.	00:35:29 à 00:35:35

Tableau 2.1.5.2. : Exemple de transcription

Les moments relatifs à des questions hors du champ de la formation *stricto sensu* (e.g. inscription à la cantine, discussions techniques sur les avantages comparés d'un grand cahier plutôt que d'un petit, rappels factuels des programmes, etc.) ne sont pas retranscrits, non plus que ceux d'introduction d'éléments de sciences physiques en pédagogie frontale par la formatrice. Les moment d'arrêt et de reprise de la transcription sont alors indiqués, ainsi qu'un descriptif bref du contenu non transcrit (entre parenthèses en italique).

Pour plus de lisibilité, nous avons également fait le choix d'expliciter la ponctuation et de corriger légèrement les formulations, le cas échéant, ces modifications n'ayant pas d'impact sur le contenu pertinent pour l'étude.

Corrélation d'un enregistrement vidéo avec des enregistrements audio.

A un enregistrement vidéo correspondent plusieurs enregistrements audio (un par petit groupe de participant). En plus d'identifier les périodes consacrées aux travaux en petit groupe, où les enregistrement audio sont pertinents, le visionnage de la vidéo révèle les moments où un échange potentiellement intéressant a lieu dans un groupe particulier, avec leurs références temporelles exactes.

Les moments ainsi sélectionnés sont retranscrits pour chaque enregistrement audio. Ceux des séances les plus pertinentes sont par ailleurs intégralement écoutés. Les retranscriptions des passages courts sont insérées dans la transcription vidéo en blocs identifiables précisant le fichier audio utilisé et les repères temporels utilisés. Les plus longues sont éditées dans des feuillets séparés.

Codification des transcriptions

Afin de ranger les transcriptions, un codage est utilisé : le nom du fichier de transcription comporte le numéro du fichier vidéo d'origine, la date d'enregistrement de la vidéo, le type de public et le groupe tel que défini précédemment.

Par exemple : Tr_358_12_04_2010_PE1_gr2 : transcription de la vidéo 00358. mp4 enregistrée le 12 avril 2010 avec des PE1, identifiés comme groupe 2 dans l'étude.

2.1.5.3. Questionnaires

Contexte

La passation des questionnaires est réalisée au cours de séances de formation ou au cours de conférences. Ces conditions contraignent fortement la durée des réponses, nécessairement limitée à une dizaine de minutes au plus.

Une autre contrainte concerne la formulation des questions : elles doivent participer de la formation ou, *a minima*, donner envie d'y répondre aux participants sollicités (une façon d'y parvenir consiste à expliciter l'enjeu du travail de réflexion demandé et à utiliser des questions relatives à la pratique professionnelle).

Modalités

Les participants sont informés que les questionnaires sont traités dans le cadre d'une recherche en didactique des sciences menée par leur formatrice. Tout est fait pour mettre les participants à l'aise, leurs réponses étant données sur la base du volontariat. Lorsque les participants éprouvent des difficultés à comprendre les questions, elles sont reformulées au vol ou des précisions sont apportées. Le cas échéant, on les rassure également, en particulier à propos des questionnaires portant sur la scientificité, sur la "facilité" des questions et le fait qu'il n'existe pas de "bonne réponse".

Pour éviter de donner un aspect trop formel à l'exercice, il leur est le plus souvent demandé de répondre sur feuille libre aux questions formulées oralement par le formateur. D'un point de vue pratique, l'absence de distribution d'un questionnaire distribué se traduit souvent par le « don » de feuilles ou leur partage entre participants, le prêt de crayons, etc. Même si elle complique un peu le traitement des données, cette technique[30] contribue à détendre l'atmosphère (tout comme les remarques taquines sur les participants qui viennent, typiquement, en animation pédagogique les mains dans les poches). Suffisamment de temps leur est donné pour répondre aux questionnaires. Une fois que les participants ont achevé de les rédiger, les feuilles sont rassemblées par les participants (ce qui permet à ceux qui ne désirent pas le rendre de s'en abstenir discrètement). D'une façon générale, les participants se prêtent de bonne grâce à l'exercice.

L'anonymat des questionnaires est garanti. À aucun moment il n'est demandé aux participants d'indiquer leur nom ; les questionnaires incluent cependant des demandes d'informations personnelles (typiquement âge, sexe, niveau d'étude, classe enseignée, ancienneté dans le poste). Dans le cas où un suivi des participants sur plusieurs questionnaires est souhaité, les informations personnelles fournies permettent par recoupement de regrouper les questionnaires relatifs à une même personne.

Cas des participants doublants

Il arrive que certains participants aient participé antérieurement à une formation incluse dans l'étude. Il leur est systématiquement demandé de le

30. Que peuvent éventuellement renforcer des remarques taquines, par exemple, sur les participants qui « viennent en animation pédagogique les mains dans les poches ».

préciser dans leurs questionnaires en y mettant un signe distinctif et il en est tenu compte pour l'analyse des résultats.

Type de questionnaire

Pour favoriser l'expression de conceptions et de représentations minoritaires, les questions sont, sauf exception, de type "ouvert" (e.g. « *Pour vous, qu'est-ce que la science ?* »), plutôt que "fermé" (e.g. « *Les théories scientifiques sont cumulatives : il y a moins de choses à découvrir aujourd'hui qu'il y a un siècle. Êtes-vous d'accord avec cette proposition ?* »). Ces dernières présentent en outre un risque d'orientation des réponses, identifié en particulier par l'équipe de N.G. Lederman dans le même contexte de questionnaires sur la nature de la science[31].

Le choix de questionnaires faiblement perturbants, d'une durée inférieure à 10 mn, restreint le nombre d'items à trois ou quatre au maximum, par opposition aux questionnaires longs (typ. 40 - 60 mn) employés dans la plupart des études anglo-saxonnes.

Style

La formulation des fait l'objet d'une vigilance particulière et de précautions inspirées des procédures utilisées tant dans les sciences sociales[32] que dans le milieu médical[33] pour limiter les risques de biais méthodologiques (e.g. questions suggestives ou orientées). Les techniques du marketing[34] fournissent également des conseils utiles (clarté, simplicité des formulations avec absence de double-négations, choix d'un vocabulaire univoque et adapté au public, test du questionnaire etc.).

Les questionnaires connaissent en général au moins deux versions. Un premier jeu de questions est testé auprès d'un groupe d'une vingtaine de participants au minimum. Leurs réactions pendant la passation du questionnaire (e.g. demandes de reformulation) puis les réponses données donnent le cas échéant lieu à une reformulation des questions problématiques.

2.1.6. Traitement de l'information

Le premier enjeu du traitement de l'information consiste, suivant les cas, en l'identification des conceptions initiales, des représentations ou des critères de scientificité manifestés dans un groupe donné. Un second enjeu est la caractérisation simplifiée des individus. Des méthodes qualitatives aussi bien que quantitatives sont convoquées pour atteindre ces objectifs.

---

31. Norman G. Lederman, Fouad Abd-El-Khalick, Randy L. Bell et Renée S. Schwartz, « Views of Nature of Science Questionnaire : Toward Valid and Meaningful Assesment of Learners' Conceptions of Nature of Science », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 39, n° 6, 2002, pp. 497-521.

32. Voir par exemple l'entrée "Questionnaire" de *The SAGE encyclopedia of Social Science research Methods, vol.1*, éds. Michael S. Lewis-Beck, Alan Bryman et Tin Futing Liao, éd. SAGE, U.S.A., 2004, pp. 902-903.

33. Agnès Bouletreau, Dominique Chouanière, Pascal Wild et Jean-Marc Fontana, *Concevoir, traduire et valider un questionnaire à propos d'un exemple, EUROQUEST*, n°178, éd. INRS, Paris, mai 1999. Accessible en ligne sur le site de l'INIST (consulté août 2014) : http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1730/INRS_178.pdf

34. Voir par exemple le site de Survey Magazine (consulté août 2014) : http://www.surveystore.info/NSarticle/enquete-par-questionnaire.asp

2.1.6.1. Profils épistémologiques

Le profilage épistémologique est un outil introduit par Gaston Bachelard pour rendre compte de la complexité des relations d'un sujet à un concept scientifique. Celles-ci sont rarement réductibles à une réponse "purement empiriste" ou "purement rationaliste", ou à un simple "réalisme naïf" etc.[35] mais une combinaison de plusieurs types de réponses, en proportions variables selon le concept considéré. Un même individu présente donc en général des profils épistémologiques différents pour différents concepts.

Nous avons adapté cet outil à la description des relations d'un sujet non plus à un concept scientifique, mais à celui de science lui-même, ou plutôt à la "nature de la science" (NOS, dans le sens où l'entendent les anglo-saxons). Au-delà des postures de type empiriste et rationaliste, qu'on rencontre également, en proportion variables, chez les scientifiques, on peut également identifier chez des sujets non experts des postures relevant du réalisme naïf, mais aussi des mises à distance par des stratégies autoréférentes (e.g. « *La science, c'est ce que font les scientifiques* »).

On évalue donc le poids relatif de ces différentes composantes telles qu'elles se manifestent dans un questionnaire. Compte tenu du caractère arbitraire de cette évaluation, les seules gradations considérées sont composante pratiquement absente (0 %) ou très dominante (100 %), deux (resp. trois, quatre) composantes de poids égal (50 %, resp. 33%, 25 %), deux composantes dont l'une majoritaire et l'autre minoritaire (67% vs. 33%), la somme totale des poids relatifs étant normalisée (100 %), soit au plus 26 catégories possibles (et concrètement rarement plus d'une demi-douzaine).

Un sujet présentant une combinaison de postures relevant de l'empirisme et du réalisme naïf, en proportions comparables, mais sans contribution notable du rationalisme ni autoréférence, pourra donc être caractérisé par un profil du type (Fig. 2.1.6.1).

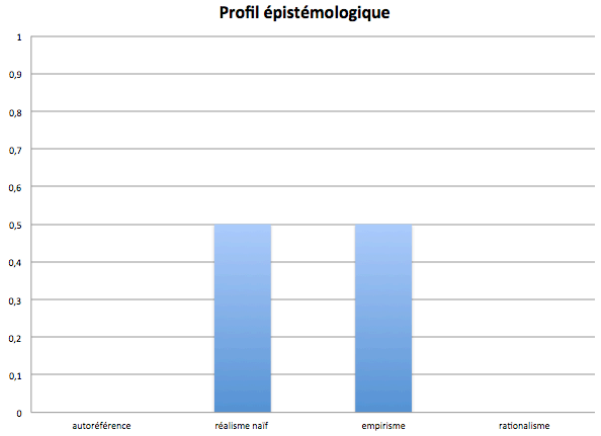


Figure 2.1.6.1. : Exemple de profil épistémologique

35. Voir partie 6.2.1.1.

Calibrage

Un premier lot de profils est tout d'abord établi à partir de vingt questionnaires. Les profils sont dans un premier temps réalisés en commun par deux chercheurs afin d'harmoniser la procédure de profilage.

Si un questionnaire ne fournit pas d'informations suffisantes pour permettre l'établissement d'un profil, il est provisoirement écarté. Une proportion trop importante de questionnaires non profilables (typiquement supérieur à 3 sur 20) impose une révision des catégories.

Dix nouveaux profils sont ensuite élaborés indépendamment par les deux mêmes chercheurs et comparés. En cas de désaccord, une discussion s'engage afin d'obtenir un consensus. Cette discussion conduit à affiner la procédure de catégorisation. Un nouveau jeu de dix profils est réalisé dans les mêmes conditions pour contrôler la fiabilité de la procédure. L'opération est renouvelée jusqu'à la convergence des profils établis par les deux chercheurs. Chacun des questionnaires restants est ensuite traité par un seul chercheur. En cas de doute sur le profil d'un questionnaire, le profilage est réalisé en commun.

2.1.6.2. Identification d'éléments d'intérêt épistémologique

Nature des éléments recherchés

On cherche dans les transcriptions des éléments d'intérêt épistémologique, révélateurs de critères de scientificité explicites ou implicites, de conceptions initiales, d'obstacles épistémologiques, etc. Ceux-ci peuvent indifféremment se présenter sous la forme d'éléments de discours de longueur variable, de quelques mots à la phrase complète et même au court paragraphe, voire à une combinaison complexe de discours et d'éléments non verbaux (gestes et mimiques dans le cadre d'une communication ostensive-inférentielle [36]), indiqués dans la transcription ou observés lors d'un retour sur la vidéo après identification d'un échange pertinent.

Difficultés sémantiques

L'objectif n'est pas seulement d'identifier ce qui est dit mais aussi, voire surtout, ce qui est porteur de sens. En pratique, au contraire de ce que l'on peut rencontrer dans un cadre de pédagogie frontale, la démarche d'investigation amène les participants à s'exprimer librement sur des représentations naissantes, ou des argumentaires encore fragiles, la formalisation du discours n'intervenant que dans un second temps, dans une phase d'institutionnalisation des résultats.

Or c'est précisément dans ces temps d'expression informelle, où "les mots pour les dire" n'existent pas encore que se manifestent le plus souvent les conceptions personnelles, ou les obstacles épistémologiques. On ne doit donc pas se contenter d'évaluer ce qui est effectivement dit (ce qui se ramène souvent en pratique au constat d'une formulation "correcte" ou "incorrecte",

36. Yves Bardière, « Approche linguistique, fictionnelle et didactique de la pragmatique », in *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, dir. Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle, éd. Somnium, 2013, pp. 199-231.

au regard d'un résultat attendu), mais tenter d'identifier *l'intention* du locuteur. Il s'agit d'un problème classique — mais pas moins difficile pour autant — de *pragmatique linguistique*, l'analyse n'intervenant qu'après que le matériau brut a été enrichi d'informations contextuelles.[37]

Une telle lecture repose sur l'*encyclopédie* personnelle du chercheur, qui doit associer à tous les concepts intervenants dans la formation non seulement leurs référents consensuels (du "Monde 3"), mais également toutes sortes de représentations fautives et d'obstacles épistémologiques associés. Elle suppose donc une bonne connaissance du contexte et du public,[38] et une solide intuition de formateur, qu'autorise en particulier la posture de praticien-chercheur.

Procédure d'identification

Par ailleurs, même en faisant abstraction des difficultés d'expression, il ne semble malheureusement pas exister de procédure générale d'identification systématique[39] pour des analyses qualitatives. Nous adopterons donc une stratégie de lecture multiple fréquemment utilisée dans des travaux exploratoires de didactique des sciences lorsqu'on cherche à identifier des conceptions ou des justifications[40].

Lectures globales, lectures locales

Une première lecture de la transcription permet d'en dégager la structure argumentative et d'en repérer les événements[41] intéressants d'un point de vue épistémologique. À la lumière de cette compréhension globale de l'échange, une nouvelle lecture du déroulement de chaque événement permet de saisir le processus à l'œuvre et de dégager l'enjeu (ou les enjeux, auquel cas il peut s'avérer utile de décomposer l'événement original en plusieurs événements élémentaires).

On reconstruit alors l'articulation, parfois implicite,[42] des différentes prises de parole dans l'échange. Les éléments d'intérêt épistémologiques peuvent être

---

37. « *Le traitement est accompli seulement lorsqu'on a obtenu la forme propositionnelle de l'énoncé, c'est à dire une fois que la forme logique a été enrichie par les informations contextuelles. L'interprétation de l'énoncé se fait par des processus inférentiels qui ont pour prémisses la forme logique de l'énoncé et le contexte* », Yves Bardière, « Approche linguistique, fictionnelle et didactique de la pragmatique », op. cit., p.213. Voir aussi état des lieux, § 2.2.2.

38. Cette connaissance peut avoir été acquise par l'expérience professionnelle, par la lecture de la littérature de recherche sur le sujet, par des échanges avec des collègues spécialistes, etc.

39. C'est également la conclusion de Joséphine Mukumurera, France Lacourse et Yves Couturier dans leur article « Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques », *Recherches Qualitatives*, vol. 26, n° 1, 2006, pp. 110-138. Accessible sur le site de la revue (consulté août 2014) : www.recherche-qualitative.qc.ca/revue.html

40. Voir par exemple André Giordan et Gérard De Vecchi, *Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, éd. Delachaux et Niestlé, 1987 ; Laurence Viennot, *Raisonner en physique. La part du sens commun*, éd. De Boeck, 1996 ; Judith A. Morrison et Norman G. Lederman, « Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions », *Science Education*, 2003, 87 (6), pp. 849-867 ; Ji Shen et Jere Confrey, « Justifying Alternative Models in Learning Astronomy : a study of K-8 science teachers'understanding of frames of reference », *International Journal of Science Education*, 2010, 32 (1), pp. 1-29.

41. En toute rigueur, il s'agit de traces des événements plutôt que des événements eux-mêmes, l'enregistrement vidéo et sa retranscription ne permettant pas d'accéder à la totalité de l'événement.

42. Quoique des marqueurs logiques explicites (e.g. « parce que ») se manifestent aussi fréquemment dans les transcriptions.

identifiés. Ils sont saisis dans un tableur de type *Excel*, avec les informations sur son origine (questionnaire ou transcription d'origine etc.).

Pour pallier le risque de surinterprétation, on procède à une troisième lecture de l'événement dans son ensemble, qu'on confronte aux éléments qui en ont été extraits.
Ce travail de repérage est facilité par la connaissance préalable des types d'éléments susceptibles d'apparaître. Celle-ci guide la recherche et fournit un cadre de référence, mais il convient d'être vigilant à ne pas lui permettre d'occulter des éléments inattendus.

Réduction

Lorsque les nuances fines apparaissent peu pertinentes au regard des questions de recherche, les éléments similaires sont regroupés. Les renseignements sur l'origine des différents éléments sont conservés pour permettre une vérification ultérieure des regroupements réalisés. Ces regroupements sont par surcroît discutés avec des physiciens pour identifier d'éventuelles nuances significatives, parfois implicites, non anticipées par le praticien-chercheur. [43]

2.1.6.3. Sélection des transcriptions

Au total, environ 170 h de vidéos (sur environ 500h d'enregistrement) ont effectivement été retranscrites avec les enregistrements audio associés. La sélection des séquences retranscrites s'est opérée d'une part sur une base opportuniste, d'autre part selon des critères systématiques.

Sélection oppportuniste

L'un des avantages de la position de praticien-chercheur est la possibilité d'identifier, en temps réel, des moments de formation pertinents du point de vue de la recherche, et de les réserver pour transcription ultérieure. Inversement, lorsqu'un choix arbitraire s'impose, elle permet d'éviter (sauf approche systématique, cf. *infra*) de retranscrire des passages *a priori* moins intéressants.

Sélection systématique

Plus systématiquement, ont été retranscrits des blocs complets de formation, avec au moins un exemple de chaque approche pédagogique des éléments de scientificité et au moins une formation par année universitaire, soit formations entièrement transcrites :

— "au fil de la démarche d'investigation" : un cours complet de préparation au concours 2009/2010 (gr. 21) et une formation continue de 18h (gr. 38)
— "retour métacognitif" : un cours de licence de 18h en 2011/2012 (gr. 45)
— "sondes épistémologiques" : une formation continue de 24h en 2011/2012 (gr. 54)

43. C'est en particulier le cas quand il s'agit d'expliciter des sélections reposant sur des connaissances tacites (Michael Polanyi, *The Tacit Dimension*, éd. University of Chicago Press, 1966).

— “introduction explicite des critères de scientificité” : une animation pédagogique maternelle de 3h (gr. 67) et une formation continue maternelle de 6h (gr. 42).

2.1.6.4. Analyse des transcriptions

Pour chaque formation transcrite, un synopsis[44] rapide du déroulement permet la comparaison/mise en parallèle de différentes transcriptions.

Dans un premier temps, on repère les éléments recherchés dans les transcriptions (cf. procédure en 2.1.5.2.). On les extrait et on les classe par ordre chronologique d’apparition dans un fichier type tableur (chaque extrait est placé dans une ligne différente) et on conserve les informations relatives à leur provenance (formateur/participant, etc.). Les éléments recherchés associés à chaque extrait sont listés en vis à vis.

Selon les besoins, différents opérations complémentaires peuvent alors être réalisées :

— regroupement des différents éléments qui apparaissent sur des séances similaires,
— comparaison des éléments formulés par des publics différents,
— comptabilisation du nombre d’occurence d’un élément pour des publics différents,
— comparaison des éléments utilisés par des participants en début et fin de formation,
— etc.

2.1.6.5. Traitement des questionnaires

La procédure utilisée pour traiter les réponses à un questionnaire ouvert est similaire à celle mise en œuvre pour transcription (§ 2.1.5.2.). Lorsqu’une question fermée s’avère utile, elle est systématiquement conçue pour donner lieu à un traitement statistique simple des données recherchées (décompte des différentes réponses, calcul de pourcentages, etc).

2.1.7. Représentativité du public

L’étude concerne au total environ 1900 participants. Le public concerné est assez hétérogène et nous le décomposons ici en trois blocs identifiables de population à savoir étudiants hors IUFM, élèves étudiants de l’IUFM préparant le concours et enseignants en poste.

Les didacticiens des sciences constatent souvent un faible impact de l’âge et de l’origine des sujets sur leurs conceptions initiales et obstacles épistémologiques[45]. La généralité des résultats obtenus sera discutée au cas par cas. Les chances qu’une conception ou qu’un obstacle particuliers soient représentés dans le

---

44. La plupart des séances de préparation au concours ou de formation continue sur un contenu donné respectant une même progression (aux modifications apportées volontairement par le formateur et à l’adaptation au public près), les synopsis de plusieurs transcriptions peuvent être très proches.

45. « *Depuis une quinzaine d’années, la recherche en didactique a montré à quel point les représentations des élèves résistent aux efforts d’enseignement. Ces représentations non seulement pré-existent, mais elles tendent à accompagner l’apprentissage d’une façon diachronique à la scolarité et peuvent perdurer,presque intactes jusqu’à son terme... et même bien au-delà.* » Jean-Pierre Astolfi, *L’école pour apprendre*, éd. ESF, 1992.

public de l'étude sont d'autant meilleures que celui-ci est assez hétérogène, avec des participants de tous les âges et de tous les niveaux scientifiques[46].

Sous réserve de biais systématique, on peut donc considérer qu'un groupe de 15 ou 20 personnes (i.e. la plupart de ceux étudiés), est statistiquement représentatif, au sens où la probabilité qu'y soit représentée une conception dont la prévalence est de l'ordre de 10% dans la population adulte est supérieure à 80%, et à 99,5% dans un échantillon de 50 personnes (soit 3 groupes). Pour une prévalence de 1% seulement, les chances qu'elles soient représentées dans un public de 700 personnes sont supérieures à 99,9%.

Seront toutefois *a priori* considérés comme non représentatifs les groupes a/ composés d'étudiants ou de professionnels ayant validé une formation supérieure en sciences (e.g. : étudiants préparant un CAPES de physique, gr. 42-44) et 2/ les groupes de "redoublants", ayant déjà suivi une formation en sciences avec le même formateur.

Enseignants en poste

Plus de 700 enseignants du primaire ont participé à cette étude, soit un peu plus de 10% de la population des professeurs des écoles des Alpes-Maritimes (environ 6000 enseignants) et 0,2 % de celle des professeurs des écoles français (370 000[47]).

Comme souvent en matière de sciences humaines, cet échantillon est à la fois suffisant pour s'autoriser, sous réserve de biais de représentativité, à lui reconnaître une valeur statistique, aussi bien du point de vue démographique que sociologique, et très loin des "grands nombres" de la physique. Toute généralisation des résultats obtenus ne pourra donc typiquement revendiquer, au mieux, qu'une précision quantitative de l'ordre de 5 %[48].

Animations pédagogiques

Le public des animations pédagogiques est *a priori* représentatif de la population des enseignants du département. Le nombre de circonscriptions (12/17) et de participants impliqués dans l'étude, menée sur plusieurs années, tend en effet à lisser les différences engendrées par les contextes de formation[49] et on peut considérer qu'il n'y a pas de biais systématique.

Formation continue longue

La représentativité y est moins évidente, les participants ayant fait le choix de se former sur l'enseignement des sciences plutôt que dans d'autres disciplines et une sélection des candidatures en fonction par exemple de l'ancienneté étant opérée par l'inspection académique (un cas extrême est celui du groupe 42,

46. Avec, paradoxalement, une surreprésentation des très hauts niveaux, les quelques scientifiques professionnels considérés comme témoins étant proportionnellement plus nombreux que dans la population générale.

47. D'après les données du site du ministère de l'éducation nationale, « L'Éducation nationale en chiffres », année 2012/2013. (consulté août 2014) :

http://www.education.gouv.fr/cid57111/l-education-nationale-en-chiffres.html

48. En faisant l'hypothèse d'une loi normale, toute variation inférieure à √n/n n'est typiquement pas discernable d'une fluctuation standard et donc non significative. Soit pour N=500 une variation de 4,4% que nous arrondissons à 5% par sécurité.

49. Si, dans la plupart des cas, les choix de formation relèvent de l'IEN, certaines animations sont réservées aux enseignants d'un cycle donné ou sont choisies par les enseignants.

formation continue maternelle : moyenne d'âge des participants de 48 ans et ancienneté de 25 années). La prudence s'impose donc quand il s'agit de comparer des mesures obtenus avec des petits groupes de formation continue (typ. 20 personnes) à une moyenne de référence établie sur 500 personnes.

Etudiants de l'IUFM/ESPE

L'ensemble de la population, ou presque, a participé à l'étude. La question de la représentativité ne se pose donc pas pour la population des étudiants de l'IUFM/ESPE de Nice. On peut cependant s'interroger sur la possibilité de généraliser les mesures réalisées à des populations étudiantes équivalentes hors du département. Il nous faut à cet égard rester extrêmement prudent, la composition de notre population variant déjà significativement d'une année (d'une réforme) à l'autre. En admettant même que les étudiants nicois soient représentatifs d'une population supposée homogène, ce qui est une hypothèse forte, on ne peut espérer atteindre une précision supérieure à 5%, en s'appuyant sur des données obtenues avec les 500 étudiants participants. Il est toujours possible de comparer des mesures mais d'un point de vue statistique, il faut une variation supérieure 5% pour sortir des fluctuations standard.

Etudiants hors IUFM/ESPE

La nature du cours impacte significativement la composition des groupes d'étudiants (e.g. proportion filles/garçons dans un cours de découverte des métiers éducatifs ou d'histoire des sciences, étudiants venant de parcours différents ou tous issus de la faculté des sciences).

Loyauté des participants

Nous faisons l'hypothèse que les participants s'impliquent normalement dans les formations proposées et que, lorsqu'ils acceptent de répondre aux questions posées ils le font en toute sincérité. La garantie de leur anonymat et l'absence d'évaluation personnelle apparaissent comme des éléments essentiels pour s'assurer de leur participation.

Dans les très rares cas[50] où la relation de confiance avec le formateur a pu être perçue comme délicate, les formations n'ont pas été enregistrées, et n'ont donc fait l'objet d'aucun traitement *a posteriori.*

2.1.8. Questionnaires portant sur la scientificité

2.1.8.1. Questionnaires généraux

En fonction des circonstances, du public et du temps disponible, différentes questions ont été soumises aux participants. On distingue les questionnaires généraux comportant typiquement trois ou quatre questions, de questionnaires d'accompagnement spécifiques posés par exemple en cours de séance et en lien avec le contenu travaillé. En fonction des questions posées, on a au total employé 14 questionnaires différents, eux-mêmes sujets à des

50. Cela s'est produit seulement deux fois au cours de l'étude, dans des situations de formation continue longues où les enseignants étaient désignés par leur inspecteur pour participer à une formation non souhaitée. Ainsi, certains enseignants se sont présentés en indiquant qu'ils étaient là « *parce qu'on considérait qu'ils étaient nuls* » : un enregistrement de la formation eût été très malvenu.

variations de formulation des questions. Lorsqu'un second questionnaire y est associé (e.g. plus tard lors du même cours), leur couplage est "post".

Les questions posées ont pour objectif d'engager les participants dans une réflexion sur la nature de la science en les invitant à expliciter leur point de vue. Elles sont très générales pour éviter d'influencer les réponses. Plusieurs angles d'attaque sont proposés (écrit/discours/approche scientifique, dans et hors du contexte scolaire) qui offrent autant de pistes de réflexion.

Leurs formulations se sont souvent affinées au cours de l'étude.

1. Quel est votre relation/rapport aux sciences ? /Racontez un évément marquant d'un cours de science.
2. C'est quoi les sciences pour vous ? Comment définir la science ? Qu'est-ce que la science ?
3. A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une approche/démarche scientifique d'une approche/ démarche qui ne l'est pas ? Qu'est-ce qui caractérise la démarche scientifique ? Selon vous, de quelles compétences avez-vous besoin si vous souhaitez mettre en place des activités de nature scientifique ?
4. D'après vous, qu'est-ce qu'un fait scientifique ?
5. Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Comment savez-vous quand quelque chose est scientifique ? Selon vous, qu'est-ce qui permet de distinguer quelque chose de scientifique (un exposé, un discours, un article dans une revue…) de quelque chose qui ne l'est pas (un discours politique par exemple) ?
6. Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ? Comment faites-vous pour distinguer un discours scientifique d'un discours qui ne l'est pas ?
7. Comment reconnaître un document scientifique ? Qu'est-ce qui distingue un document scientifique d'un document qui ne l'est pas ? Quels critères utilisez-vous pour identifier un document comme étant scientifique (par exemple en physique) ? (autrement dit, comment reconnaissez-vous qu'un document est scientifique (ou pas) ?) Comment reconnaissez-vous qu'un document, traitant par exemple de physique, est ou non scientifique ? Quels critères appliquez-vous pour cela ? Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ?
8. Qu'est-ce qu'un scientifique ? Un scientifique c'est quelqu'un qui… Qu'est-ce qu'un physicien ? Comment reconnaître un scientifique ? Qu'est-ce qui différencie un scientifique d'un non-scientifique ?
9. Comment faites-vous pour valider une expérience ? Quels sont les critères pour une expérience valide ?
10. Que veut dire enseigner les sciences pour vous ? Qu'est-ce que cela signifie pour vous « faire des sciences » avec vos élèves de maternelle ?
11. Dans la classe, comment savez-vous que vous faites des sciences ? En classe, qu'est-ce qui distingue les cours où vous faites des sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec vos élèves ? Comment enseigner les sciences à l'école ?
12. Comment savez-vous quand un enseignant de maternelle fait des sciences ou pas ?
13. Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de « science » à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? A partir de quel âge sinon, typiquement ?
14. Pourquoi enseigner les sciences ?
15. Que souhaitez-vous transmettre à vos élèves sur ce qu'est la science ? Qu'aimeriez-vous que vos élèves répondent si on leur demandait ce que c'est que faire des sciences pour eux ? Une personne extérieure à la classe interroge un de vos élèves : « Comment fais-tu pour savoir si le document que tu lis, la personne que tu entends ou ce que tu regardes à la télé est scientifique ? » Qu'aimeriez-vous qu'il puisse répondre ? Vos élèves vont faire un jardin des sciences, ont et vont pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte : pour toi, c'est quoi la science ? 16. Avez-vous déjà mené des D.I. et si oui, lesquelles ?
17. Votre pratique personnelle de la démarche d'investigation a-t-elle changé votre

compréhension de la méthode scientifique ? En quoi ? Est-ce que ce que nous avons fait a changé votre vision des sciences ? Est-ce que ce que nous avons fait a changé votre vision de l'enseignement des sciences ? Cela a-t-il changé votre vision de ce qu'il faut transmettre aux enfants sur la nature de la science ? Ce que l'on a fait ensemble vous aide-t-il à distinguer ce qui relève de la science de ce qui n'en relève pas ? Plus précisément, quels critères précis emploieriez-vous pour qualifier le travail des enfants de scientifique ou pas ? Est-ce que ce que nous avons fait a changé votre vision des sciences ? Enquoi ? Si non, est-ce que cela a renforcé votre vision de la science ? En quoi ?
18. Est-ce que ce que nous avons fait aujourd'hui est scientifique ou pas ? Pourquoi ? Si cela ne vous a pas paru scientifique, comment aurait-on pu le rendre plus scientifique ? Est-ce que l'un des approches était plus scientifique ? Si vous considérez que c'est partiellement scientifique, quelles parties l'étaient et lesquelles ne l'étaient pas
19. Après cette animation, que changeriez-vous ? Qu'est-ce que cette animation pédagogique vous a apporté ?
20. Qu'avez-vous appris aujourd'hui ?
21. Par quels sentiments êtes-vous passés ?
22. Qu'est-ce qui a été utile ? 23. Qu'est-ce que je vais réutiliser dans la classe ?
24. Qu'est-ce qu'il manque ?
25a. Pensez-vous que les critères de scientificité présentés vont être utiles dans votre enseignement ? Si oui, en quoi ? 25b. Classez les CS du plus au moins facile à mettre en œuvre dans la classe. 25c. Classez les CS du plus au moins important pour vous

Tableau 2.1.8.1. : Liste des questions utilisées pour identification des CS

2.1.8.2. Questionnaires spécifiques

Travail sur la schématisation et les définitions

Des questionnaires ponctuels sont utilisés, par écrit ou oralement (discussion entre participants), à la suite d'un travail donnant lieu à l'élaboration d'une liste de phrases ou de schémas (gp. 20-27, 30, 32-37, 45 & 57). Typiquement, chaque participant d'une démarche d'investigation formule une définition d'un mot puis les définitions sont écrites au tableau. Leur scientificité est évaluée individuellement puis collectivement à l'aide des questions :

Quelle est la phrase (le schéma) la plus scientifique, pourquoi ? Quelle est la phrase (le schéma) la moins scientifique, pourquoi ?

Analyse d'un événement historique

Un questionnaire reposant sur l'analyse d'un événement historique a été proposé suite à la lecture de la lettre de M. Périer à Blaise Pascal relatant l'expérience du Puy-de-Dôme la fois en début et en fin de formation aux groupes 55, 56, 57 et 70.

Formuler la question à laquelle M. Périer cherche à répondre Souligner par un trait de couleur dans le texte les éléments évocateurs d'une bonne pratique scientifique (une même couleur pour plusiuers éléments relevant d'une même bonne pratique) Préciser pour chaque couleur utilisée la pratique correspondante ET la décrire en termes plus généraux Qu'aimeriez-vous qu'il puisse répondre ?

Analyse de démarches d'investigation

Enfin, un questionnaire a été élaboré en lien avec des démarches d'investigation menées en cours de formation. Il propose aux participants des situations dont il faut comparer la scientificité et nécessite un temps de passation long (environ 30 minutes). Il a été utilisé avec les groupes 38 et 45.

Question posée : Approche la plus scientifique : A ☐, B ☐ Pas de différence ☐ Justifiez votre réponse :

1/ Lors d'un travail sur la fusion de la glace, on propose aux élèves de mesurer l'évolution au cours du temps de la température du contenu d'un récipient

A. Les élèves viennent mesurer la température toutes les 2 minutes et à tour de rôle. La mise en commun des résultats montre que la température reste constante pendant un temps assez long.

B. Différents groupes font indépendamment les mêmes mesures et observent tous que pendant un temps assez long, la température reste constante

2/ Lors d'un travail sur l'air, les élèves ont compris que pour faire monter ou descendre un bouchon emprisonné dans un pot en verre sous l'eau, il fallait enlever ou ajouter de l'air dans celui-ci.

A. L'enseignant demande alors aux élèves ce qui se passe si l'on remplace le pot par un autre récipient (un verre en plastique par exemple).

B. L'enseignant formule la réponse avec ses élèves et passe à la suite.

3/ Lors d'un travail sur les ombres, un enseignant propose à sa classe de comprendre ce qui se passe sur un écran quand un objet est éclairé par deux lampes couvertes de papier filtre, rouge pour l'une, vert pour l'autre. Les élèves observent une ombre rouge et une autre verte sur un fond jaune. En fin de démarche, les élèves expliquent que là où on voit l'ombre rouge, la « lumière verte » n'arrive pas sur l'écran et que là où on voit l'ombre verte, c'est la « lumière rouge » qui n'arrive pas sur l'écran alors qu'ailleurs l'écran est éclairé par les deux lampes.

A. Les élèves formulent leur réponse et l'enseignant leur demande ce qui se passe si on remplace le filtre vert par un bleu.

B. Les élèves formulent leur réponse et l'enseignant leur demande ce qui se passe si l'on inverse la position des deux lampes

4/ Lors d'un travail sur les sabliers, les élèves se demandent ce qui permet d'en faire varier la durée d'écoulement et proposent de modifier la quantité de sable ou le diamètre du trou. Pour un même diamètre du trou, ils mettent en évidence que plus on verse de sable, plus il faut de temps pour que le sablier s'arrête de couler.

A. On en conclut que la quantité de matière influe sur la durée d'écoulement.

B. L'enseignant demande ce qui se passe si on remplace le sable par du sel ou de la semoule fine.

5/ Lors d'un travail sur la dissolution, les élèves se demandent si l'on peut dissoudre autant de sel qu'on le souhaite dans de l'eau.

A. Chaque groupe verse progressivement du sel dans un verre d'eau et constate qu'après en avoir versé une certaine quantité le sel ne se dissout plus.

B. Chaque groupe verse progressivement du sel dans un verre contenant le même volume d'eau et constate qu'après en avoir versé une quantité similaire le sel ne se dissout plus.

6/ Lors d'un travail sur les équilibres, les élèves ont trouvé que pour équilibrer horizontalement une règle posée sur une gomme avec deux poids différents (identiques pour tous les groupes), il fallait que le poids le plus lourd soit le plus près de l'axe.

A. Ils essaient alors tous avec de nouveaux objets de poids différents et concluent que quelles que soient les masses utilisées, il faut toujours que la masse la plus lourde soit la plus proche de l'axe pour avoir un équilibre horizontal.

B. Ils remplacent la règle par une tige suspendue en son centre par une ficelle et concluent qu'il faut comme avec la règle que le poids le plus lourd soit accroché plus près de l'axe pour avoir un équilibre horizontal de la tige.

7/ Lors d'un travail sur les éclipses, les élèves ont expliqué le phénomène en représentant le Soleil par la lumière d'un rétroprojecteur, la Terre et la Lune par deux boules de polystyrène. L'éclipse de Lune se produit quand celle-ci passe dans l'ombre de la Terre : elle n'est alors plus éclairée par le Soleil et on ne la voit plus de la Terre. Un élève ramène alors des images où l'on voit la Lune, très rouge, dans le ciel pendant l'éclipse. Les élèves se demandent comment c'est possible.

A. L'enseignant explique que l'atmosphère peut modifier la trajectoire de la lumière en provenance du Soleil et que ce mécanisme est responsable du phénomène observé.

B. L'enseignant revient sur la façon dont les élèves sont arrivés à leur conclusion. Ils ont utilisés des boules de polystyrène pour la Terre et la Lune : cette façon de faire est peut-être trop simple pour expliquer l'ensemble des phénomènes. Il indique alors que la Terre est entourée d'une couche d'air, l'atmosphère, qui peut modifier la trajectoire de la lumière en provenance du Soleil. Les boules de polystyrène ne la prennent pas en compte.

8/ Lors d'un travail sur la solidification de l'eau, deux enseignants lisent à leurs élèves un extrait du *Roman de Renart* où le loup Isengrin se retrouve avec la queue prise par la glace après l'avoir plongée dans un trou d'eau réalisé par les pêcheurs dans un lac gelé.

A. Le premier propose à ses élèves de reproduire l'histoire. Une procédure est mise en place : la queue du loup est remplacée par un fil de laine, le trou d'eau par un petit pot dans lequel a versé de l'eau et le lac glacé par un mélange réfrigérant (qui descend à -18°C). Les élèves observent que l'eau dans le pot se change en glace et que le fil de laine est pris dedans.

B. Le second demande à ses élèves s'il est possible que dans la réalité la queue du loup soit prise dans la glace comme dans l'univers imaginaire de l'histoire. Avec les élèves, la même procédure que précédemment est mise en place. Ils concluent alors que c'est possible et que l'eau s'est changée en glace.

4.2.2. ÉLEVES

L'étude porte également sur des élèves de l'école primaire. Cette partie n'est donc pas réalisée dans la posture du praticien-chercheur, les enfants restant à tout moment sous la responsabilité pédagogique de leur maître. Elle se déroule selon deux modalités : observation en situation dans les classes ou sur les Jardins des Sciences, durant lesquelles le chercheur est en position d'« observateur complet », selon la typologie de Gold[51] ; ou interviews par binômes, menés par le chercheur.

2.2.1. Jardin des Sciences

Nous avons utilisé à des fins de recherche un dispositif initialement conçu pour former les enseignants ainsi que leurs jeunes élèves à la démarche d'investigation, le Jardin des sciences (JDS). Ces jardins des sciences sont des manifestations scientifiques qui mettent les élèves en situation de faire vivre des démarches d'investigation à d'autres élèves. Elles sont organisées par des écoles ou des circonscriptions du département des Alpes-Maritimes et rassemblent des

51. « *Dans ce rôle, le chercheur ne fait qu'observer et ne prend aucunement part à l'action ; bien que reconnu comme observateur, il réalise une intégration en retrait* ». Typologie initiale de Gold (1958), présentée par Stéphane Martineau dans « L'Observation en situation : enjeux, possibilités et limites » in *Recherches Qualitatives*, Hors série n°2, novembre 2005, Actes du colloque de l'Association pour la recherche, 26 novembre 2004, Université du Québec à Trois-Rivières. Accessible en ligne sur le site de la revue (consulté août 2014) :
http://www.recherche-qualitative.qc.ca/revue/hors_serie/hors_serie_v2/SMartineau%20HS2-issn.pdf

enseignants sans formation spécifique[52] et leurs élèves autour d'un projet festif. L'ensemble des informations relatives à la mise en place d'un JDS (organisation, conseils pratiques, déroulement de séquences, etc.) est présenté dans l'annexe 2.A. (ouvrage *Sciences à l'école côté jardin).*

Un réseau solide de partenaires institutionnels (Inspecteurs de l'Education Nationale et conseillers pédagogiques) a permis de déployer ces manifestations à grande échelle sur le département *via* trois types d'actions :

— la diffusion du guide pratique à destination des enseignants qui comporte l'ensemble des informations nécessaires pour l'organisation en autonomie de JDS par les écoles.

— l'organisation d'animations pédagogiques et de stages de formation pour aider les enseignants à organiser leur propre JDS

— l'organisation de JDS par les circonscriptions en lien avec des actions de formation des enseignants.

La recherche s'appuie sur des JDS organisés en circonscription pour lesquels les enseignants ont bénéficié d'une formation (de 6 à 24h) par le praticien-chercheur. Ces formations ont permis d'établir des relations de confiance à tous les niveaux[53](inspection, directeurs d'école, enseignants, parents et enfants *via* les enseignants) ce qui facilite grandement la mise en œuvre de la recherche.

2.2.2. Observation de classe

Modalités

L'observation de classe est réalisée en accord avec l'enseignant et les responsables institutionnels (I.E.N. et conseillers pédagogiques). Il s'agit d'observations ponctuelles de séances, l'enseignant indiquant au chercheur le moment où la séance qu'il souhaite observer va être réalisée. Le chercheur est introduit auprès des élèves comme une personne venant voir ce qui se passe dans la classe.

Une observation apporte néanmoins inévitablement une perturbation au déroulement de la classe, en particulier quand une caméra est introduite. Elle est dirigée vers les enfants et l'enseignant, en privilégiant les enfants lorsqu'il n'est pas possible d'avoir l'ensemble des participants dans le champ. L'expérience nous montre qu'avec des enfants de maternelle, lorsqu'elle est discrètement posée dans un coin, les enfants l'oublient vite — tout comme ils oublient vite l'observateur.

Il convient de ne pas négliger l'importance d'une complicité affichée entre les adultes (sourires, "bise" le cas échéant) dont la perception par les enfants

52. Par opposition à des enseignants reconnus pour leur expertise pédagogique comme les PEMF (professeur des écoles maître formateur) ou pour leur maîtrise de la démarche d'investigation. Il s'agit d'enseignants volontaires pour participer à une manifestation scientifique.

53. A titre d'exemple, c'est un conseiller pédagogique qui a organisé avec les collègues enseignants le planning des interviews, les enfants d'un JDS ont nommé la chercheuse "la dame du château", suite sans doute à sa co-inauguration du JDS dans le parc d'un château et au statut de référent que lui attribuaient leurs enseignants.

désamorce toute inquiétude éventuelle sur le statut du visiteur : il est le bienvenu et n'engendre pas de stress particulier chez l'enseignant.

Classe observée

L'observation (passive) d'un groupe d'élèves en classe de Grande Section a été réalisée par le chercheur à l'école maternelle René Cassin le 9 juin 2011. L'ensemble de la séquence a été enregistrée, audio et vidéo, et les interactions entièrement retranscrites.[54]

La séquence était menée par l'enseignant de la classe, Laurent Antonucci, dans une classe de 25 enfants. Cet enseignant propose régulièrement des activités scientifiques à ses élèves et, avant de travailler sur *Plouf !*, il a travaillé sur l'album *Bascule* et sur les engrenages. Il a participé à une formation[55] pour la préparation d'un jardin des sciences, dans laquelle la séquence *Plouf !* a été détaillée.

La séance a eu lieu en fin de journée, avec 6 enfants considérés comme "faibles" par leur enseignant (Illustration 2.2.2.). C'est la première fois que les élèves simulent l'histoire qu'ils ont lue précédemment en classe. L'enseignant s'est assuré qu'ils l'avaient bien comprise et qu'ils s'en souvenaient avant d'amorcer ce travail.

Illustration 2.2.2. : L'enseignant et ses élèves, au moment de la construction du puits de l'histoire

2.2.3. Entretiens

2.2.3.1. Modalités de mise en œuvre

Les entretiens sont réalisés en accord avec l'enseignant et des responsables institutionnels (I.E.N. et conseillers pédagogiques). Les enseignants informent les parents que leurs enfants vont être interviewés et s'assurent de leur autorisation. Les rendez-vous pour les entretiens sont pris avec l'enseignant en charge de la classe ; c'est ce dernier qui propose le lieu où ils se tiendront.

Dans le cas du suivi des élèves à un an, c'est l'enseignant en charge de la classe l'année précédente (et directeur de l'école maternelle) qui contacte les enseignants de l'école primaire où étaient scolarisés les enfants encore sur

54. Annexe 7.B., retranscription D1.

55. Deux animations pédagogiques de 3h, soit 6h de formation au total.

place (collègues qu'il connaissait bien), s'assure de leur accord et de celui des parents pour les interviews et organise conjointement avec le directeur de l'école primaire le déroulement des entretiens (lieu pour les entretiens, prêt du matériel utilisé l'année d'avant lors des entretiens, etc.).

Méthode clinique-critique

Les entretiens sont réalisés par binômes d'élèves, constitués par les enseignants. Le déroulement des entretiens s'inspire de la méthode *clinique-critique* développée par Piaget[56]. Il s'agit d'un dialogue libre avec les enfants pendant lequel le chercheur reprend les mots qu'ils utilisent et pose des questions susceptibles de faire surgir les éléments recherchés, sans pour autant fournir d'indice dans les questions. Suivant les circonstances, il utilise un canevas d'entretien ou se laisse guider par les réponses des enfants et réagit en situation. Pour les élèves de maternelle ayant vécu en classe la séquence *Plouf !*, *Transvasements*, *Se dissoudre ou pas (fabrication de boules à neige) et Sabliers*[57], un canevas d'interview sert de guide au questionnement.

La méthode a été validée *a priori* auprès de spécialistes[58]. Par ailleurs, une interview portant sur la séquence *Plouf !* a été visionnée en commun avec un psychologue expert dans l'analyse d'entretiens, le Prof. Henri Lehalle (Un. Montpellier), et nous nous sommes assurés à cette occasion que nous ne surinterprétions pas le contenu de l'échange.

Contexte émotionnel

Les entretiens sont menés de façon à ce que les enfants soient à l'aise et passent un moment agréable[59]. La présence d'un camarade, proposée par le chercheur et appréciée par les enseignants, évite ainsi aux élèves de se sentir en situation d'évaluation. Les relations chaleureuses entre le chercheur et l'enseignant favorisent également la mise en confiance des enfants. D'expérience, non seulement nous n'avons jamais eu de refus de la part des enfants mais, lorsqu'une récréation venait interrompre le déroulement des entretiens, les enfants non encore interrogés s'assuraient auprès du chercheur qu'eux-aussi allaient être interviewés. Quand, par manque de temps, il ne nous était pas possible d'interviewer tous les enfants par binôme, nous avons réalisé des entretiens avec 4 ou 5 enfants afin qu'aucun ne se sente "laissé pour compte".

Conditions matérielles

Les entretiens se déroulent dans lieu familier des enfants où ils se sentent à l'aise, typiquement un "coin" dédié de la classe ou un couloir la jouxtant.

---

56. Jean Piaget, « La Psychanalyse dans ses rapports avec la psychologie de l'enfant », *Bulletin de la Société Alfred Binet*, 1, 1920, pp. 18-34.

Marcela Resta Schweitzer décrit plus en détail cette procédure dans sa thèse de doctorat, *Initiation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant*, Université d'Angers, 2010, pp. 162-163.

57. Séquences disponibles dans le guide *Sciences à l'école côté jardin*, op. cit., pp. 309-314, 331-339, 341-345, 357-361.

58. Échanges en particulier avec Pascale Montpied (Icar, CNRS, Lyon), Marcela Schweitzer (psychologue) et Bernard Convert (sociologue, CNRS Lille).

59. Certains enseignants de maternelle ont par ailleurs assisté à un ou deux entretiens réalisés avec leurs élèves, le plus souvent en observateurs mais parfois aussi en proposant un questionnement complémentaire.

Ils sont systématiquement filmés et un enregistrement sonore est réalisé, les enfants parlant souvent à voix basse. Leur durée varie de 10 à 30 minutes environ selon la concentration des élèves. Les élèves sont interviewés dans leur école, à proximité de leur classe (couloir, dortoir, salle de jeux, bibliothèque), le chercheur s'adaptant aux conditions locales. Lors des interviews, la caméra est dirigée vers les enfants, vus de face autant que possible, le chercheur étant visible de profil ou de dos, suivant les conditions matérielles de l'enregistrement.

L'ensemble des enregistrements représente environ 110 heures d'enregistrement vidéo et autant en enregistrement audio.

Transcriptions

Les procédures de transcription sont les mêmes que celles présentées dans la section 2.1.4.2.

2.2.3.2. Présentation des classes

Classe ayant travaillé sur les transvasements

Les 18 élèves interrogés (7 binômes et 4 élèves seuls, soit 11 entretiens) en juin 2013 appartiennent à la classe de PS/GS de l'école Mistral de Peymenade (22 élèves en GS, 6 en PS, 4 élèves de GS absents lors de l'entretien). C'est une classe dont la gestion est compliquée tant par le nombre d'élèves (28) que par la présence de trois élèves très agités.

L'enseignante, Mme Geroux, 50 ans avec 30 années d'ancienneté, dont 15 d'expérience en maternelle (formation initiale, DEUG de psychologie). Elle a été sensibilisée aux critères de scientificité lors d'une formation de 24 heures avec le praticien-chercheur en novembre 2013, soit six mois avant le jardin des sciences. Elle participe pour la première fois à ce type d'animation.

Elle a choisi de travailler sur la séquence « Transvasements » et réalisé avec ses élèves de nombreuses expériences en modifiant des paramètres indifférents (forme du pot, couleur de l'eau). Du point de vue de l'initiation à la démarche scientifique, elle a donc insisté avec ses élèves sur la robustesse.

Par ailleurs, les fiches manipulées par les élèves sur l'animation nécessitent un aller-retour entre des récipients symbolisés par des cylindres et ceux effectivement utilisés, ce qui revient à un premier travail sur l' exploitation du spectre de généralité et sur le recul.

Ni le mot *science* ni les mots *robuste/robustesse, exploitation du spectre de généralité, recul,* etc. n'ont toutefois été employés en classe.

Les élèves ont appris en classe à ne pas se fier à la hauteur atteinte par des liquides ou solides dispersés dans différents récipients pour comparer leurs volumes respectifs. Sur le Jardin des sciences, ils proposent à leurs jeunes visiteurs de classer du moins rempli au plus rempli trois récipients de formes différentes contenant des liquides colorés. Les visiteurs ont à disposition trois récipients identiques (bouteilles) et des coupelles comme contenants-étalons.

Les élèves ont participé et animé deux jardins des sciences (resp. sur Mouans-Sartoux et sur Peymeinade) à une semaine d'intervalle.

Illustration 2.2.3.2.a. : Une élève de GS de la classe « transvasements » anime l'atelier sur le Jardin des sciences de Peymeinade, 6 juin 2013

La constitution des binômes pendant l'entretien est la même que celle des binômes d'animateurs sur le jardin des sciences. L'enseignante a souvent associé un enfant capable de s'imposer sur l'animation et un autre plus effacé. Il a été systématiquement demandé aux élèves dont le binôme était absent s'ils préféraient être interrogés avec un autre camarade. Tous ont déclinés la proposition, apparemment ravis d'être seuls. Pendant l'entretien, ils ont manipulé des récipients de formes différentes contenant des lentilles pour trouver celui qui en contenait le plus.

Classe ayant travaillé sur les sabliers

Les 22 élèves interrogés (10 binômes et 2 élèves seuls soit 12 entretiens) en juin 2013 appartiennent à la classe de GS de l'école Fragonard de Peymenade.

L'enseignante, Mme Pradel, est âgée de 46 ans, avec 21 années d'ancienneté dont 4 d'expérience en maternelle. Titulaire d'un CAFIPEMF et d'une maîtrise de biologie, Mme Pradel a enseigné les sciences en lycée avant de devenir professeur des écoles. Elle a été sensibilisée aux critères de scientificité lors d'une formation de 24 heures avec le praticien-chercheur en mars 2012, soit un an et un mois avant le jardin des sciences, auquel elle participe pour la deuxième fois.

Elle a choisi de travailler sur la séquence « Sabliers » en insistant avec ses élèves sur la primauté de l'expérience. Elle a également reproduit de très nombreuses fois les expériences, sans les lasser.

> « Je me suis dis, ils vont en avoir marre. Eh bien, non. Ils ont fait, refait et re-refait sans problème. Quand ils manipulent, ils ne se lassent pas. »
>
> Mme Pradel, enseignante de GS

Par ailleurs, les fiches manipulées par les élèves sur l'animation nécessitent de leur part un aller-retour entre des dessins des sabliers (représentés par deux bouteilles) et les récipients effectivement utilisés.

Les élèves ont appris en classe que la quantité de matière peut modifier la durée d'écoulement d'un sablier. Ils ont également utilisé deux matériaux granuleux différents. Sur le jardin des sciences, ils proposent à leurs jeunes visiteurs de construire un sablier et travaillent uniquement sur le paramètre "quantité de matière", donc à diamètre de trou constant et avec deux matières,

du sable coloré à gros grains et du gravier blanc plus fin. En classe, la maîtresse a consacré une séance à faire varier le diamètre du trou du sablier. Aucun travail n'a été réalisé sur l'influence de la matière utilisée sur le durée d'écoulement.

Illustration 2.2.3.2.b. : Des élèves de GS de la classe « sabliers » (à gauche) animent l'atelier sur le Jardin des sciences de Peymeinade, 6 juin 2013

Comme précédemment, la constitution des binômes est la même que celle des binômes d'animateurs sur le jardin des sciences et les élèves dont le binôme était absent ont préféré être interrogés seuls. Les enfants n'ont pas manipulé lors de l'entretien, même si beaucoup en ont exprimé le souhait.

Classe ayant travaillé sur la fabrication de boules à neige

Les 28 élèves interrogés (8 binômes et 4 trinômes) en juin 2013 appartiennent à la classe de GS de l'école Saint-Exupéry de Peymenade.

L'enseignante, Mme Eynard, est âgée de 39 ans, avec 12 années d'ancienneté dont 11 d'expérience en maternelle. Mme Eynard est titulaire d'une maîtrise en administration économique et sociale. Elle n'a pas été sensibilisée aux critères de scientificité par le praticien-chercheur mais a bénéficié de 3 heures d'animation pédagogique en novembre 2012 pour l'organisation du jardin des sciences, soit cinq mois avant ce dernier, auquel elle participe pour la première fois.

Elle a choisi la séquence « Se dissoudre ou pas » et a essentiellement travaillé sur la primauté de l'expérience dans sa classe :

> « *Essayer n'était pas spontané. Je leur demandais* « comment le sais-tu ? » *et ils me répondaient* « je le sais », *je continuais :* « *T*u en es sûr ? » *et ils me répondaient :* « Oui » ; *je leur disais* « Regardez, il y a des choses sur la table, que pourrait-on faire ? » « Rien ». *Et là, je me suis dis, ouh la la, on a insisté.* »
>
> Mme Eynard, enseignante de GS

Par ailleurs, chaque séance a été refaite au moins deux fois, avec des enfants « *toujours motivés* ».

Pour fabriquer une boule à neige, les élèves ont cherché en classe quelle matière mettre dans un petit pot d'eau fermant hermétiquement pour simuler de la neige qui tombe. Sur le Jardin des sciences, ils demandent aux visiteurs comment "faire la neige" et leur proposent de tester différents matériaux blancs. Après plusieurs constat d'échec avec divers matériaux essayés par les

visiteurs (cailloux, sel, etc.), des petits morceaux de gomme à effacer sont présentés et permettent de réaliser une boule à neige acceptable.

Illustration 2.2.3.2.c. : Des élèves de GS de la classe « boule à neige » animent l'atelier sur le Jardin des sciences de Peymeinade, 6 juin 2013

La constitution des binômes et trinômes est la même que celle des équipes d'animateurs sur le jardin des sciences. Les enfants n'ont pas manipulé lors de l'entretien.

Classes ayant travaillé sur l'album Plouf !

Pour évaluer la robustesse à moyen et long terme des acquis, certaines interviews concernant en particulier la séquence « *Plouf !* » ont été plus ou moins espacées de la mise en œuvre de la séquence, de quelques jours à dix-huit mois. En tout, 29 entretiens longs ont été réalisés.

Au cours de l'entretien, les élèves peuvent être invités par le chercheur à manipuler de nouveau, ce qui n'est *a priori* pas sans effet sur l'apprentissage. Pour s'affranchir de cet effet, chaque élève n'a subi qu'un seul entretien au cours de l'année du Jardin des sciences.

Classe de Mme Pradel (Intervalle : 1 mois)

Mme Pradel (pour sa présentation, cf. *supra,* classe ayant travaillé sur les sabliers) a suivi « *à la lettre* » la séquence proposée par le chercheur. Ses élèves ont ensuite animé un atelier autour de *Plouf !* sur le Jardin des sciences de Mouans-Sartoux. Leur préparation à l'animation inclut la construction de puits utilisant différentes sortes de poulie et de supports simulant la structure du puits.

Dix entretiens (23 élèves) ont été réalisés dans la classe le 27 juin 2012, soit un mois après le Jardin des sciences. Neuf impliquaient des binômes ; le dernier, cinq enfants[60].

Classe de M. Wolff (Intervalles : 7 mois & 19 mois)

Jean-Luc Wolff est directeur de l'école Calade Saint-Roch de Biot et a suivi une animation pédagogique de trois heures présentant l'utilisation d'albums pour enseigner les sciences en novembre 2011 avec le praticien-chercheur.

60. cf. Annexe 7.A.a., entretiens numérotés de B1 à B10.

Suite à cette animation, il a décidé de mettre en place un jardin des sciences dans son école et a motivé son équipe pour faire vivre aux élèves des séquences utilisant les albums *Plouf !*, *Bascule* et *Petit Glaçon*. Toutes ces séquences ont déjà été vécues par les élèves au moment des entretiens.

Les premiers entretiens ont lieu le 5 mai 2011 avec seize élèves de sa classe (6 binômes et un groupe de 4 élèves, entretiens numérotés de A1 à A7), sept mois après sa mise en place dans la classe. L'enseignant a laissé le puits fabriqué à la disposition des élèves pour des manipulations libres pendant deux semaines.

Les seconds entretiens ont eu lieu le 25 juin 2012. Il a été possible de retrouver quinze élèves en CP dans l'école élémentaire adjacente Calade Saint-Roch. C'est M. Wolff qui a pris contact avec ses collègues et organisé les entretiens. Huit entretiens ont été réalisés en recréant autant que possible les binômes interviewés l'année précédente (entretiens $A1_{Post}$ à $A5_{Post}$).

Classe de Mme X (Intervalles : 4 mois & 16 mois)

Les dix élèves de sa collègue Karine X. (5 binômes, entretiens numérotés de A8 à A12) ont réalisé la séance quatre mois avant les entretiens et n'ont pas eu le puits à disposition après la séance pour des manipulations complémentaires. Cette collègue a été formée par M. Wolff à la mise en œuvre de la séquence *Plouf !*. Les seconds entretiens ont eu lieu le 25 juin 2012 (entretiens $A8_{Post}$ à $A12_{Post}$).

2.2.4. Questionnaire Jardin des Sciences

La passation du questionnaire est réalisée dans les classes, sous le contrôle des enseignants, le mois qui suit la manifestation Jardin des Sciences.

Pour les plus jeunes élèves, les questions sont lues voire explicitées par l'enseignant et suffisamment de temps est donné aux élèves. La nature des questions ne laisse aucun doute sur le fait qu'il ne s'agit pas d'une évaluation :

Quel atelier as-tu animé ?
Quels ateliers as-tu visités ?
Est-ce que tu aime faire des sciences ?
C'est quoi pour toi faire des sciences ?
Tu es sur un atelier et au moment où tu te poses une question, un grand du collège arrive. Il te dit que lui sait parce qu'il est très fort en science. Un autre arrive et lui dit, mais non, ce n'est pas comme tu dis parce que moi j'ai essayé et cela se passe comme cela. qui crois-tu ? Explique pourquoi...
Lequel des deux est le plus scientifique ?
As-tu aimé participer au jardin des sciences ?
Es-tu content d'avoir animé pour tes camarades ?
Souhaites-tu participer de nouveau à un jardin des sciences l'année prochaine (même si tu vas au collège) ?
As-tu appris des choses pendant cette journée ? si oui, peux-tu raconter ?
Quels conseils donnerais-tu à des élèves qui souhaitent faire un jardin des sciences pour la première fois ?

Tableau 2.2.4.a. : Questions posées aux élèves après un jardin des sciences en 2010 et 2011

As-tu fais de la science aujourd'hui ?
Quelle activité scientifique as-tu préférée ?
Comment sais-tu que c'était de la science ?
Plus généralement, pour toi, c'est quoi faire des sciences ?

Tableau 2.2.4.b. : Questions posées aux élèves après un jardin des sciences en 2013

Elèves participant à l'étude :

— 196 élèves du CP au CM2 sur le jardin des sciences de Cagnes-sur-Mer (juin 2011)

— 282 élèves du CE2 au CM2 sur le jardin des sciences de Mouans-Sartoux (juin 2011)

— 542 élèves du CP au CM2 sur les jardins des sciences de Mouans-Sartoux et Peymeinade (juin 2013)

— 63 élèves du CP au CM2 sur le jardin des sciences de Nice Flore (juin 2013)

— 30 élèves de CM2 de l'école Auber à Nice dont les enseignants enseignent les sciences mais qui n'ont pas participé à des jardins des sciences pour comparaison (juin 2013)

2.2.5. Traitement des données

La méthode d'identification d'éléments d'intérêt épistémologique, l'analyse des transcriptions et le traitement des questionnaires sont similaires à ceux réalisés avec le public adulte (cf. § 2.1.5).

La séance observée en classe et les interviews suite à la séquence sur *Plouf !* sont intégralement retranscrites. Les interviews suite aux jardins des sciences de Mouans-Sartoux sont retranscrites partiellement ; la sélection des événements à retranscrire s'opère après écoute intégrale.

Diagrammes de Kiviat

Les diagrammes de Kiviat (aussi appelés diagramme « en étoile » ou « en radar ») sont une technique de présentation de résultats complexes simultanément considérés sous de multiples dimensions, associées à autant de paramètres pertinents, standardisée pour en faciliter la comparaison.[61] Chaque dimension constitue une branche (un axe) du diagramme, graduée de 0 à 4 en partant du centre commun. À chaque graduation est, chaque fois que possible, associé un palier qualitatif.

Ils sont ici mis en œuvre pour l'analyse qualitative[62] de l'appropriation par les participants de critères de scientificité, du statut de la fiction ou de contenus

61. Voir par exemple Michael Friendly,« Statistical graphics for multivariate data », conf. SAS SUGI 16, avril 1991. En ligne (consulté août 2014) : http://www.math.yorku.ca/SCS/sugi/sugi16-paper.html#H1_5

62. Nous suivons en cela Michel Grangeat qui utilise de tels diagrammes pour rendre compte des effets du travail collectif dans les enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation. Michel Grangeat, « Une Modélisation pour identifier les effets du travail collectif dans

notionels. Les paliers correspondent à des compétences croissantes de la dimension considéré (1 pour le palier associé à une compréhension minimale de l'exercice, 4 pour la maîtrise de tous ses objectifs). L'évaluation permet des valeurs intermédiaires (demi-entières), lorsqu'un palier est clairement dépassé, sans que toutes les compétences correspondant au suivant soient atteintes dans la dimension évaluée.

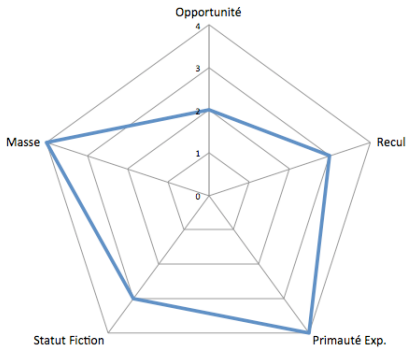


Figure 2.2.5. : Exemple de diagramme de Kiviat
(appropriation de cinq compétences indépendantes par un élève donné)

Cet outil est particulièrement efficace lorsqu'il est possible de comparer pour différents sujets des évaluations portant sur l'ensemble des dimensions, ce que favorise, dans le cadre d'interviews, l'utilisation d'un questionnaire semi-directif. Il perd de sa pertinence lorsqu'il s'agit de comparer des évaluations dans lesquelles certaines dimensions sont absentes, ou mal caractérisées. L'évaluation de chaque interview sur les paliers considérés est réalisée indépendamment par trois personnes différentes. Les résultats sont comparés et lorsque des différences significatives (supérieures à un demi-palier) apparaissent, elles sont discutées afin d'obtenir un consensus.

4.2.3. Limites et discussion

Lorsqu'elle est matériellement possible, l'analyse systématique *a posteriori* de la transcription intégrale des interactions (e.g. entre pairs, et entre étudiants et formateur) associée à celle de résultats d'évaluation (questionnaires) est une technique puissante d'identification d'éléments de scientificité ou d'obstacles épistémologiques à l'œuvre lors d'une formation. Elle se heurte toutefois aussi bien à des limites d'ordre pratique que, de façon plus fondamentale, à celles que rencontrent inévitablement les sciences humaines lors de toute approche expérimentale de processus cognitifs.

Limites intrinsèques

L'hypothèse sous-jacente à tout travail de ce type est que l'ensemble des éléments intéressants se manifestent lors de l'étude, le travail du chercheur étant de les

---

les enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation. », in Actes du colloque international Formes d'éducation et processus d'émancipation, CREAD, Rennes, 22-24 mai 2012. Accessible sur le site du CREAD (consulté août 2014) :
http://esup.bretagne.iufm.fr/colloque_cread_2012/paper_submission/Grangeat.pdf

identifier et de les analyser. Une telle hypothèse est malheureusement toujours doublement abusive.

D'une part, les outils mis en œuvre (questionnaires, etc.) sont conçus en fonction de questions de recherche formulées *a priori*, et peuvent s'avérer d'autant plus limitatifs qu'ils y sont plus précisément adaptés. Sauf exception, on observe surtout ce que l'on attend.[63] Or on n'est pas à l'abri d'un élément rare, voire original non anticipé lors de la conception de ces questionnaires. Dans notre cas, cette difficulté générale est renforcée par l'obligation de perturbation minimale du déroulement "normal" des formations réalisées par le praticien-chercheur qui interdit l'emploi d'outils de conception plus large (e.g. questionnaires longs).

D'autre part, à supposer même que l'on se soit doté d'outils idéalement "ouverts" n'imposant pas de filtre particulier aux données recueillies, il n'est pas évident que tous les éléments pertinents se manifestent durant l'étude. Ainsi, certaines conceptions initiales, responsables d'un "blocage" peuvent ainsi prendre des années pour se révéler.[64] Il ne suffit donc pas de susciter des situations *a priori* propices, c'est-à-dire connues pour favoriser l'émergence de conceptions classiques chez de nombreux participants, pour garantir celle de conceptions rares, ou chez des sujets atypiques. Lorsque de tels éléments se manifestent, c'est souvent par des voies indirectes, et l'on n'est jamais sûr de les repérer au vol, ni *a fortiori* de les identifier correctement.

Par ailleurs, on sait que c'est l'apprenant (enfant comme adulte) qui construit son propre savoir, les apports externes ayant aussi une place centrale[65]. L'effet d'une formation peut donc se concrétiser, pour un sujet donné, assez longtemps après celle-ci. Cela peut se produire à l'occasion de la préparation ou de la mise en œuvre d'une séquence, d'une discussion entre collègues, alors que le sujet s'est dépouillé de sa posture plus passive "d'apprenant" en formation). Or, à de rares exceptions près, le contact avec les participants est perdu après la période de formation, ce qui limite drastiquement les possibilités d'identifier des modifications advenues sur le long terme.

Objectivité du praticien-chercheur

La posture de praticien-chercheur permet de travailler sur de grandes populations, statistiquement représentatives. Elle permet également une large maîtrise du processus. En revanche, elle ne garantit pas nécessairement le même degré d'objectivité que celle qu'aurait pu présenter un chercheur exclusif, extérieur au projet de formation, ou *a fortiori* une équipe de recherche étendue.

---

63. Une formulation plus précise serait que la communication n'est possible autour de l'élément concerné que si le chercheur participe de la sujectivité collective correspondante, *a priori* distincte de la culture savante. La situation la plus courante est que le sujet ne s'est pas encore approprié un concept (du monde 3) bien assimilé par l'analyste, et ne dispose pas des mots pour exprimer ses conceptions personnelles. Il peut toutefois aussi arriver que l'analyste n'ait lui-même pas assimilé une nuance conceptuelle et "passe à côté" de son importance pour le sujet — voire, en principe du moins, que le sujet et l'analyste participent de deux paradigmes également légitimes.

64. Tant qu'elles semblent efficaces, un sujet n'a pas de raison particulière de remettre en cause ses conceptions initiales, aussi erronées soient-elles, et de nombreuses personnes se satisfont durablement d'explications approximatives. En effet, « *La conception de l'apprenant intervient (...) comme une formidable résistance à toute nouvelle information qui pourrait déséquilibrer le système d'explications en place.* » André Giordan, « Les Conceptions de l'apprenant comme tremplin pour l'apprentissage...! » op.cit.

65. « *On se rend compte que c'est l'élève qui construit son savoir à partir de son activité (manipulatoire comme intellectuelle), et que personne n'est en mesure de se substituer à lui dans ses réorganisations cognitives successives.* » Jean-Pierre Astolfi, *L'Ecole pour apprendre,*ESF éd. Paris, 2004, p. 42.

Au-delà de l'inévitable orientation de l'analyse par les présupposés théoriques du chercheur et ses questions de recherche, qui se présente de façon pratiquement similaire dans toutes les études, la posture du praticien-chercheur pose en effet des problèmes spécifiques en matière d'objectivité. Le plus évident concerne l'évaluation de sa propre performance comme formateur. Il apparaît relativement facile à éliminer, en s'interdisant toute évaluation de cette perfomance, *a fortiori* par comparaison avec celle d'autres formateurs, et en éliminant *a priori* toute question de recherche impliquant, directement ou indirectement, une telle évaluation.

Il peut en revanche apparaître plus difficile au praticien-chercheur d'évaluer objectivement la neutralité des techniques maïeutiques qu'il déploie en cours pour susciter l'expression des élèves.

Enfin, une troisième difficulté spécifique concerne l'identification d'expressions d'élèves pertinentes, mais non poursuivies sur le moment. Il convient ici de distinguer deux instances. Le cas le plus fréquent est celui d'une intervention passée effectivement inaperçue, ou aperçue mais non traitée faute de temps, mais à laquelle l'audition des enregistrements fournit en quelque sorte une "seconde chance". La posture de praticien-chercheur constitue alors un atout, dans la mesure ou sa prise en compte *a posteriori* l'est par la même personne, et autant que possible avec les mêmes critères, que les interventions prises en compte en situation. En revanche, elle constitue un inconvénient en ce qui concerne les interventions délibérément ignorées en situation, faute de percevoir leur pertinence, et qui ont *a priori* plus de chances de l'être de nouveau par la même personne que par un chercheur distinct du formateur. En l'occurrence, la transcription intégrale des échanges est un facteur d'objectivité, la perception de la pertinence d'un tel élément pouvant être différente sous un nouveau mode d'accès (écrit plutôt qu'oral, ici).

Les solutions retenues pour pallier ces difficultés consistent à favoriser l'intervention de personnes extérieures dans l'étude, à croiser les données provenant de différentes sources et à garantir à d'autres chercheurs l'accès aux données brutes (e.g. transcriptions).

Limites matérielles

Le temps nécessaire au traitement d'une heure d'enregistrement (écoutes multiples, transcription, analyse) est de l'ordre de six heures. De même pour une interview, auquel s'ajoute le temps passé à réaliser l'interview et les déplacements jusqu'aux écoles. Ces coefficients multiplicatifs limitent donc, concrètement, le nombre des transcriptions et des interviews réalisées.

D'autre part, le contexte de l'étude impose de ne perturber qu'aussi peu que possible la formation, non seulement pour des raisons liées à la recherche mais également et surtout pour des raisons contextuelles. Les participants à cette étude sont bénévoles et n'acceptent d'y participer que dans la mesure où elle ne perturbe pas leur formation ce qui exclut donc la passation de questionnaires longs tout comme celle d'interview systématiques, etc.

Les solutions à ce type de difficultés prosaïques sont connues : grandes équipes de recherche, embauche le cas échéant d'un nombre significatif de vacataires pour effectuer le travail de transcription, de gestion des données, public non bénévole[66].

66. Rémunéré ou qui, en compensation de sa participation pleine et entière, bénéficie d'une formation diplômante non payante (dans les pays où elles le sont normalement, comme les USA).

Elles se rencontrent en particulier aux Etats-Unis, dans des équipes bénéficiant de budgets de recherche considérables. Une telle approche est difficilement envisageable ici, ce qui induit inévitablement des compromis sur le nombre de sujets ou l'approfondissement de leur étude.

Contamination du questionnement

Le contrat moral implicite entre le praticien-chercheur et les participants à ses formations impose de leur fournir des éléments de réponse aux questions qu'il leur a soumises, et pour lesquelles il a sollicité leur intérêt. Les participants ayant déjà bénéficié d'une formation donnée ne sont donc généralement plus des sujets recevables pour les mêmes questions, auxquelles, dans le meilleur des cas, ils seraient tentés de fournir les "bonnes" réponses précédemment fournies. Le cas des « doublants », heureusement assez rare, est traité par marquage de leurs questionnaires pour identification, auquel ils se prêtent volontiers, restant ensuite "discrets" au cours de la formation.[67]

Une variante de cette difficulté concerne la diffusion hors formation officielle, par le "bouche-à-oreille" et l'auto-formation des enseignants entre pairs, de résultats marquants (e.g. la relativité du mouvement de la Terre et du Soleil) ou d'outils adoptés par les enseignants (e.g. les critères de scientificité). On peut ainsi estimer qu'après deux ou trois années d'interventions régulières dans une même circonscription avec des petits groupes de participants (15 à 25), un tiers environ de ses enseignants ont été touchés directement[68], et qu'il devient délicat d'admettre que les autres n'ont pas déjà été indirectement "contaminés" par l'influence du praticien-chercheur.

De même, la proportion d'anciens étudiants IUFM ayant déjà vécu les séquences correspondantes, et devant dans une certaine mesure être traités comme des "doublants", augmente mécaniquement avec le temps. Depuis le début de l'étude, environ 400 étudiants formés par le praticien-chercheur ont ainsi obtenu un poste dans le département.

---

67. Dans cette situation, les participants ayant déjà bénéficié d'une formation similaire se mettent en retrait ou facilitent la compréhension de leurs collègues plutôt que de dévoiler le contenu de la formation et de « casser » les investigations en cours. Il n'est pas rare que ce ne soit qu'en fin de formation que certains, non identifiés par le praticien-chercheur, se révèlent. Dans quelques cas, il arrive cependant qu'un participant « doublant » trop enthousiaste rende inutilisable les questionnaires de tout un groupe en indiquant à voix haute la « bonne » réponse et en précisant qu'il la connaît pour avoir déjà participé à une formation.

68 . Une circonscription des Alpes-Maritimes gère approximativement 350 enseignants. Le département comprend 17 circonscriptions.

Addendum 4

Corpus pour l'identification d'éléments de scientificité

Corpus historique

Naissance de la physique aristotélicienne

Sources primaires

[A1] Aristote, *La Physique* ; éd. Flammarion, Paris, trad. Pierre Pellegrin, 1999.

[A2] Aristote, *La Métaphysique* ; éd. Flammarion, Paris, trad. Marie-Paule Duminil et Annick Jaulin, 2008.

[A3] Platon, *Théétète* ; éd. Garnier Flammarion, Paris, trad. Michel Narcy, 1999.

[A4] Claude Ptolémée, *Almageste (ou Syntaxe mathématique),* in Germaine Aujac, *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe*, éd. du CTHS, Paris, 1993.

Sources secondaires

[A5] Émile Bréhier, *La Théorie des incorporels dans l'ancien stoïcisme,* 1907 ; éd. Vrin, Paris, 1987.

[A6] Marcel Detienne & Jean-Pierre Vernant, *Les Ruses de l'intelligence : La Mètis des grecs,* 1975 ; éd. Flammarion, coll. Champs Essais, 2009.

[A7] Pierre Duhem, *L'Aube du savoir. Épitomé du Système du monde* ; éd. Hermann, Paris, textes établis par Anastasios Brenner, 1997.

[A8] Michel Serres, *La Naissance de la physique dans le texte de Lucrèce. Fleuves et turbulences ;* éd. Minuit, 1977.

[A9] Jean-Jacques Szczeciniarz, *La Terre immobile. Aristote, Ptolémée, Husserl ;* éd. PUF, Paris, 2003.

[A10] Jean-Pierre Vernant, *Les Origines de la pensée grecque*, 1962 ; éd. PUF, coll. Quadrige, Paris, 2007.

[A11] Germaine Aujac, *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe* ; éd. du CTHS, Paris, 1993.

Période scolastique (XIIIe-XIVe siècles)

Sources primaires

[A12] Roger Bacon, *Opus Majus*, 1267 ; éd. Kessinger Publishing, U.S.A., trad. Robert Belle Burke, 2010.

[A13] Jean Buridan, *Le Traité des conséquences* (*Tractatus de consequentiis*) ; éd. Les Presses philosophiques, Longueuil (Québec), trad. et commentaires Benoît Patar, 2002.

[A14] Nicolas de Cues, *La Docte ignorance* (*De docta ignorantia*, 1440) ; éd. Payot et Rivage, Paris, trad. Hervé Pasqua, 2011.

[A15] Guillaume d'Ockham, *Quaestiones et decisiones in quatuor libros sententiarum cum centilogio theologico*, 1319.

[A16] Etienne Tempier, *La Condamnation parisienne de 1277* ; éd. Vrin, coll. Sic et Non, Paris, trad. David Piché, 1999.

Sources secondaires

[A17] Pierre Duhem, *Le Système du monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Vol.6, *Le Reflux de l'aristotélisme ; les condamnations de 1277* ; éd. Hermann, Paris, 1913.

[A18] Edward Grant, *Physical Science in the Middle Ages* ; éd. Cambridge University Press, New York, 1977.

[A19] Claude Panaccio, *Les Mots, les concepts et les choses. La Sémantique de Guillaume d'Ockham et le nominalisme d'aujourd'hui* ; éd. Vrin, Paris, 1991.

[A20] Eric Picholle, « En suivant le doigt de Copernic » in *Les Subjectivités collectives*, Sciences & Fictions à Peyresq, n°3 ; éd. Somnium, Nice, 2012.

<u>Période copernicienne</u> (XVIe siècle)

Sources primaires

[A21] Giordano Bruno, *L'Infini, l'univers et les mondes* (*De l'Infinito, universo e mondi*, 1584) ; éd. Berg International, Paris, trad. Bertrand Levergeois, 1987.

[A22] Giordano Bruno, *Le Banquet des cendres* (*La Cena de la ceneri*, 1584) ; éd. de l'éclat, coll. Philosophie imaginaire, Paris, trad. Yves Hersant, 2006.

[A23] Nicolas Copernic, *Des Révolutions des orbes célestes* (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*, 1543) ; éd. Diderot, coll. Pergame, Paris, trad. du livre I, chapitres I à XI, trad. Alexandre Koyré, 1998.

[A24 Johannes Kepler, *L'Astronomie nouvelle* (*Astronomia Nova*, 1609) ; éd. Blanchard, Paris, trad. Jean Peyroux, 1979.

[A25] Bernard Palissy, *De l'Art de Terre*, 1564 ; éd. Lumen Animi, Paris, 1930.

Sources secondaires

[A23] Michel Blay, *Les Raisons de l'infini : du Monde clos à l'univers mathématique* ; éd. Gallimard, coll. NRF essais, 1993.

[A26] Bertrand Gille, « Les XVe et XVIe siècles en Occident », in *Les Premières étapes du machinisme, Histoire générale des techniques,* tome 2 ; éd. Presses Universitaires de France, Paris, dir. Maurice Dumas, 1964, pp. 7-139.

[A27] Alexandre Koyré, *La Révolution astronomique : Copernic, Kepler, Borelli* ; éd. Hermann, Paris, 1961.

[A28] Thomas S. Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962) ; éd. Flammarion, 1983.

[A29] Thomas S. Kuhn, *La Révolution copernicienne* (*The Copernican Revolution*, 1957) ; éd. Fayard, Paris, 1973.

<u>Période galiléenne & cartésienne</u> (XVIIe siècle)

Sources primaires

[A30] Francis Bacon, *Novum Organum*, 1620 ; éd. PUF, coll. Epimethée, Paris, trad. Michel Malherbe et Jean-Marie Pousseur, 2010.

[A31] René Descartes, *Discours de la Méthode*, 1637, in *Œuvres et Lettres* **;** éd. La Pléiade, coll. Biblothèque de la Pléiade, Paris, 1996.

[A32] René Descartes, *Règles pour la direction de l'esprit* (*Regulae ad directionem ingenii*, vers 1628), in *Œuvres et Lettres* **;** éd. La Pléiade, coll. Biblothèque de la Pléiade, Paris, 1996.

[A33] Galilée, *L'Essayeur*, 1623; éd. Belles Lettres, Paris, 1989.

[A34] Galilée, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo,* 1632) ; éd. Seuil, coll. Points Sciences, Paris, trad. René Fréreux et François de Gandt, 1992.

[A35] Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles* (*Discorsi e Dimonstrazioni matematiche intorno a due scienze attenanti alla mecanica ed i movimenti locali,* 1638) ; éd. PUF, Paris, trad. Maurice Clavelin, 1995.

[A36] Blaise Pascal, *Expériences nouvelles touchant le vide*, 1647; éd. BNF, Gallica : http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k110877z.

[A37] Blaise Pascal, *Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air*, 1648 ; éd. BNF, Gallica : http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b86221002.

Sources secondaires

[A38] Michel Blay, *La Science du mouvement : de Galilée à Lagrange* ; éd. Belin, coll. Belin Sup Histoire des Sciences, Paris, 2002.

[A39] Michel Blay, *Les Raisons de l'infini : du Monde clos à l'univers mathématique* ; éd. Gallimard, coll. NRF essais, Paris, 1993.

[A40] Paul Feyerabend, *Contre la méthode* (*Against Method,* 1975*) ;* éd. Seuil, coll. Points Sciences, Paris, 1988.

Formalisation newtonienne (XVIIe - XIXe siècles)

Sources primaires

[A41] Pierre-Simon Laplace, *Exposition du système du monde*, 1836 ; éd. Fayard, col. *Corpus des œuvres de philosophie en langue française*, Paris, 1984.

[A42] Isaac Newton, *De la gravitation* (*De gravitatione et equipondio fluidorum,* 1668) ; éd. Gallimard, coll. Tel, Paris, 1995.

[A43] Isaac Newton, *Principia - Principes mathématiques de la philosophie naturelle* (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica,* 1687) ; éd. Dunod, trad. Emilie du Châtelet, 2011.

Sources secondaires

[A44] Françoise Balibar, *Galilée, Newton lus par Einstein ;* éd. PUF, Paris, 2008.

[A45] Lisa Jardine, *The Curious Life of Robert Hooke. The Man who measured London ;* éd. Harper Perennial, Londres, 2003.

[A46] Sir James Jeans, *L'Evolution des sciences physiques ;* éd. Payot, Paris, trad. René Sudre, 1950.

[A47] Pierre-Simon de Laplace, *Précis de l'histoire de l'astronomie ;* éd. Vve Courcier, 1821.

[A48] Isabelle Stengers, *La Guerre des sciences aura-t-elle lieu ? Scientifiction* ; Seuil, coll. Les empêcheurs de penser en rond, Paris, 2001.

Naissance de la physique contemporaine (XIXe - XXe siècles)

Sources primaires

[A49] Ernst Mach, *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, 1904 ; éd. Jacques Gabay, Paris, 1987.

[A50] James C. Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism* ; éd. Clarendon Press, Oxford, 1873.

[A51] Albert Einstein, *La Relativité*, 1923 ; éd. Payot & Rivages, Paris, trad. Maurice Solovine, 2001

[A52] Louis De Broglie, Nouvelles perspectives en microphysique ; éd. Albin Michel, Paris, 1956.

[A53] Max Planck, Electromagnétisme (*Einführung in die Theorie der Elektrizitätund des Magnetismus,* 1928) ; éd. Félix Alcan, Paris, trad. Edouard Labin, 1939.

Sources secondaires

[A54] René Dugas, *La Théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongemenrs modernes* ; éd. Du Griffon, Neuchatel, Suisse, 1959.

Ouvrages et articles épistémologiques

[B1] Daniel Andler, Anne Fagot-Largeault et Bertrand Saint-Sernin, *Philosophie des sciences* tomes I et II ; éd. Gallimard, col. Folio/Essais, Paris, 2002.

[B2] Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, 1938 ; éd. Vrin, Paris, 2004.

[B3] Gaston Bachelard, *L'Engagement rationaliste* ; éd. PUF, Paris, 1972.

[B4] Gaston Bachelard, *Le Nouvel esprit scientifique*, 1934 ; éd. PUF, coll. Quadrige, Paris, 1999.

[B5] Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, 1940 ; éd. PUF, coll. Quadrige, Paris, 2008.

[B6] Anouk Barberousse (anthol.), *L'Expérience ;* éd. Gallimard Flammarion, Paris.

[B7] Jacques Bouveresse, *Prodiges et vertiges de l'analogie* ; éd. Liber, Montréal (Québec), 1999.

[B8] Jacques Bouveresse, « La Philosophie naturelle de Boltzmann » *Philosophie Scientiae*, 3, n°2 (1998-1999).

[B9] Georges Canguilhem, *Le Normal et le pathologique*, 1943 ; éd. PUF, coll. Quadrige, Paris, 1999.

[B10] Jean Cavaillès, *Sur la logique et la théorie de la science*, 1946 ; éd. Vrin, Paris, 2008.

[B11] Alan F. Chalmers, *Qu'est-ce que la science ?* (*What is this thing called science ?* 1976) ; éd. Livre de poche, Paris, trad. Michel Biezunski, 2006.

[B12] Auguste Comte, *Premiers cours de philosophie positive : Préliminaires généraux et philosophie mathématique*, 1830 ; éd. PUF, Paris, 2007.

[B13] Paul Feyerabend, *Dialogues sur la connaissance*, 1989 ; éd. Seuil, Paris, 1996.

[B14] Ludwik Fleck, *Génèse et développement d'un fait scientifique* (*Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache,* 1935) ; éd. Les Belles lettres, Paris, trad. Nathalie Jas, 2005.

[B15] Nelson Goodman, *Manière de faire des mondes* (*Ways of worldmaking,* 1978) ; éd. Folio, coll. Folio essais, Paris, trad. Marie-Dominique Papelard, 2006.

[B16] Carl Hempel, *Eléments d'épistémologie* (*Philosophy of Natural Science*, 1966) ; éd. Armand Colin, Paris, 2006.

[B17] Pierre Jacob (anthol.), *De Vienne à Cambridge. L'Héritage du positivisme logique ;* éd. Gallimard, coll. Tel, Paris, 1980.

[B18] Imre Lakatos, *Histoire et Méthodologie des sciences*, 1978 ; éd. PUF, Paris, 1994.

[B19] Dominique Lecourt (dir.), *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences* ; éd. PUF, Paris, 2006.

[B20] Henri Poincaré, *La Valeur de la science*, 1905 ; éd. Champs Flammarion, Paris, 1968.

[B21] Henri Poincaré, *La Science et l'hypothèse*, 1902 ; éd. Champs Flammarion, Paris, 2007.

[B22] Henri Poincaré, *Science et Méthode*, 1908 ; éd. Kimé, Paris, 1999.

[B23] Henri Poincaré, *Dernières pensées* ; éd. Flammarion, Paris, 1913.

[B24] Jean Piaget, *Introduction à l'épistémologie génétique. Tome II: La pensée physique* ; éd. PUF, Paris, 1950.

[B25] Jean Piaget, « Les Méthodes de l'épistémologie », in *Logique et connaissance scientifique*, éd. Gallimard NRF, coll. Encyclopédie de la Pléiade, Paris, 1967, pp. 62—132.

[B26] Jean Piaget, « Les Données génétiques de l'épistémologie physique », *idem,* pp. 599—622.

[B27] Karl Popper, *La Quête inachevée* (*Unended quest*, 1986) ; éd. Pocket, coll. Agora, Paris, 1989.

[B28] K. Popper, *La Logique de la découverte scientifique* (*The Logic of Scientific Discovery, 1934),* éd. Payot, Paris, 2007.

[B29] Karl R. Popper, *L'Univers irrésolu, plaidoyer pour l'indéterminisme (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery II. The Open Univers*, 1982) ; éd. Hermann, Paris, 1984.

[B30] Hilary Putman, « Ce que les théories ne sont pas » », in *De Vienne à Cambridge. L'Héritage du positivisme logique ;* éd. Gallimard, coll. Tel, Paris, 1980.

[B31] William Van Orman Quine, « Les Deux Dogmes de l'empirisme », in *De Vienne à Cambridge. L'Héritage du positivisme logique ;* éd. Gallimard, coll. Tel, Paris, 1980.

[B32] Bertrand Russell, *Les Problèmes de la philosophie* (*The Problems of Philosophy*, 1912) ; éd. Payot, Paris, trad. François Rivenc, 2005.

[B33] Bertrand Russell, *Science et religion* (*The Problems of Philosophy*, 1912) ; éd. Folio, coll. Folio essais, Paris, trad. Philippe-Roger Mantoux, 1990.

[B34] William C. Wimsatt, *Re-engineering Philosophy for Limited Beings* ; éd. Harvard University Press, Harvard, 2007.

[B35] Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, 1922 ; éd. Gallimard, coll. Tel, Paris, trad. Gilles-Gaston Granger, 2011.

Ouvrages didactiques

Ouvrages en langue française

[C1] Jean-Pierre Astolfi et Michel Develay, *La Didactique des sciences* ; éd. PUF, coll. Que sais-je ?, 1989.

[C2] Jean-Pierre Astolfi, Brigitte Peterfalvi et Anne Vérin, *Comment les enfants apprennent les sciences ?* éd. Retz, Paris, 1998.

[C3] Jean-Pierre Astolfi, *L'Ecole pour apprendre* ; éd. ESF, Paris, 1992.

[C4] Jean-Pierre Astolfi, Eliane Darot, Yvette Ginsburger-Vogel et Jacques Toussaint, *Mots-clés de la didactique des sciences* ; éd. De Boeck, Bruxelles, 2008.

[C5] Christian Buty et Christian Plantin (dir.), *Argumenter en classe de sciences* ; éd. INRP, Lyon, 2008.

[C6] Jacques Désautels et Marie Larochelle, *Qu'est-ce que le savoir scientifique ?* ; éd. Presses de l'université de Laval, Québec, 1989.

[C7] André Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales* ; éd. Belin, col. Guide Belin de l'enseignement, Paris, 1999.

[C8] André Giordan et Gérard De Vecchi, *Aux Origines du savoir* (*Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques,* 1987) ; éd. Ovadia, Nice, 2012.

[C9] Wynne Harlen, *Enseigner les sciences : comment faire ?* (*Primary science : Taking the plunge*, 1985) ; éd. Le Pommier, Paris, 2004.

[C10] Wynne Harlen et Pierre Léna (dir.), *10 Notions-clés pour enseigner les sciences* ; éd. Le Pommier, Paris, 2011.

[C11] Samuel Joshua et Jean-Jacques Dupin, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques ;* éd. PUF, Paris, 1993.

[C12] Ludovic Morge et Jean-Maire Boilevin (dir.), *Séquences d'investigation en physique-chimie* ; éd. Scérén, CRDP Auvergne, clermont-Ferrant, 2007.

[C13] Christian Orange, *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe ;* éd. De Boeck, Bruxelles, 2012.

[C14] Guy Robardet et Jean-Claude Guillaud, *Eléments de didactiques des sciences physiques* ; éd. PUF, Paris, 1997.

[C15] Gérard de Vecchi, *Enseigner l'expérimental en classe* ; éd. Hachette éducation, Paris, 2006.

[C16] Laurence Viennot, *En Physique, pour comprendre* ; éd. EDP Sciences, Paris, 2011.

[C17] Laurence Viennot, *Raisonner en physique, la part du sens commun* ; éd. De Boeck, coll. Pratiques pédagogiques, Bruxelles, 1996.

Articles et revues francophones

Revue Aster :

[C18] *Aster*, numéro thématique *Apprendre les sciences* ; INRP, n°1, A. Vérin et Y. Ginsburger-Vogel (dir), 1985.

[C19] *Aster*, numéro thématique *Modèle et modélisation* ; INRP, n°7, A. Vérin et Y.Ginsburger-Vogel (dir), 1988.

[C20] *Aster*, numéro thématique *Expérimenter, modéliser* ; INRP, n°8, A. Vérin et Y. Ginsburger-Vogel (dir), 1989.

[C21] *Aster*, numéro thématique *L'élève épistémologue* ; INRP, n°12, A. Vérin et Y.Ginsburger-Vogel (dir), 1991.

[C22] *Aster*, numéro thématique *Raisonner en sciences* ; INRP, n°14, A. Vérin et Y. Ginsburger-Vogel (dir), 1992.

[C23] *Aster*, numéro thématique *Les sciences de 2 à 10 ans* ; INRP, n°31, C. Orange et E. Plé (coord.), 2000.

[C24] *Aster*, numéro thématique *Problème et problématisation* ; INRP, n°40, C. Orange (coord.), 2005.

[C25] *Aster*, numéro thématique *Représentations graphiques dans l'enseignement scientifique et technologique ;* INRP, n°48, C.Buty et B. Peterfalvi (coord.), 2009.

Revue Didaskalia :

[C26] *Didaskalia,* numéro thématique *Enseignement des sciences et des techniques à l'école élémentaire* INRP, n°7, Martine Méheut, Jacques Besançon et Andrée Tiberghien(coord.), 1995.

[C27] *Didaskalia,* numéro thématique *L'Expérimental dans l'enseignement des sciences* ; INRP, n°9, Louise Guilbert (coord.), 1996.

[C28] Yves Gingras et Benoît Godin, Expérimentation, instrumentation et argumentation ; *Didaskalia,* numéro thématique *Expérimentation et Modélisation,* n°11, 1997, pp. 149-160.

[C29] Ludovic Morge, Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique ; *Didaskalia,* numéro thématique *Les sciences dans l'enseignement secondaire,* n°18, 2001, pp. 99-120.

Revue RDST :

[C30] *RDST*, numéro thématique *Opinions et savoirs* ; INRP, n°1, Yann Lhoste et Yves Girault (coord.), 2010.

[C31] *RDST*, numéro thématique *Sciences des scientifiques et sciences scolaires ;* INRP, n°2, Christian Orange et Vriginie Albe (coord.), 2010.

[C32] Jean-Louis Martinand, « Introduction à la modélisation », in *Actes de l'Université d'été Tecne*, E.N.S. Cachan, 6-10 juillet 1998. Accessible sur le site de l'INRP : http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/TicD.htm (consulté août 2014).

Ouvrages et articles anglophones

[C33] Actes du colloque *Science Studies and Science Education : How Science work and how to teach it*, 23-25 juin 2011, Université de Aarhus, Danemark. Résumés accessibles en ligne (consulté août 2013) : http://www.eshs.org/images/aarhus/aarhus%20program_abstracts_2011_v6.pdf

[C34] Actes du colloque Esera 2011, Laurence Maurines et Andreas Redfors (dir.)

Nature of science, History, Philosophy, Sociology of Science ; Esera EBook, Part. 5, 2011. Accessible en ligne : http://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/science-learning-and-citizenship-proceed/strand-5/ (consulté août 2014).

[C35] S. K. Abell et N.G. Lederman (dir.), *Handbook of research in Science Education* ; éd. Lawrence Erlbaum Associates, Philadelphia, 2007.

[C36] C. A. Chinn et B. A. Malhotra. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools : A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86 (2), 2002, pp. 175-218.

[C37] D. Kuhn, Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 2002, pp. 810-824.

[C38] N.G. Lederman. Nature of science : past, present, and future. In S. K. Abell & N.G. Lederman (Eds), *Handbook of research on science education,* éd. Lawrence Erlbaum Associates, Philadelphia, 2007, pp. 831-879.

[C39] N. G. Lederman, F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell et R.S. Schwartz, R. S. Views of nature of science questionnaire : Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science.

Journal of Research in Science Teaching, 39(6), 2002, pp. 497-521.

[C40] K.E. Metz. Children's Understanding of Scientific Inquiry : Their Conceptualization of Uncertainty in Investigations of Their Own Design. *Cognition and Instruction*, 22 (2), 2004, pp. 219-290.

[C41] J. Osborne, S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar, R. et R. Duschl. What "ideas-about-science" should be taught in school science ? A Delphi study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 2003, pp. 692-720.

[C42] J. Osborne, S. Simon et S. Collins. Attitudes towards science : A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 2003, pp. 1049-1079.

[C43] W.A. Sandoval. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 2005, pp. 634-656.

[C44] W.A. Sandoval et B.J. Reiser. Explanation-driven inquiry : Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 2004, pp.345-372.

[C45] M. Windschitl, K. Dvornich, A. Ryken, M. Tudor et G. Koehler. A Comparative model of field investigations: Aligning school science inquiry with the practices of contemporary science. *School Science and Mathematics,* 107 (1), 2007, pp. 382-390.

[C46] M. Windschitl, J. Thompson et M. Braaten. Beyond the scientific method : Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigation. *Science Education,* 92 (5), 2008, pp. 941-967.

Documents officiels

[D1] *Bulletin Officiel,* n°1 du 5 janvier 2012, NOR MENE1131499A.

[D2] *Bulletin Officiel,* Hors-série n°3 du 19 juin 2008, NOR MENE0813240A.

[D3] *Bulletin Officiel spécial,* n°6 du 28 août 2008, NOR MENE0817023A.

[D4] *Découvrir le monde à l'école maternelle. Le vivant, la matière, les objets*
Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Direction de l'enseignement primaire, Académie des sciences - La Main à la Pâte, Académie des technologies
éd. CNDP, coll. Textes de référence, Documents d'accompagnement des programmes, 2005.

[D5] *Enseigner les sciences à l'école. Accompagnement des programmes, cycle 1,2 et 3*
Ministère de la Jeunesse, de l'Education nationale et de la Recherche, Direction de l'enseignement scolaire, Académie des sciences - La Main à la Pâte
éd. CNDP, col. Textes de référence, Documents d'accompagnement des programmes, 2002.

[D6] *Guide méthodologique. La Démarche d'investigation, comment faire en classe ?*
Edith Saltiel . Publication en ligne le 21/10/2005 sur le site de la Main à la Pâte :
www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe
(consulté août 2014)

[D7] *L'Enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Conseil pour les enseignants*
Edith Saltiel, Karen Worth et Mauricio Duque. Publication en ligne le 16/12/2009 sur le site de pollen-seed cities for science, disponible sur le site de la Main à la Pâte :
www.fondation-lamap.org/fr/page/11941/lenseignement-des-sciences-fond-sur-linvestigation
(consulté août 2014).

[D8] *Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education*
Inter Academic Panel, Wynne Harlen et Jorge E. Allende (dir.), 2009. Accessible sur le site de l'IAP :
www.interacademies.net/12238/2951/12250/9348.aspx (consulté août 2014).

[D9] *Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE).* Inter Academic Panel, 2006.
Accessible sur le site de l'IAP : http://www.interacademies.net/7078.aspx (consulté août 2014).

[D10] *National Science Education Standards*
National Research Council , National Committee for Science Education Standards and Assessment ;
éd. National Academy Press, Washington, DC, 1996.

[D11] *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8.*
National Research Council. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. R.A. Duschl, H.A. Schweingruber et A.W. Shouse (dir.). Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education ; éd. National Academy Press, Washington, DC, 2007.

[D12] *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*
National Research Council. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education ; éd. National Academy Press, Washington, DC, 2012.

Ouvrages réflexifs de scientifiques éminents

[E1] Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1865 ; éd. Garnier-Flammarion, Paris, 1966.

[E2] Léon Brillouin, Léon, *La Science et la théorie de l'information* (*Science and Information Theory, 1956) ;* éd. Jacques Gabay, Paris, 1988.

[E3] Léon Brillouin, *Scientific Uncertainty and Information ;* éd. Academic Press, Londres, 1964.

[E4] Louis de Broglie, *Savants et découvertes ;* éd. Albin Michel, Paris, 1956.

[E5] Albert Einstein et Léopold Infeld, *L'Evolution des idées en physique* (*Evolution of ideas in Physics*, 1936) ; éd. France Loisirs, Paris, trad. Maurice Solovine, 1983.

[E6] Richard, P. Feynman, *La Nature de la Physique* (*The Caractere of Physical Laws*, 1967) ; éd. du Seuil, Paris, 1980.

[E7] Richard P. Feynman, *Vous voulez rire Monsieur Feynman (Surely you're joking, Mr. Feynman! 1985)* ; éd. Odile Jacob, Paris, 2007.

[E8] Richard, P. Feynman, *Vous y comprenez quelque chose Monsieur Feynman ?* (*The Meaning of it All : Thoughts of a Citizen Scientist,* 1963, première édition en 1998) ; éd. Odile Jacob, Paris, 1998.

[E9] Paul Langevin, *La Pensée et l'action* ; Editions Sociales, Paris, Textes recueillis et présentés par Paul Labérenne, 1964.

[E10] Jean-Marc Lévy-Leblond, *Aux contraires. L'exercice de la pensée et la pratique de la science* ; éd. Gallimard, Paris, 1996.

[E11] Jean-Marc Lévy-Leblond, *La Pierre de touche. La science à l'épreuve...* ; éd. Folio, coll. Folio essais, Paris, 1996.

[E12] Max Planck, *Autobiographie scientifique* ; éd. Albin Michel, Paris, 1960.

[E13] Jean Rostand, *Hommes d'autrefois et d'aujourd'hui ;* éd. Gallimard NRF, Paris, 1966.

[E14] Charles H. Townes, *Making Waves ;* éd. AIP Press, New York, 1994.

Ouvrages de vulgarisation et d'enseignement des sciences

[F1] Richard P. Feynman, *Lumière et matière* (*QED, The Strange Theory of light and Matter*, 1985) éd. InterEditions, coll. Points sciences, Paris, trad. Françoise Balibar et Alain Laverne, 1987.

[F2] Christian Gérini, *Henri Poincaré : Ce que disent les choses* ; éd. Hermann, Paris, 2010.

[F3] Jean-Marc Lévy-Leblond, *Impasciences* ; éd. Bayard, Paris, 2000.

[F4] Jean-Marc Lévy-Leblond, *A quoi sert la science ?* ; éd. Bayard, Paris, 2008.

[F5] William Seabrook, *Doctor Wood, Modern Wizard of the Laboratory* ; éd. Harcourt Brace, New York, 1941.

[H2] Nicolas Witkowski, *Dictionnaire culturel des sciences ;* éd. Seuil, coll. Regard, Paris, 2001.

Controverses scientifiques, non science et fraudes scientifiques

[G1] Isaac Asimov, *Les Moissons de l'intelligence* (*The Roving Mind*, 1983) ; éd. Book-e-book, Nice, 1990.

[G2] Charles Babbage, *Reflections on the Decline of Science in England* ; éd. B. Fellowes, Londres, 1830.

[G3] Jacques Bouveresse, *Qu'appellent-ils penser ?*
Conférence du 17 juin 1998. Accessible sur le site de l'université de Genève
http://athena.unige.ch/athena/bouveresse/bouveresse_penser.html (consulté août 2014)

[G4] Georges Charpak et Henri Broch, *Devenez sorciers, devenez savants* ; éd. Odile Jacob, Paris, 2002.

[G5] Richard P. Feynman, *The Pleasure of Finding Things Out* ; éd. Helix Books, Massachusetts, 2000.

[G6] Walter Gratzer, *The Undergrowth of science. Delusion, self-deception & human frailty ;* éd. Oxford Univ. Press, 2000.

[G7] Irving Langmuir et Robert N. Hall, « Pathological Science » (Colloque au Knolls Research Laboratory, 1953) ; *Physics today*, vol. 42, n°10, 1986, p.36.

[G8] Dominique Lecourt, *Lyssenko. Histoire réelle d'une "science prolétarienne"*(1975) ; éd. PUF, coll. Quadrige, 1996.

[G9] Tony Rothman, *Everything's relative & other fables from science and technology ;* éd. Wiley, Hoboken (New Jersey), 2003

[G10] Alain Sokal, « Transgressing the Boundaries : Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity », *Social Text*, 1996, pp. 217-252.

[G11] Alain Sokal et Jean Bricmont, *Impostures intellectuelles* ; éd. Odile Jacob, Paris, 1997

[G12] Isabelle Stengers, « Mésaventures du pacte anti-fictionnel», in *Mensonge, mauvaise foi et mystification ;* éd. Vrin, Paris, coordination scientifique Thierry Lenain, 2004, pp. 15-29.

[G13] Elisabeth Teissier, *L'homme d'aujourd'hui et les astres - fascination et rejet* ; éd. Plon, Paris, 2001.

[G14] Pierre Thuillier, La Revanche des sorcières. L'Irrationnel et la pensée scientifique ; éd. Belin, Paris, 1997.

Divers

[H1] Georges Perec, *Cantatrix sopranica L.*, 1974 ; éd. Seuil, coll. Points essais, Paris, 2007.

[H2] Robert Heinlein, *The Notebooks of Lazarus Long*

Partie 5
Critères de scientificité
et science scolaire

Après une discussion de la pertinence de la notion de « critères de scientificité » dans un contexte très éloigné de celui de la science professionnelle et de leur possible utilisation dans un contexte scolaire (5.1), on identifiera un jeu d'éléments de scientificité pertinents pour l'école primaire (5.2.) et on en discutera la formulation précise et les conditions d'application (5.3). On évaluera leur capacité discriminante, au regard de quelques situations scientifiques, techniciennes, pseudo-scientifiques ou pathologiques (5.4.) et leur pertinence à l'école (5.5.). Enfin, la construction de définitions de la science scolaire à partir de jeux de critères et les implications épistémologiques et didactiques d'une telle approche (5.6.) seront présentées.

5.1. Des critères de scientificité pour la science scolaire ?

> *Pour connaître convenablement ce qu'une chose est, nous avons besoin de connaître avec une égale netteté ce qu'elle n'est pas.*
>
> John Stuart Mill, *Auguste Comte et le positivisme*[1]

> *Que de dangers, que de fausses routes dans l'investigation des Sciences ! Par combien d'erreurs, mille fois plus dangereuses que la vérité n'est utile, ne faut-il point passer pour arriver à elle ! Le désavantage est visible : car le faux est susceptible d'une infinité de combinaisons ; mais la vérité n'a qu'une manière d'être. Qui est-ce d'ailleurs qui la cherche bien sincèrement ? Même avec la meilleure volonté, à quelles marques est-on sûr de la reconnoître ? Dans cette foule de sentimens différents, quel sera notre criterium pour en bien juger ?*
>
> Jean-Jacques Rousseau, *Discours sur les sciences et les arts*[2]

Nous avons défini la culture scientifique comme une "culture savante", c'est-à-dire dotée d'instruments consensuels de sélection des objets culturels qui l'habitent.

Pour la science professionnelle en train de se faire, les instruments à l'œuvre sont multiples ; la sociologie des sciences insiste en particulier sur l'évaluation entre pairs, réalisée par l'intermédiaire de revues professionnelles, de colloques, selon des procédures et des critères évolutifs et variables selon le domaine, au point qu'aucun critère de scientificité universel ne peut être envisagé. Fins connaisseurs des pratiques de leurs spécialités, les chercheurs s'y conforment — et parfois les dépassent — sans avoir besoin de s'interroger souvent sur la nature même de la science : ils sont eux-mêmes partie prenante de la "subjectivité collective" dont émane la culture scientifique.

Il en va différemment en-dehors de la communauté scientifique. À l'école, ni les enseignants ni les élèves ne participent *a priori* de cette subjectivité collective scientifique. Pour reconnaître par eux-mêmes, en tant que tel, un objet culturel scientifique, ils doivent donc pouvoir faire appel à des critères explicites et opératoires à leur niveau — la seule alternative étant de s'en remettre à une autorité extérieure, comme (dans le meilleur des cas) celle des manuels.

Cette option "d'autorité" même disparaît lorsqu'il s'agit de (re)construire des éléments culturels (e.g. une loi physique) dans le cadre d'une démarche d'investigation : la première sélection est alors celle de la *recevabilité*, ou non, du point de vue scientifique, de leurs propres travaux et résultats.

---

1. John Stuart Mill, *Auguste Comte et le positivisme* (*Auguste Comte and Positivisme,* 1865), éd. Germer Baillères, Paris, 1868, p. 9.

2. Jean-Jacques Rousseau, *Discours sur les sciences et les arts,* 1750. En ligne : http://fr.wikisource.org/wiki/Discours_sur_les_sciences_et_les_arts (consulté août 2014).

5.1.1. DEFINITION ET EMPLOI

1.1.1. Objet

Un critère de scientificité est un test objectif qui permet de faire un tri en termes de scientificité, entre démarches et travaux *recevables* par la communauté scientifique, d'une part, et démarches et travaux *non recevables* d'autre part.

Il ne concerne pas la *vérité* (dans le cas d'un énoncé) ou la *valeur* (d'un résultat ou d'une expérience), et encore moins l'*importance* des travaux auxquels on l'applique. Il peut donc être appliqué en dehors de la communauté scientifique *stricto sensu*, à des travaux scolaires par exemple, ou encore à des productions de communautés à la scientificité douteuse, comme celle des astrologues.

1.1.2. Définition et emploi

Un critère (ou, dans le langage philosophique, un *criterium*) est, d'après le dictionnaire de Littré, une « *Marque qui fait discerner, juger.* » Par exemple : « *Le criterium de la vérité.* »

Un critère de scientificité est donc, idéalement, une marque permettant de discerner, parmi les productions auxquelles on l'applique, celles qui peuvent être reçues commes scientifiques, et celles qui ne le peuvent pas.

Concrètement, il se présente sous la forme d'un énoncé testable, associé à un test dont le résultat peut être soit positif, soit négatif. Lorsque le test est applicable à une production donnée, celle-ci ne peut être considérée comme scientifique si elle y échoue. Si le résultat du test est positif, la production peut être présumée recevable en termes de scientificité, *pour le critère considéré et sous réserve de satisfaire également à tous les autres critères pertinents.*

Un critère de scientificité est donc une *condition nécessaire* de la scientificité de la production considérée, mais non[3] une condition suffisante.

Concrètement, plutôt que d'un critère unique, on disposera d'un jeu, idéalement complet, de critères de scientificité applicables aux différents types de productions potentiellement scientifiques. Pour une production donnée, il s'agira donc d'abord de déterminer les critères qui lui sont applicables, et dont le test est réalisable.

Ce n'est que dans le cas où les résultats des tests de *tous* les CS applicables sont *tous* positifs qu'on pourra la considérer comme recevable en termes de scientificité.

1.1.3. Utilisation par l'enseignant et les élèves

Pour un enseignant, il s'agit essentiellement de savoir si ce qu'il fait ou envisage de faire en classe peut être considéré comme scientifique. L'existence d'un jeu de CS lui suffit pour évaluer la scientificité de sa pratique ou de celle des ses élèves.

3. Dans la mesure où l'on ne dispose pas d'un "test de scientificité" unique et universel.

On n'attend pas par contre des élèves qu'ils soient capables de faire ce genre d'exercice. Les programmes n'en font en tout cas pas explicitement mention à l'école primaire. Ils demandent en revanche de « *faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part /.../ c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique* » (B.O., 2008).

Dans ces conditions, les CS peuvent fournir un moyen pour les élèves d'accéder à la compréhension et à l'appropriation de la méthode scientifique *via* l'apprentissage de bonnes pratiques. Ils sont alors plus utilisés sur leur versant "négatif" : s'ils ne sont pas vérifiés, ce que font les élèves ne relèvent pas des bonnes pratiques et n'est pas acceptable en l'état.

5.1.2. Un contexte scolaire favorable

Sur le "front" de la science, des chercheurs, en toute connaissance de cause, doivent parfois assumer le risque de déroger aux règles en vigueur dans leur communauté. Une telle prise de risque n'a pas de sens à l'école où les élèves sont, au contraire, en phase d'apprentissage des "bonnes pratiques" en usage dans la communauté. Les difficultés d'application des CS posées par les pratiques de la science en train de se faire y sont donc inexistantes.

Par ailleurs, on travaille à l'école sur de la science pré-quantique, voire sur de la science du XVIIe dont on connaît les limites. Les critères proposés par les fondateurs de la science moderne et les critères d'inspiration positiviste y gardent *a priori* leur efficacité pour évaluer la scientificité de ce qui s'y fait, sous réserve d'une adaptation éventuelle au contexte scolaire.

Le contexte scolaire apparaît donc bien plus favorable que celui de la science professionnelle à une approche en termes de CS. La question du refus de l'argument d'autorité, refus constitutif de la science, nécessitera cependant des précautions particulières. À l'école, l'autorité du maître est toujours présente. Il garantit la conformité de ce qui se passe dans la classe aux règles qui ont été fixées.

5.2. Identification et organisation

L'objectif de cette section est d'identifier les critères de scientificité utilisables à l'école primaire. Dans un premier temps, on constitue une liste d'éléments de scientificité sans présumer de leur pertinence pour les pratiques scientifiques actuelles. Dans un second temps, on sélectionne les éléments susceptibles d'être reformulés en critères de scientificité adaptés à l'enseignement des sciences à l'école primaire. Enfin, on catégorise les critères choisis afin de faciliter leur formulation dans la section suivante (§ 5.3.).

5.2.1. IDENTIFICATION DES ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

Une synthèse du corpus faisant apparaître les critères de scientificité utilisés par les scientifiques importants de l'histoire ou par les philosophes des sciences et par les didacticiens a été présentée dans l'État des lieux (sections 2.3.1.1., 2.3.1.2., 2.3.2.3. & 2.3.3, respectivement). On se contentera ici de les mentionner de nouveau dans l'ordre de leur apparition dans la synthèse. Pour limiter les redondances, une fois un élément de scientificité identifié, il n'est plus reprécisé par la suite.

2.1.1. Corpus historique

Période aristotélicienne

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
		Cohérence interne Cohérence externe	Apodicticité Respect de la logique Cohérence interne	Construction collective

Tableau 2.1.1.a : Éléments de scientificité apparus à la période aristotélicienne

Période scolastique

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Primauté de l'expérience Objet physique distinct de ses représentations	Principe d'économie		Autonomie de la physique	

Tableau 2.1.1.b : Éléments de scientificité apparus à la période scolastique

Période copernicienne

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Transmission	Documentation exhaustive Reproductibilité		Principe de simplicité	

Tableau 2.1.1.c : Éléments de scientificité apparus à la période copernicienne

Période galiléenne et cartésienne

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Navigation entre général et particulier	Opportunité des expériences Maîtrise de l'instrumentation	Véhicule des connaissances spécifiques Cohérence formelle Cohérence lexicale et symbolique	Langage scientifique univoque Non scolasticité	Séparation de la religion et de la science Ambition encyclopédique

Tableau 2.1.1.d : Éléments de scientificité apparus aux périodes galiléenne et cartésienne

Période newtonienne

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Identification et rejet de mauvaises pratiques Renoncement à la recherche des causes premières Méthode hypothético-déductive			Recherche de lois robustes	

Tableau 2.1.1.e : Éléments de scientificité apparus à la période newtonienne

Naissance de la physique contemporaine

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
		Relativité des discours scientifiques	Principe d'économie	

Tableau 2.1.1.f : Éléments de scientificité apparus à la naissance de la physique contemporaine

2.1.2. Corpus épistémologique

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Distinction consciente entre le monde physique et ses représentations Honnêteté intellectuelle Ténacité Résoudre des problèmes	Robustesse		Efficacité Fécondité Pouvoir explicatif des théories Concordance avec la réalité Efficacité heuristique des théories Vérifiabilité Testabilité Réfutabilité Rejet de l'argument « *ad hoc* » Robustesse	

Tableau 2.1.2. : Éléments de scientificité extraits du corpus épistémologique

2.1.3. Corpus didactique

Les didacticiens des sciences n'ayant *a priori* pas vocation à se substituer aux épistémologues, les éléments de scientificité qu'ils considèrent pour tenter de définir une science scolaire s'inspirent très largement de ceux mis en œuvre par

les scientifiques et les épistémologues. On peut en particulier considérer que la didactique des sciences anglo-saxonne s'inspire traditionnellement de John Dewey ; la tradition française quant à elle cherche volontiers ses sources chez Gaston Bachelard et Jean Piaget.[4] Pour autant, la prise en compte des contraintes pédagogiques et de la variété des contextes disciplinaires à l'école les amène souvent à chercher des formulations plus globales.

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation et théorisation**	**Généralités sur la science**
Diversité de méthodes Questionnement Hypothèse Prédiction Coopération	Analyse des données	Problématisation Construction d'explications	Modélisation Argumentation	Provisoire Subjectivité Ancrage social et culturel Imagination et créativité Variété des formes de connaissance Degré de certitude variable Présomption de causalité

Tableau 2.1.3. : Éléments de scientificité extraits du corpus didactique

2.1.4. Corpus para-scientifique

Les éléments de scientificité dégagés dans « l'État des lieux » dérivaient pour l'essentiel d'analyses historiques, épistémologiques ou didactiques de projets réussis et effectivement "scientifiques" ou au moins susceptibles d'être considérées comme tels à une période donnée. L'objet de cette section est au contraire d'examiner les éléments de scientificité en jeu dans des projets qui, à divers titres, ne peuvent être considérés comme scientifiques.

2.1.4.1. "Rayons N" et science pathologique

Une configuration particulièrement intéressante est celle de la « science pathologique », selon l'expression du prix Nobel de chimie Irving Langmuir.[5] Elle concerne des professionnels de la recherche scientifique dont ni la compétence, ni l'intégrité ne sont en cause, et dont les travaux sensationnels entraînent la créations de communautés entières de chercheurs et, parfois, la publications de milliers d'articles académiques, alors même que les phénomènes revendiqués ne semblent pas réellement exister.[6]

Deux exemples classiques, analysés par Langmuir, sont les soi-disant "Rayons N" découverts en 1904 par René Blondlot,[7] par ailleurs excellent physicien de l'Université de Nancy,[8] et les expériences menées par J.B. Rhine sur la parapsychologie, à la prestigieuse Université de Duke, dans les années

4. Jean-Pierre Astolfi & Michel Develay, *La Didactique des sciences*, coll. Que sais-je ?, éd. PUF, Paris, 1989, p. 21.

5. Irving Langmuir et Robert N. Hall, « Pathological Science » (Colloque au Knolls Research Laboratory, 1953) ; *Physics Today*, vol. 42, n°10, 1989, pp. 36-48.

6. La simple publication de résultats erronés ne relève donc pas *a priori* de la science pathologique. Bien au contraire, si une controverse entraîne un processus de contrôle et une rectification *a posteriori* par leurs auteurs, l'aventure peut constituer un modèle de scientificité.

7. P. Thuillier, « La Triste histoire des rayons N ». *La Recherche*, 1978, n°9, pp. 1093-1101.

8. Capitale de la Lorraine, alors disputée entre la France et l'Allemagne. Les passions nationalistes semblent avoir joué un rôle significatif, dans la mesure ou le "N" des rayons est une référence directe au nom de la ville.

1930 à 1950.[9] Plus près de nous, on pourrait également évoquer les affaires de la fusion froide par voie chimique[10,11] ou de la « mémoire de l'eau »[12].

Langmuir identifie un jeu de symptômes de la science pathologique :

> (a) L'effet maximum observé est produit par une cause dont l'intensité est à peine détectable, et son importance de l'effet est substantiellement indépendante de l'intensité de la cause.
>
> (b) La magnitude de l'effet demeure proche de la limite de la détectabilité ; ou de nombreuses mesures sont nécessaires du fait de la très basse signification statistique des résultats.
>
> (c) Revendication d'une grande précision.
>
> (d) Des théories fantastiques contraires à l'expérience sont suggérées.
>
> (e) Des excuses *ad hoc* sont conçues au vol en réponse aux critiques.
>
> (f) Le rapport des partisans et des détracteurs monte aux environs de 50% puis diminue graduellement jusqu'à l'oubli.[13]

Il est *a priori* absolument légitime d'étudier des effets, ou l'influence de paramètres tout juste détectables[14] ; certaines mesures sont effectivement d'une grande précision ; avant de s'imposer, les théories révolutionnaires paraissent souvent "fantastiques" à ceux qui ne les comprennent pas ; une critique nouvelle peut en effet justifier la recherche d'un argument inédit en réponse ; le nombre de partisans d'une théorie ne dit rien de sa scientificité, pas plus que son oubli… En pratique, c'est leur accumulation qui doit éveiller l'attention, sinon la méfiance de la communauté scientifique.

Cette réserve ne peut pas valoir condamnation *a priori* : il s'agit alors de vérifier la scientificité des revendications, selon les critères habituels. Dans une situation typique de science pathologique, où le phénomène étudié n'a pas

---

9. « *Un autre exemple nous est fourni par les expériences de parapsychologie de Rhine. Comme les expériences ont été fortement critiquées — y compris par Rhine lui-même – les techniques mises en œuvre sont devenues de plus en plus performantes et les effets décelés de plus en plus faibles... au point même de disparaître complètement. Les parapsychologues cherchent à réaliser des expériences qui soient reproductibles, où les mêmes causes produisent les mêmes effets, ne serait-ce que statistiquement. Alors ils répètent la même expérience sur des millions de rats — excusez-moi je veux dire de gens. Ils en tirent un effet statistique ; malheureusement la fois suivante cet effet a disparu.* » R. Feynman, *Vous voulez rire, Monsieur Feynman !* (*Surely You're Joking Mister Feynman !*, 1985), éd. Odile Jacob, 1985, pp. 357-358.

10. M. Fleischmann and S. Pons, « Electrochemically Induced Nuclear Fusion of Deuterium », *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, 1989, vol. 261, pp. 301-308.

11. Walter Gratzer, « Energy Unilimited », in *The Undergrowth of Science,* Oxford Univ. Press, 2000, pp. 111—135.

12. E. Davenas, F. Beauvais, J. Amara, M. Oberbaum, B. Robinzon, A. Miadonnai, A. Tedeschi, B. Pomeranz, P. Fortner, P. Belon, J. Sainte-Laudy, B. Poitevin et J. Benveniste. « Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE », *Nature,* 1988, vol. 333, pp. 816-818. Comme dans le cas des rayons N, l'aventure implique à la fois un usage discutable de l'autorité scientifique (y compris, dans les deux cas, celle de *Nature*) et une contamination du débat scientifique par des passions nationalistes. W. Gratzer s'interroge : « *Pourquoi* Nature *(un journal élitiste qui rejette comme insuffisamment intéressants jusqu'à 90% des articles qui lui sont soumis) a-t-il décidé de publier les épanchements saugrenus de Benveniste ? En France, beaucoup ont pu imaginer que ce ne pouvait être qu'un piège délibéré de la "perfide Albion" pour ridiculiser la science française. (…) Le magazine* Sciences & Avenir *a ainsi conclu que* Nature *s'était délibérément engagé dans un processus francophobe.* » *The Undergrowth of Science,* op. cit., p. 25.

13. Irving Langmuir et Robert N. Hall, « Pathological Science » (Colloque au Knolls Research Laboratory, 1953) ; *Physics Today*, vol. 42, n°10, 1986, p. 36.

14. C'est même une situation fréquente lorsqu'un effet vient d'être identifié.

d'existence physique, ce sont d'abord la **reproductibilité** et la **robustesse** des expériences en cause qui devront être éprouvées.

Pour autant, alors même que le refus de tout argument d'autorité est à la base même de la science moderne, ce test de scientificité s'avère souvent difficile, lorsqu'il s'agit de remettre en cause celle d'un professionnel reconnu, qui engage délibérément son prestige sur ses revendications. Ainsi, lorsque Robert Wood enquête sur *« des phénomènes douteux »*, il adopte résolument une posture qui n'est « *ni académique, ni urbaine, ni conventionnelle* » [15].

> Robert Wood accepte ainsi de se rendre au laboratoire de René Blondlot comme émissaire pour la prestigieuse revue anglaise *Nature,* lorsque de nombreux physiciens non-lorrains éprouvent des difficultés à reproduire ses expériences sur les rayons N. Sa substitution du prisme lors de la soi-disant observation d'un spectre N, sans modification du résultat, clôt pour une grande partie de la communauté scientifique la controverse.

La notion de science pathologique a été forgée pour rendre compte de dérives spécifiques de la science professionnelle. En pratique, la réputation personnelle de leur promoteurs apparaît comme un élément essentiel de leur réception initiale, quand le simple fait que des expériences apparaissent non reproductibles suffit en général à écarter les revendications d'expérimentateurs moins prestigieux. Elle ne paraît donc pas directement pertinente à l'école, [16] où l'autorité de l'enseignant suffit à empêcher l'emballement de dérives de cet ordre.

> Pour autant, des symptômes similaires à ceux de Langmuir peuvent être observés en classe. En particulier, l'apparition de justifications *ad hoc* n'est pas rare. Si elle ne constitue pas nécessairement un défaut de scientificité, en particulier tant qu'on en reste à des arguments oraux, non "institutionnalisés", il s'agit néanmoins d'une dérive de l'argumentation qu'il est souvent le cas échéant utile de relever, et de corriger. La revendication de mesures excessivement précises se rencontre également lors de Travaux Pratiques, quoique plutôt au lycée ou dans le supérieur qu'à l'école primaire.

2.1.4.2. « Savants fous » et physiciens non scientifiques

Si l'on définit la science moderne par sa méthode, il apparaît possible d'être un excellent physicien, doté d'une intuition puissante et souvent correcte, sans être pour autant un scientifique, faute de cette méthode.

Un exemple historique frappant en est fourni, à la naissance même de la science moderne, par la comparaison entre les pratiques d'un de ses pères fondateurs, Galilée (1564—1642), et de l'un des probables inspirateurs de ce dernier, Giordano Bruno (1658—1600). Tous deux brillants physiciens, les deux hommes défendent souvent des idées très proches, en matière astronomique du moins (modèle héliocentrique, principe de relativité). Une différence fondamentale est leur rapport à la communauté savante (ou à ce qui en tient lieu à l'époque). Pour Galilée, la **communication** des idées et leur appropriation par d'autres sont essentielles, ce qui le conduit à développer des

15. W. Seabrook, *Doctor Wood, Modern Wizard of the Laboratory,* éd. Harcourt, New York, 1941, p. 233. Robert W. Wood (1868-1955) est un scientifique américain de premier plan au début du XXe siècle. Sa réputation d'ingéniosité en fait un "enquêteur scientifique" souvent sollicité lors de controverses scientifiques ou para-scientifiques, comme celle autour des rayons N. C'est également un écrivain de science-fiction.

16. Sinon à titre anecdotique, "l'histoire" morale des rayons N pouvant être un moyen de désacraliser "les scientifiques" lorsque cela s'avère utile.

stratégies pédagogiques pour y parvenir. En ce sens, Galilée est l'un des fondateurs de la communauté scientifique,[17] alors que Bruno ne peut véritablement être considéré comme un scientifique. C'est un provocateur, solitaire, peu concerné par l'aspect collectif de la science. Il publie effectivement ses idées, mais se soucie peu qu'on les reçoive.[18] Refusant de s'astreindre à **séparer la religion de la science**,[19] il finit sur un bûcher de l'Inquisition.

Giordano Bruno est l'archétype du "savant fou" de la littérature, esprit génial mais coupé de la communauté scientifique voire, plus généralement, du monde.

2.1.4.3. Autonomie de la science : l'affaire Lyssenko

On a déjà évoqué la problématique de l'autonomie de la science au regard, en particulier, de la théologie et des autorités religieuses (§ 2.3.1.1.4.). L'histoire montre que d'autres influences peuvent s'avérer tout aussi importantes, et que les critères de scientificité correspondants s'appliquent aussi bien, en particulier, à l'idéologie politique.

L'exemple le plus patent d'une perte d'autonomie délétère de la science par rapport à la politique est « l'Affaire Lyssenko ». Inventeur en 1929 d'une technique de "vernalisation" favorisant la germination des céréales d'hiver, Trofim Lyssenko (1898—1976) devient un héros de l'U.R.S.S., un prolétarien « professeur aux pieds nus » glorifié par Staline lui-même. À la tête de l'Institut de Génétique de l'Académie des sciences d'U.R.S.S. de 1940 à 1965, il impose le rejet des théories mendéliennes de la transmission chromosomique des caractéristiques d'un végétal au profit d'une théorie néo-lamarckienne de transmission héréditaire de caractéristiques acquises par adaptation à l'environnement. En 1948, toute opinion dissidente est *de facto* interdite par le pouvoir stalinien, avec la fermeture des laboratoires de génétique non-lyssenkistes et la révocation de près de 3 000 chercheurs.[20]

En France, une vive polémique oppose au même moment des intellectuels liés au Parti Communiste Français, comme Louis Aragon, mais également certains biologistes professionnels, promoteurs automatiques des idées "autorisées" de Lyssenko, à des scientifiques refusant d'inféoder leurs analyses scientifiques à des considérations externes, comme Jacques Monod :

> « Si Lyssenko s'est imposé, *c'est qu'il a été cru*. Et s'il l'a été, c'est, à mon avis, au-delà des machinations, des intrigues, des calomnies et des falsifications parce que, dans le ton, dans le style comme dans le fond, ses positions "théoriques" étaient conformes à une certaine tradition idéologique, exaspérée certes par le

17. Voir par exemple l'analyse de Feyerabend du Dialogue sur les deux grands systèmes du monde de Galilée. Paul Feyerabend, Contre la méthode (Against Method, 1975), éd. Seuil, coll. Points Sciences, Paris, 1988.

18. Ainsi dans sa dédicace « *À celui qui n'est pas content* », conseille-t-il au lecteur : « *Ne mords pas dans mon pain, s'il te casse les dents ; Ne sème pas, pieds nus, d'épines dans mon champ. Prends garde aux araignées, toi qui n'est qu'un insecte* ». Giordano Bruno, *Le Banquet des cendres* (*La Cena de la ceneri*, 1584), éd. de l'Éclat, coll. Philosophie imaginaire, Paris, trad. Yves Hersant, 2006.

19. Ainsi il traite dans le même ouvrage sur la magie (dans laquelle il inclut les interactions à distance) des propriétés des aimants et de la transsubtanciation eucharistique. G. Bruno, *De la Magie*, éd. Allia, Paris, 2000.

20. Walter Gratzer, « The Climate of Fear », in *The Undergrowth of Science*, Oxford Univ. Press, 2000, pp. 177—218.

culte de la personnalité, mais assimilée au "marxisme" et bien antérieure au stalinisme proprement dit. »[21]

Les risques d'influence directe de l'idéologie politique sur les élèves de l'école primaire semblent assez limités. Ceux-ci sont en effet *a priori* trop jeunes pour une analyse sophistiquée des influences à l'origine de leurs connaissances, toujours largement surpassées par l'autorité du maître et des parents.

En termes accessibles aux enfants, les éléments de scientificité concernés se ramènent donc essentiellement au refus de l'**argument d'autorité**, appliqué aux influences politiques aussi bien qu'aux influences religieuses.

Indirectement, la question se pose toutefois des influences éventuelles sur les enseignants eux-mêmes. En France, un "Principe de neutralité" garantit en principe que les programmes et les enseignements scolaires restent libres d'idéologie politique, même si son application fait parfois polémique, y compris en ce qui concerne les programmes de sciences.[22] La situation est toutefois moins claire dans d'autres pays, comme les États-Unis, où la question de l'enseignement du créationnisme, parallèlement à "l'hypothèse concurrente" de l'évolution darwinienne, fait encore fortement débat.[23]

2.1.4.4. Postmodernisme et "Impostures intellectuelles"

Une implication de la conception constructiviste des objets scientifiques comme "objets culturels" est qu'il n'existe pas de méthode scientifique unique, mais plutôt une diversité d'éléments de méthode, susceptibles de varier selon l'époque et le contexte. Certains sociologues des sciences se sont, dans les années 1970, défini un "*programme fort*", selon lequel la formation et le succès des connaissances scientifiques devrait être essentiellement déterminé par des facteurs conceptuels, et de façon symétrique qu'elles soient "vraies" ou "fausses".[24] Poussée à la limite, cette approche peut mener à un relativisme cognitif que certains auteurs associent à la philosophie postmoderne,[25] et qui a déclenché des réactions assez vives pour qu'on puisse parler de « guerre des sciences » [26].

L'un des épisodes les plus connus de cette guerre est probablement la publication par le physicien Alan Sokal d'un article-canular dans la revue

---

21. Jacques Monod, « L'Affaire Lyssenko », préface à *Grandeur et chute de Lyssenko*, de J. Medvedev, 1971. Accessible en ligne : http://www.pasteur.fr/infosci/archives/mon/im_lyss1.html (consulté août 2014)

22. Ainsi, la question de l'enseignement du genre dans les programmes de biologie a-t-elle récemment fait débat, certains y voyant une dérive idéologique. Voir par exemple, l'encyplopédie Universalis sur cette question : http://www.universalis.fr/encyclopedie/sexe-et-genre-enseigner-les-etudes-sur-le-genre-au-lycee/ (consulté août 2014).

23. Il est relativement difficile d'y faire la part des enjeux et arrière-pensées politiques et religieux. Voir par exemple Dominique Lecourt, « Science, morale et politique », in *L'Amérique entre la Bible et Darwin*, P.U.F. ? coll. Quadrige, 2007.

24. Voir par exemple : Jean-Luc Gautero, « Sociologie de la connaissance scientifique et rationalité », *Noesis*, 5.2, 2003, pp. 175-191 ; accessible en ligne : http://www.academia.edu/893789/Sociologie_de_la_connaissance_scientifique_et_rationalite (consulté août 2014).

25. Alain Sokal, Jean Bricmont. *Impostures intellectuelles*, éd. Odile Jacob, 1997.

26. Jean-Luc Gautero. « Hard science wars », in *Imaginaires scientifiques & hard science fiction*, Sciences & Fictions à Peyresq, n° 4, éd. Somnium, Nice, 2012.

Social Text,[27] et l'accusation d'« imposture intellectuelle » portée par Alan Sokal et Jean Bricmont à l'encontre en particulier de philosophes français usant et abusant d'analogies[28] et d'un vocabulaire mathématique et physique qu'ils ne maîtriseraient pas réellement.

La controverse ne semble pas faire émerger d'éléments de scientificité nouveaux. Portant sur les marges entre sciences "exactes" et "humaines", elle se réduit aisément, si l'on ramène le propos aux premières, à une simple réaffirmation des exigences traditionnelles de **cohérence lexicale** et **d'économie**.

Là encore, s'il est possible d'identifier dans le florilège de Sokal et Bricmont des procédés parfois similaires à certaines tentatives "d'enfumage" bien connues des enseignants, celles-ci concernent plutôt les lycéens, voire les étudiants du supérieur, que les écoliers.

2.1.4.5. Astrologie et pseudo-sciences

Le terme de « pseudo-science » est, par construction même, péjoratif[29] et, dans une large mesure, polémique. Il vise à exclure la pratique considérée du champ d'une science *a contrario* "vraie", ou en tout cas légitime. Paul Feyerabend n'hésite pas à condamner les scientifiques qui abusent alors de leur position d'autorité :

> « Vous voyez, je n'aurais pas d'objection si les adversaires de l'astrologie disaient : nous n'aimons pas l'astrologie, nous la méprisons, nous ne lirons jamais de livres qui la concernent et nous n'allons certainement pas l'aider. C'est tout à fait légitime. /.../ Mais nos scientifiques rationnels et objectifs ne font pas qu'exprimer leurs goûts et leurs dégoûts. Ils font comme s'ils avaient des arguments et se servent de leur autorité considérable pour leur donner du poids. Mais les arguments qu'ils utilisent réellement démontrent leur inculture pitoyable... » [30]

Sur quels critères plus objectifs pourrait-on se baser pour disqualifier des pratiques que la communauté scientifique tient quasi-unanimement pour fantaisistes ? Ce critère ne saurait être le manque de légitimité scientifique de leurs praticiens : il suffit de rappeler que Newton a consacré plus de temps de recherche à l'alchimie qu'à la physique, et que les fondateurs mêmes de l'astronomie moderne, comme Tycho Brahe, Kepler et Galilée ont porté le titre d'Astrologue. [31,32]

Cette difficile question a fait de l'astrologie, en particulier, la pierre de touche des critères de scientificité proposés au XXe siècle. Ainsi, Popper considérant

---

27. Alain Sokal, « Transgressing the Boundaries : Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity », Social Text, 1996, pp. 217-252. Accessible en ligne : http://www.physics.nyu.edu/sokal/transgress_v2/transgress_v2_singlefile.html (consulté août 2014)

28. Sur l'usage des analogies, voir par exemple Jacques Bouveresse, *Prodiges et vertiges de l'analogie*, éd. Liber, coll. Raisons d'agir, Québec, 1999.

29. La racine grecque *pseudo* signifiant "faux, erroné", voire "mensonger"

30. P. Feyerabend, *Dialogues sur la connaissance* (*Dialogo sul metodo*, 1976), éd. Seuil, Paris, 1996, p. 97.

31. Ou de "Philosophes", terme souvent employé dans cette acception restreinte à la Renaissance.

32. Quoique avec plus ou moins de bonheur. Si Kepler prenait très au sérieux ses savants calculs d'horoscopes (tout en dénonçant le charlatanisme de l'astrologie populaire) , Galilée, qui accepte la charge de "mathématicien et philosophe" du Duc de Toscane, s'avère un piètre astrologue, et est rapidement dispensé de ce volet de sa charge.

qu'il est possible de qualifier l'astrologie de pseudo-science du fait du flou de ses "prédictions",[33] de ce fait non réfutables, Kuhn lui oppose la possibilité de prédictions astrologiques précises et vérifiables : une astrologie plus rigoureuse dans la *formulation* de ses prédictions se qualifierait alors comme "science", au sens du critère de réfutabilité, et cela quelle que soit la validité statistique de ces prédictions. Selon Kuhn, c'est au contraire l'impossibilité de tirer une leçon d'un échec, du fait du trop grand nombre de paramètres susceptibles d'être pertinents dans la tradition astrologique qui empêche celle-ci de se constituer en science :

> « Comparons les situations de l'astronome et de l'astrologue. Si la prédiction d'un astronome échoue alors que ses calculs sont corrects, il peut espérer corriger la situation. Peut-être ses données étaient-elles fautives… ou peut-être la théorie nécessite-t-elle quelques ajustements… Par contraste, l'astrologue n'a pas de problème [*puzzle*] de ce type à résoudre. » [34]

Au final, le jugement ne peut porter que sur telle ou telle pratique spécifique, *a posteriori*, et non sur la discipline elle-même, *a priori*. Plutôt que des critères de scientificité *stricto sensu*, on peut seulement identifier, comme pour la science pathologique, un faisceau de symptômes suggérant qu'on est en présence de pseudo-science. Ainsi, Mario Bunge propose à cet effet le jeu de symptômes :

(a) Abus d'hypothèses *ad hoc* pour échapper à la réfutation

(b) Accent mis sur la confirmation plutôt que sur la réfutation

(c) Absence d'auto-correction.

(d) Inversion de la charge de la preuve

(e) Dépendance excessive envers les témoignages et les indices anecdotiques

(f) Utilisation d'un langage obscurantiste

(g) Absence de "connectivité" avec les autres disciplines[35]

2.1.4.6. Méthode scientifique *vs*. scientisme

« Je pourrais donner de la science cette autre définition : la science est la croyance en l'ignorance des experts. Si quelqu'un vous dit : "La science nous apprend que...", il n'emploie pas le mot science comme il faut. »

Richard Feynman[36]

La notion de **relativité** de tout discours scientifique s'applique également, dans une certaine mesure, à la méthode scientifique elle-même, dont l'application dogmatique apparaît presque comme une contradiction dans les termes.

Une première tentation peut pourtant être de revendiquer son application indiscriminée, y compris dans des situations où son efficacité, et *a fortiori* sa supériorité sur d'autres méthodes, ne sont pas établies. Rare chez les physiciens, qui ne savent que trop bien les limites de leurs méthodes habituelles, on la rencontre parfois chez certaines personnes frottées de science, sans l'avoir réellement pratiquée eux-mêmes. Popper qualifie ainsi de

33. Notons qu'il ne peut alors s'agir de « prédictions scientifiques », au sens de la définition 2.5.3.1. p. 63.

34. Thomas Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962), éditions Champs Flammarion, Paris, 1983.

35. Mario Bunge, « Demarcating Science from Pseudoscience », *Fundamenta Scientiae*, 3, pp. 369–388, 1982.

36. R. Feynman, *La Nature de la physique*, op. cit., pp. 230-231.

scientiste toute personne qui, « *ne comprenant pas correctement ce qu'est réellement la méthode des sciences de la nature, tente d'en singer les prétendues méthodes en sciences humaines et sociales.* »[37]

Un autre risque de la pratique scientifique est, paradoxalement, une forme de naïveté, liée au fait que les scientifiques tendent à admettre *a priori,* chez leurs interlocuteurs, la même **intégrité** qu'ils s'imposent à eux-mêmes. Or si la méthode scientifique habituelle peut souvent avoir raison de revendications infondées à propos de phénomènes physico-chimiques grâce à des tests indépendants (reproductibilité, robustesse, etc.), il n'en va pas nécessairement de même lorsqu'elles concernent des phénomènes *a priori* singuliers, voire magiques (i.e. ne pouvant être produits que par un "mage")[38] ou simplement très difficiles à reproduire (e.g. guérison "miraculeuse"). Débusquer les fraudes pseudo-scientifiques peut alors s'apparenter plus à un art qu'à une démarche scientifique. Ainsi, lorsqu'au début du XXe siècle Robert Wood, régulièrement sollicité par des journaux pour invalider des phénomènes soi-disant paranormaux, met sa "casquette" d'"enquêteur scientifique", il fait appel à sa double culture de scientifique et d'illusionniste (amateur) pour repérer les « astuces », « trucs » et autres fraudes auxquelles il est confronté.[39] De même, plus près de nous, lorsque l'université de Nice lance un vaste défi, doté d'un million de francs, à quiconque pourrait exhiber un "talent" ou plus généralement un phénomène "paranormal" inexplicable par la science, la définition des tests qui éprouveront ces revendications associe un physicien, Henri Broch, à un illusionniste, Gérard Majax. Après quinze années (1987—2002) et plus de deux cents cas traités, le défi est suspendu, sans que le tandem ait jamais été mis en échec. [40]

Une leçon de ce défi est le constat est qu'il n'a que très rarement été confronté à des cas de fraude pure et simple, ou même simplement de mauvaise foi, peut-être du simple fait de la présence dissuasive de l'illusionniste. Les participants apparaissent souvent les premiers surpris de leur propre échec. [41] Une autre retombée importante en est l'analyse d'un grand nombre de défauts de scientificité courants et d'identifier des effets rhétoriques ou cognitifs susceptibles d'agir sur la réception d'une revendication extraordinaire.[42]

---

37. K. Popper, *Misère de l'historicisme*, 1956 ; cité par R. Nadeau, *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie,* P.U.F., Paris, 1999, p. 639.

38. Un argument connexe est, *a contrario*, celui de "l'esprit fort", de l'observateur incrédule dont la seule présence suffirait à empêcher l'apparition de l'effet revendiqué.

39. W. Seabrook, *Doctor Wood, Modern Wizard of the Laboratory*, "Wood as a Debunker of Scientific Cranks and Frauds — and his war xith the mediums", pp. 233-254.

40.Voir l'historique du prix sur le site de l'université de Nice :
http://webs.unice.fr/site/broch/defi1.html (consulté août 2014)

41. « *Ce qui est le plus remarquable dans l'ensemble des tests que nous avons menés (tests élaborés, nous vous le rappelons, en accord complet avec les candidats ; aucun test n'était imposé) est le fossé ahurissant qui sépare les affirmations des candidats (qui, en toute bonne foi, clament généralement haut et fort a) qu'ils n'auront aucun problème à démontrer leurs capacités, b) qu'ils ont maintes et maintes fois fait la démonstration "éclatante" de leurs "dons" (…) c) que de nombreuses personnes peuvent témoigner, etc...) et les résultats qu'ils obtiennent dans des tests élémentaires, réalisés selon un protocole très simple qu'ils ont eux-mêmes entièrement agréé et se déroulant dans une ambiance cordiale.* »
Henri Broch, http://webs.unice.fr/site/broch/defi5.html (consulté août 2014)

42. e.g. "*L' Effet Puits*" **:** « *Faire un discours profond - creux - est efficace. Plus un discours est "profond" (dans le sens de... creux), plus les auditeurs peuvent se reconnaître, et se reconnaître majoritairement, dans ce discours. L'effet Puits (effet "Barnum") offre ainsi une succession de phrases creuses qui peuvent être acceptée*

Henri Broch développe par ailleurs une méthode spécifique, la « Zététique »,[43] qu'il résume comme un « *art du doute* ». Il la décline en une trentaine de *facettes*, dont certaines correspondent à des critères de scientificité classiques (**cohérence, économie, réfutabilité**), mais dont la plupart reviennent à des maximes d'ordre épistémologique (e.g. « *un scénario n'est pas une loi* » ; « *la bonne foi n'est pas un argument* »), logique (e.g. « possible *n'est pas équivalent à* toujours possible » ; « *l'inexistence de la preuve n'est pas la preuve de l'inexistence* ») ou psychologique (e.g. « *la force d'une croyance peut être immense* »), ou encore liées au rapport à l'écrit (e.g. « *un mot écrit n'est pas auto-validant* »).[44]

L'excès inverse consiste à troquer la naïveté du scientifique contre une arrogance excessive. On peut également considérer que préjuger de l'invalidité de toute revendication étonnante, y compris dans les domaines où aucun test expérimental n'est envisageable, est une autre forme de scientisme. C'est aussi un abus de l'argument d'autorité, et de ce fait une posture intrinsèquement non scientifique.

2.1.4.7. Vulgarisation et fiction spéculative

Les productions académiques et le discours des enseignants ne sont pas les seules ressources d'intérêt scientifique auxquelles sont confrontés les élèves et leurs maîtres. Parallèlement à ces discours institutionnels, on peut en particulier relever l'importance, d'une part, de la vulgarisation et de la médiation scientifiques, et d'autre part de productions artistiques, et en particulier littéraires, s'appropriant des thématiques scientifiques.

Vulgarisation scientifique

On peut distinguer deux catégories de vulgarisation scientifique, selon le rapport à la connaissance adopté par le vulgarisateur.[45]

a/ Point de vue externe : le vulgarisateur se contente de rapporter frontalement, en le simplifiant éventuellement, un discours d'**autorité**. La

---

comme foncièrement vraies par toute personne car cette personne y ajoutera elle-même les circonstances *qui, seules, en font des phrases ayant un sens* ». Henri Broch, « Les Effets de la Zététique ». Accessible en ligne : http://webs.unice.fr/site/broch/enseignement.html#FACETTES (consulté août 2014)

43. Henri Broch, *Le Paranormal : ses documents, ses hommes, ses méthodes*, Seuil, coll. Points sciences, 1989.

44. « *Vérifier la (les) cohérence(s) ; Les anomalies ne sont pas un fondement ; Un scénario n'est pas une loi ; Quantité n'est pas qualité ; Un mot écrit n'est pas auto-validant ; L'analogie n'est pas une preuve ; L'inexistence de la preuve n'est pas la preuve de l'inexistence ; La non-impossibilité n'est pas un argument d'existence ; Possible n'est pas toujours possible ; Compétitif n'est pas forcément contradictoire ; La bonne foi n'est pas un argument ; Positionner le curseur vraisemblance ; Situer l'hypothèse sur l'échelle vraisemblance ; Accorder toute son importance à l'incertitude d'un résultat ; Une analyse globale ou statistique est souvent concluante ; Se montrer prudent dans l'interprétation ; Ne pas oublier l'exposition sélective et la validation subjective ; La nature est sûre ; La parcimonie est de règle ; Le mode de rejet des données est significatif ; Une théorie scientifique est testable, réfutable ; L'inférence est nécessaire ; Une allégation extra-ordinaire nécessite une preuve plus qu'ordinaire ; Le bizarre est probable ; L'erreur est humaine, la faillibilité permanente ne l'est pas ; L'origine de l'information est fondamentale ; La compétence de l'informateur est également fondamentale ; La force d'une croyance peut être immense ; L'illusionnisme a un rôle critique important ; L'histoire des sciences et techniques a son utilité ; Le contexte est important; L'alternative est féconde ; La charge de la preuve appartient à celui qui déclare.* » Henri Broch, « Les Facettes de la Zététique ». Accessible en ligne : http://webs.unice.fr/site/broch/enseignement.html#FACETTES (consulté août 2014)

45. Pierre Lazlo, *La Vulgarisation scientifique,* P.U.F., coll. Que sais-je ?, 1993.

justification des éléments vulgarisés repose souvent sur des formulations du type « *Les physiciens savent aujourd'hui que…* », « *Le Pr. X. explique que…* » (mais faisant l'économie de l'explication complète), etc.

b/ Point de vue impliqué : même s'il la dérive d'un discours primaire, le vulgarisateur [46] expose sa propre compréhension de son sujet. Toute proportion gardée,[47] la scientificité éventuelle de son discours est alors subordonnée aux mêmes contraintes et aux mêmes critères que celle d'un discours primaire.

Médiation scientifique

Certains auteurs distinguent la vulgarisation de la médiation scientifique dont l'objet est de créer du lien entre le monde scientifique et un public donné afin de permettre à ce dernier d'accéder à un savoir scientifique. De ce point de vue, la communication publique de la science n'est pas neutre, on voit alors apparaître des objectifs et des recommandations visant à promouvoir une médiation "responsable".

Ainsi le collectif *Révoluscience*[48] dégageait-il par exemple, entre autres, les objectifs de « *valoriser la démarche de recherche comme attitude citoyenne et démocratique* » ou « *d'intégrer des problématiques étiques et environnementales aux discours sur la science* » mais aussi « *d'expliciter la* ***robustesse*** *et* ***l'objectivité*** *de la recherche* » ou encore de « *ne pas oublier le* ***caractère construit*** *de la connaissance scientifique, qu'elle est une représentation du monde et pas la réalité elle-même* ».[49] Dans l'esprit, ces derniers objectifs apparaissent assez proches de ceux du NRC qui ont présidé à l'élaboration des objectifs éducatifs américains.[50]

Fiction spéculative et science-fiction

> *« Il n'y a pas de différence (au plus haut niveau) entre la froide intelligence spéculatrice et l'intuition de l'artiste. Il y a quelque chose d'artistique dans la découverte scientifique et quelque chose de scientifique dans ce que les naïfs nomment les "géniales intuitions de l'artiste". »*
>
> Umberto Eco[51]

---

46. Notons que qualifier un discours de "vulgarisation" revient déjà à « *prendre parti dans son analyse* », en le considérant comme secondaire, au regard d'un discours supposé primaire, et que « *cette délimitation de l'extériorité d'un discours masque une argumentation d'autorité* ». D. Jacobi, « Sémiotique du discours de vulgarisation scientifique », in *Semen*, 2 , 1985. Accessible en ligne : http://semen.revues.org/4291 (consulté août 2014)
Nous n'envisageons ici que le cas idéal de discours clairement identifiés comme tels par leur auteur ou par le contexte (e.g. article d'un journal grand public ou d'une revue de vulgarisation)

47. Le niveau technique d'un discours de vulgarisation, quoique par construction très inférieur à celui d'une communication académique, peut être largement comparable à celui d'un enseignant de l'école primaire et *a fortiori* d'un élève.

48. Collectif animé en particulier par Richard-Emmanuel Eastes. Voir par exemple : http://infusoir.hypotheses.org/288 (consulté août 2014).

49. Accessible en ligne sur le site du groupe Traces : http://traces.iec.ens.fr/images/downloads/manifeste/le_manifeste_revoluscience.pdf (consulté août 2014)

50. cf. sections 2.3.3.1.2. et 2.4.3.

51. U. Eco, *De Superman au surhomme* (*Il superuomo di massa*, 1976) ; Grasset, Paris, 1993, p. 155.

La question de la scientificité d'une œuvre artistique peut apparaître paradoxale, même lorsqu'elle fait intervenir un concept, un objet ou une image de nature scientifique[52]. Elle a en particulier été débattue à propos de la littérature de science-fiction,[53,54] que certains n'hésitent pas à présenter comme le lieu littéraire des images de la science,[55] quand d'autres, comme Jacques Derrida, y voient « *la métaphore de la pensée théorique moderne.* (…) *ce cercle sans bord dont je suis exclu* »[56].

Du fait précisément de son intrication avec la science, revendiquée dans son nom même,[57] la définition de la science-fiction est une difficulté classique. Une première attitude consiste à réfuter la possibilité même d'un critère externe d'appartenance au genre, lié ou non à son contenu d'intérêt scientifique. Elle conduit par exemple Norman Spinrad à définir, au risque de la circularité assumée, « *la science-fiction comme toute chose publiée sous le label* science-fiction »[58]. *A contrario*, nombre de scientifiques semblent se contenter, dans le même esprit, de tenir pour « non scientifique toute chose publiée sous le label *science-fiction* ».

Une deuxième approche consiste à considérer la science-fiction sous l'aspect de ses spéculations d'ordre scientifique. Dans la norme la plus rigoureuse de l'exercice science-fictionnel (souvent désignée sous le terme de *hard science fiction*[59]), les règles et les contraintes s'appliquant à ses spéculations, en particulier en termes d'argumentation et de **cohérence interne** et **externe**, peuvent être pratiquement aussi strictes que pour les spéculations proprement scientifiques. Certains théoriciens précoces de la SF, comme Robert Heinlein[60] et Reginald Bretnor, vont même jusqu'à la considérer comme indissociable de la méthode scientifique, au point de la définir comme :

> Des histoires révélant, non seulement dans leur argument et leur décor, mais aussi par les pensées et les motivations de leurs personnages, que l'auteur est conscient de la méthode scientifique en tant que fonction humaine, ainsi que des potentialités inhérentes à son exercice.[61]

---

52. Qui peuvent en faire par ailleurs un instrument de vulgarisation, voire un outil de pédagogie scientifique, justiciable de ce point de vue des contraintes évoquées à ce propos.

53. « *Un constat préalable est que cette littérature est presque toujours présentée sous l'angle des idées et non de son fonctionnement verbal, textuel, scriptural, littéraire. L'exercice définitoire auquel tous les ouvrages existants consacrent volontiers une partie apparaît donc comme un essai d'histoire des idées, ou une spéculation philosophique.* » Irène Langlet, *La Science-fiction. Lecture et poétique d'un genre littéraire*, Armand Colin éd., Paris, 2006, p. 7.

54. Richard Saint-Gelais, *L'Empire du pseudo. Modernités de la science-fiction*, éd. Nota Bene, Québec, 1999.

55. Gérard Klein, « Des images de la science à la science-fiction », in *Galaxies* n°11, déc. 1998, pp. 157—165.

56. J. Derrida, in *L'Effet science-fiction*, dir. I. & G. Bogdanoff, éd. R. Laffont, coll. Ailleurs & Demain, 1979, p. 199.

57. Yves Bardière, « De l'ASF à la SF : variations lexicales sur un même thème », in *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*, dir. Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle, éd. Somnium, 2013, pp. 23-28.

58. Norman Spinrad, alors président de l'Association américaine des écrivains de SF (SFWA) ; in *L'Effet science-fiction*, op. cit., p. 305.

59. Dans le même sens où la physique peut être considérée comme une science "dure".

60. R.A. Heinlein, « Grandeur et misères de la science-fiction », in *Robert Heinlein et la pédagogie du réel*, éd. Somnium, Nice, 2008, pp. 122-160. Voir aussi Éric Picholle, « Trois fonctions littéraires de la *hard SF* : rupture, transmission et création », op. cit.

61. Reginald Bretnor, « The Future of Science Fiction », in *Modern Science Fiction*, Advent, Chicago, 1953.

Si l'on ne considère, comme c'est souvent le cas en SF, que des spéculations assez lointaines, non justiciables à court terme d'une expérimentation, les critères de scientificité relatifs à l'expérimentation n'apparaissent en revanche pas pertinents autrement que par « *les pensées et les motivations* » des personnages.

Une différence essentielle est bien sûr qu'on ne présuppose pas l'existence physique des objets représentés qui, dans une fiction, se confondent avec leur représentation diégétique. Par ailleurs, ils ne sont habituellement considérés que dans la **réalisation particulière** de l'histoire. Une conséquence en est que, si l'auteur de *hard SF* confronte autant que possible ses spéculations aux faits scientifiques[62] connus *au moment de la composition de son œuvre*, il ne se préoccupe ni de les généraliser, ni de les valider *a posteriori,*[63] au contraire du physicien. Ainsi, pour Umberto Eco :

> « *L'auteur de science-fiction est tout simplement un scientifique imprudent /.../ La science, une fois qu'elle a proposé une loi, cherche immédiatement à la vérifier ou à prouver qu'elle est fausse. La SF, elle, renvoie à l'infini et la vérification est son contraire* »[64].

Une autre différence majeure concerne la **communication**. Si le "contrat de lecture" d'une œuvre de science-fiction impose à l'auteur de distiller au lecteur tous les éléments (explicites ou contextuels[65]) nécessaires à l'appréciation de ses enjeux spéculatifs, il est souvent plus ludique[66] et moins codifié que celui d'une communication scientifique, et ne présente en particulier aucune contrainte d'**exhaustivité**.

Une dernière approche, calquée sur celle que nous avons adoptée pour la science-elle-même, consiste à considérer la (*hard*) science-fiction comme une « culture savante »[67] spécifique, émanant d'une communauté bien identifiée (*via* ses revues, ses prix, etc.), et disposant de ses propres mécanisme de validation et d'institutionnalisation. Comme pour la culture scientifique, ou pourra alors parler de "monde 2_{SF}" d'un individu donné, ainsi que d'un "monde 3_{SF} ".

La question de la scientificité d'une œuvre de science-fiction revient alors à se demander si elle peut appartenir *simultanément* au "monde 3_{SF} " et au "monde 3 scientifique" — ce qui suppose qu'elle vérifie *indépendamment* tous

---

62. Mais pas nécessairement des théories, que rien n'interdit à un auteur d'anticipation d'imaginer dépassées. Ainsi, pour Robert Heinlein, « *l'auteur de science-fiction n'est limité ni par les théories couramment admises, ni par l'opinion populaire ; il doit seulement respecter les faits établis.* » ; in « Grandeur et misères de la science-fiction », op. cit, p. 128.

63. L'obsolescence des hypothèses d'une œuvre de fiction spéculative ne change rien ni à sont statut, ni à sa qualité littéraire.

64. Umberto Eco, « Science et science-fiction », in *France XXIe siècle,* revue *Science-Fiction* n° 5, éd. Denoël, 1985, pp. 210–221.

65. Éric Picholle, « Le Vrai puits et abyme de la (xeno-)encyclopédie » in *Science-Fiction et didactique des langues,* op.cit., p. 259-271.

66. Quoique pas nécessairement moins formels, certains jeux spéculatifs de *hard SF* pouvant s'avérer extrêmement techniques et pratiquement réservés à un public de solide culture scientifique. Voir par exemple, de Greg Egan, *Incandescence*, Gollancz, Londres, 2008 (inédit en français), et les compléments calculatoires qu'il juge utile de proposer à ses lecteurs sur son site internet : http://gregegan.customer.netspace.net.au/ (consulté août 2014).

67. Au sens du § 2.2.2.2.5.

les critères (de scientificité et, si l'on ose le néologisme, de science-fictionnalité) d'appartenance à ces deux ensembles.

Nous nous contenterons ici d'établir que l'intersection de ces deux ensembles n'est pas vide, en exhibant un cas particulier répondant incontestablement[68] à toutes les exigences des deux communautés.

L'expérience de pensée dite des "Jumeaux de Langevin" a donné lieu à un certain nombre de déclinaisons fictionnelles, dont l'une des plus connues est le roman pour la jeunesse *L'Âge des étoiles*, de Robert Heinlein (1956),[69] qui met effectivement en scène deux jumeaux, dont l'un explore l'univers dans un vaisseau capable de voyager à une vitesse proche de celle de la lumière, alors que l'autre continue à vivre sur Terre. Réputé pour la rigueur de ses références scientifiques, Heinlein y commet pourtant l'une de ses plus graves erreurs physiques, en permettant aux jumeaux de rester en contact par un lien télépathique instantané, ce qui réintroduit la notion de simultanéité dans un cadre einsteinien.[70] Cette difficulté est en particulier relevée par Gregory Benford, un jeune auteur de *hard science fiction* qui, en réponse, démontre en 1970 qu'une telle transmission instantanée à distance, qu'il baptise "anti-téléphone", ouvrirait la possibilité d'une transmission d'information dans le passé, voire, plus généralement, du voyage dans le temps.[71] Heinlein intègre alors cette possibilité dans un nouveau cycle romanesque, dit du *Multivers*, qu'il inaugure en 1973 avec *Time Enough for Love*,[72] dans lequel il revisite en profondeur, du point de vue d'un voyageur temporel, son précédent cycle, alors devenu un grand classique SF, de l'*Histoire du futur*.

Compte tenu à la fois de la notoriété des deux auteurs majeurs en controverse et du statut de classique de la SF aussi bien de l'œuvre fautive que de celle qui en résulte, toutes deux des *best-sellers* incontestables toujours largement disponibles un demi-siècle après leur publication initiale, l'épisode ainsi que l'ensemble de ses éléments appartiennent au monde 3_{SF}.

Il se trouve par ailleurs que Gregory Benford, astrophysicien à l'Université de Californie, Irvine, avait produit une analyse scientifique complète de son anti-téléphone, et choisi de la publier dans la *Physical Review*,[73] avec toutes les garanties de scientificité afférentes. Ainsi institutionnalisé et régulièrement cité, cet article appartient donc par ailleurs au monde 3 scientifique. Q.E.D.

---

68. Un exemple plus classique pourrait être le *Somnium* de Johannes Kepler (ca. 1609), dont on peut considérer qu'il est à la fois, par le thème et le projet, une œuvre majeure de proto-SF, appartenant donc au monde 3_{SF} ; et un élément majeur de la culture scientifique (monde 3 scientifique), aussi bien par la personnalité de son auteur que par le fait qu'y apparaît pour la première fois le concept majeur d'apesanteur. Toutefois, il ne semble y avoir de consensus sur l'appartenance de cette œuvre singulière ni au champ SF, ni à la science moderne.

69. Robert A. Heinlein, *L'Âge des étoiles* (*Time for the Stars*, 1956), éd. Livre de poche, 2010. Couverture de Manchu.

70. Ugo Bellagamba et Éric Picholle, « Vertiges spatio-temporels », in *Solutions non satisfaisantes. Une anatomie de Robert A. Heinlein*, Les moutons électriques éd., Lyon, 2007, pp. 175-184.

71. G. Benford, entretien privé avec Éric Picholle, Nantes, 2008.

72. Robert A. Heinlein, *Time Enough for Love*, 1973 (inédit en français) ; éd. Penguin Group US, 1987.

73. G.A. Benford, D.L. Book et W.A. Newcomb, « The Tachyonic Antitelephone », *Phys. Rev. D* 2, 1970, pp. 263-265.

2.1.4.8. Récapitulatif

Au final, toutes sortes de pratiques, légitimes ou non, peuvent se rencontrer aux marges de la science. L'examen d'un corpus para-scientifique choisi pour rendre compte de cette diversité et l'analyse plus détaillée de quelques cas particuliers fait apparaître peu d'éléments de scientificité spécifiques.

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Auto-correction			Prise en compte des arguments contraires	Connectivité avec les autres disciplines

Tableau 2.1.4.8.a. : Éléments de scientificité spécifiques au corpus para-scientifique

La plupart des pratiques para-scientifiques ne revendiquent pas particulièrement une quelconque scientificité. Lorsque c'est le cas, les situations de fraude pure et simple ne posent pas non plus de problème théorique particulier : elles sont justiciables, lorsqu'elle sont détectées, de l'impératif général d'**intégrité** du scientifique.

En termes de réflexion sur la nature de la science, les pratiques parascientifiques ne posent donc de difficulté que lorsqu'une revendication de scientificité de bonne foi apparaît injustifiée. Une exclusion *a priori* de telles revendications, de pure autorité, ne saurait elle-même être considérée comme une réponse scientifique recevable. Celle-ci passe au contraire par d'une forme d'*enquête* scientifique astucieuse, basée sur les critères de scientificité en vigueur dans la communauté scientifique.

Des analystes notoires comme Langmuir pour la science pathologique ou Bunge pour les pseudo-sciences identifient dans de telles situations des *faisceaux d'indices* ou de *symptômes* (chacun pris isolément n'étant pas nécessairement rédhibitoire), susceptibles d'alerter l'esprit critique de l'observateur et de l'amener à resserrer ses contrôles habituels de scientificité, plutôt qu'à appliquer mécaniquement des tests ou des règles spécifiques.

Méthodologie scientifique	**Observation/ Expérience**	**Discours**	**Argumentation & théorisation**	**Généralités sur la science**
Des théories fantastiques contraires à l'expérience sont suggérées.	L'effet maximum observé est produit par une cause dont l'intensité est à peine détectable, et son importance est substantiellement indépendante de l'intensité de la cause. La magnitude de l'effet demeure proche de la limite de la détectabilité ; ou de nombreuses mesures sont nécessaires du fait de la très basse signification statistique des résultats.	Revendication d'une grande précision Utilisation d'un langage obscurantiste	Des excuses *ad hoc* sont conçues au vol en réponse aux critiques. Abus d'hypothèses *ad hoc* pour échapper à la réfutation Inversion de la charge de la preuve Dépendance excessive envers les témoignages et les indices anecdotiques	Le rapport des partisans et des détracteurs monte aux environs de 50% puis diminue graduellement jusqu'à l'oubli.

Tableau 2.1.4.8.b. : Récapitulatif des symptômes d'alerte extraits du corpus para-scientifique

5.2.2. IDENTIFICATION DE CRITERES ADAPTES A L'ECOLE

2.2.1. Contraintes et stratégie

On cherche à établir un jeu de critères de scientificité opératoires à l'école primaire qui 1/ portent sur des pratiques particulières adaptées au niveau des élèves, 2/ permettent de discriminer pratiques scientifiques et non scientifiques et 3/ restent recevables pour la science professionnelle.

Pour cela, on passe systématiquement en revue les éléments de scientificité précédemment identifiés, en envisageant chaque fois leur pertinence aussi bien en termes de pratique professionnelle que de possibilité d'application au niveau du primaire. On regroupe les éléments de scientificité dont les nuances de formulation ne correspondent à aucun objectif de formation (e.g. contraintes de « transmission » et de « communication » de l'information ; « vérifiabilité » et « testabilité » d'une proposition).

Sont alors considérés comme inadaptés les éléments de scientificité :

a/ *A priori* pertinents au regard d'une démarche scientifique globale, ou *a fortiori* de la science tout entière, mais non d'une pratique particulière.

Il convient de noter que ce choix est à l'opposé de l'approche *top-down* de la Nature de la science par des théoriciens comme N. Lederman.

b/ Insuffisamment discriminantes.

Là encore, il ne s'agit pas ici de souligner, comme l'approche *top-down* y invite parfois, l'importance intrinsèque de tel ou tel élément pour la démarche scientifique, mais d'identifier ce qui permet de la démarquer d'activités non scientifiques.

c/ Dont l'application stricte exclurait une pratique scientifique *a priori* légitime[74].

On définit pour cela trois archétypes de pratiques scientifiques individuelles[75] qu'on passe au crible de chaque élément de scientificité :

- celle du « pur théoricien » qui ne réalise lui-même ni observation ni expérimentation.
- celle du « pur expérimentateur » qui met en œuvre une technique expérimentale unique.
- celle du scientifique « purement spéculatif », dont les recherches portent sur des phénomènes entièrement inaccessibles à l'expérience dans un futur prévisible. [76]

---

74. « *Dans une discipline aussi vaste que la physique, il y a place pour toutes sortes d'individus, depuis les expérimentateurs de tout poil jusqu'aux théoriciens les plus divers. La collaboration de tous est nécessaire pour explorer et comprendre la nature. La conception d'appareils scientifiques et la recherche mathématique constituent deux activités qui n'ont pas pour objectif direct la découverte de nouvelles lois physiques mais participent néanmoins du même projet de compréhension de la nature. Bien que la conception d'appareils relève plus de l'artiphysique que de la physique proprement dite et que la recherche mathématique en physique soit plus orientée vers la résolution de problèmes mathématiques posés par le développement de la physique théorique, il ne viendrait l'idée à personne de considérer ces deux activités comme des activités parasites.* » Mario Bunge, *Philosophie de la physique* (*Philosophy of Physics*, 1973) ; éd. Seuil, Paris, 1975, p. 31. Par "artiphysique", Bunge entend ce qui relève d'une forme d'"artisanat" dans la conception des expérimentations en physique.

75. Par opposition à la démarche collective plus vaste dont ils participent et qui, elle, implique souvent la conjonction de pratiques et de compétences très diverses, aussi bien théoriques qu'expérimentales et spéculatives.

d/ Dont l'application stricte exclurait les pratiques élémentaires compatibles avec le niveau d'un élève de l'école primaire.

On définit pour cela un archétype de bon élève de cycle 3, à partir des compétences reconnues par les programmes scolaires aux élèves de cet âge (cf. chapitre 2, § 2.3.3.). Les compétences réputées non accessibles à un élève de cours moyen ne le sont *a fortiori* pas plus à un plus petit.

e/ Dont l'application stricte exclurait des pratiques *a priori* légitime en cours de sciences à l'école primaire.

L'incompatibilité avec une seule de ces contraintes suffit à éliminer un élément de scientificité comme inadapté à la science scolaire. Leur examen conduit par ailleurs à l'identification de nouvelles redondances et à de nouveaux regroupements.

2.2.2. Examen des éléments de scientificité

Remarque : Pour chaque élément de scientificité considéré comme inadapté à la science scolaire, on ne donne ici qu'un argument, même lorsque plusieurs concourent à son élimination.

Les éléments de scientificité restant susceptibles d'être pertinents à l'école primaire au terme de ce passage au crible seront à l'inverse discutés en détail dans la section § 5.2.3.

2.2.2.1. Éléments méthodologiques

Élément de scientificité	**Pertinence**	**au regard de pratiques scientifiques légitimes**	**Conclusion**
		au regard des pratiques scolaires	
Primauté de l'expérience	Crucial		**Pertinent**
	Crucial		
Distinction consciente entre le monde physique et ses représentations	Souvent implicite		**Pertinent**
	Objectif majeur de formation		
Transmission Communication	Crucial		**Pertinent**
	Objectif majeur de formation		
Navigation entre général et particulier	Crucial		**Pertinent**
	À adapter en fonction du spectre de généralité accessible aux élèves		
Identification et rejet de mauvaises pratiques	Souvent implicite		**Pertinent**
	Crucial		
Renoncement à la recherche de causes premières	Pertinent au regard de la science en tant qu'aventure collective, rarement au niveau des pratiques individuelles des scientifiques		***Inadapté***
	Enjeux très abstraits, hors de portée des élèves du primaire		
Méthode hypothético-déductive Présence d'hypothèses	Exclut les activités purement observationnelles ; peu compatible avec les phases d'expérimentation sauvage.		***Inadapté***
	idem		

76. e.g. modélisation de l'intérieur d'un trou noir ; ou encore, spéculations théoriques sur l'"anti-téléphone" de Benford (cf. *supra*, § 2.1.4.7.)

Honnêteté intellectuelle	Crucial	**Pertinent**
	Crucial	
Ténacité	Qualité utile plutôt que critère de scientificité	***Inadapté***
	L'élève est rarement maître du temps consacré à une investigation.	
Résoudre des problèmes	Dans l'acception kuhnienne de "*puzzle*" scientifique, l'enjeu porte sur un projet de recherche global plutôt que sur une pratique particulière ; dans l'acception courante, banal.	***Inadapté***[77]
	Formulation très générale et peu discriminante dans l'acception courante	
Diversité des méthodes	S'applique à l'entreprise scientifique collective ; au niveau des pratiques individuelles, incompatible avec certaines démarches très spécialisées.	***Inadapté***
	Rarement compatible avec les contraintes temporelles associées à un point particulier du programme	
Questionnement	Banal	***Inadapté***
	Non discriminant ; les élèves de primaire se posent des questions à tout propos.	
Prédiction	Incompatible avec les activités purement observationnelles	***Inadapté***[78]
	idem ; risque de confusion entre le simple énoncé d'une intuition et la mise en application d'un modèle ou d'une loi.	
Coopération	S'applique à l'entreprise scientifique collective ; incompatible avec des démarches légitimement individuelles.	***Inadapté***[79]
	Exclut les activités en autonomie.	
Auto-correction	Crucial	***Redondant***[80]
	Crucial	

Tableau 2.2.2.1. : Pertinence des éléments de scientificité méthodologiques dans un contexte scolaire

2.2.2.2. Éléments relatifs à l'observation et à l'expérience

Élément de scientificité	**Pertinence**	**au regard de pratiques scientifiques légitimes**	**Conclusion**
		au regard des pratiques scolaires	
Principe d'économie	Idéal souvent implicite plutôt que condition de scientificité		**Pertinent**[81]
	Rarement compatible avec les expériences proposées dont l'élève n'est pas maître ; apprentissage néanmoins important en ce qui concerne les productions de l'élève.		
Exhaustivité de la documentation	Idéal des publications scientifiques d'archive		**Pertinent**
	L'identification des éléments de documentation pertinents est un objectif d'apprentissage important.		

77. Si la résolution de problèmes se prête mal à la formulation d'un critère de scientificité *stricto sensu*, elle reste un élément essentiel de la science et pourra intervenir dans les tentatives de définition de celle-ci.

78. Sans être un critère de scientificité général, l'énoncé et la vérification de prédictions formelles reste un prérequis de la modélisation scientifique.

79. Une part essentielle de cet élément de scientificité est toutefois pris en compte dans le critère de communication.

80. La notion d'auto-correction au sens de Bunge est implicite dans les contraintes de primauté de l'expérience et de cohérence interne et externe.

81. Dans la limite où il s'applique aux productions de l'élève et en particulier à la documentation de l'expérience ou de l'observation.

Reproductibilité	Crucial	**Pertinent**
	Crucial	
Opportunité des expériences	Obligation élémentaire	**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage	
Maîtrise de l'instrumentation	Exclut le pur théoricien archétypal	***Inadapté***
	Incompatible avec les phases d'apprentissage ne reposant pas sur de l'instrumentation	
Robustesse	Crucial	**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage	
Analyse des données	Exclut les pratiques purement spéculatives	***Inadapté***
	Faiblement discriminant ; objectif d'apprentissage dépassant largement le champ de l'enseignement scientifique	

Tableau 2.2.2.2. : Pertinence des éléments de scientificité relatifs à l'expérimentation et à l'observation dans un contexte scolaire

2.2.2.3. Éléments relatifs au discours

Élément de scientificité	**Pertinence**	**au regard de pratiques scientifiques légitimes**	**Conclusion**
		au regard des pratiques scolaires	
Cohérence interne	Crucial		**Pertinent**
	Crucial		
Cohérence externe	Crucial		**Pertinent**
	Crucial		
Véhicule des connaissances spécifiques	Obligation élémentaire		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Cohérence formelle Cohérence symbolique	Obligation élémentaire		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Cohérence lexicale	Obligation élémentaire		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Relativité des discours scientifiques	Parfois implicite		**Pertinent** [82]
	S'oppose à la tentation de généralisation abusive.		
Problématisation	Critère abstrait portant sur une démarche globale plutôt que sur des pratiques particulière		***Inadapté***
	Peu discriminant		
Construction d'explications	Exclut le pur expérimentateur archétypal		***Inadapté***
	Peu discriminant		
Vérifiabilité (d'une proposition) Testabilité (*idem*)	Au sens de Wittgenstein, contrainte très abstraite rarement pertinente pour le pur expérimentateur archétypal		***Inadapté***
	Distinction trop abstraite pour l'école primaire		

Tableau 2.2.2.3. : Pertinence des éléments de scientificité portant sur le discours dans un contexte scolaire

82. Concrètement c'est le maître qui détermine ou cautionne la généralité du discours des éléments. Cet élément de scientificité s'adresse donc autant au maître qu'aux élèves.

2.2.2.4. Éléments relatifs à l'argumentation

Élément de scientificité	Pertinence au regard de pratiques scientifiques légitimes / au regard des pratiques scolaires	Conclusion
Apodicticité	Exclut l'astrophysicien purement spéculatif archétypal	***Inadapté***
	Le concept même de démonstration n'est pas au programme de l'école primaire.	
Respect de la logique	Crucial	**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage	
Cohérence interne	Crucial	***Redondant*** [83]
	Crucial	
Non scolasticité	Crucial	**Pertinent**
	Le rejet de l'argument d'autorité dans une argumentation scientifique est un objectif d'apprentissage essentiel	
Autonomie de la physique	Partiellement obsolète dans un contexte disciplinaire bien identifié	***Redondant*** [84]
	Couvert à l'école par un « principe de neutralité » plus général	
Simplicité Économie Rasoir d'Ockham	Principe esthétique rarement invoqué explicitement	***Inadapté*** [85]
	La notion d'argumentation est encore en cours d'acquisition au primaire ; celles de sa simplicité ou de son élégance apparaissent donc prématurées.	
Univocité du langage scientifique	Idéal partiellement obsolète[86]	***Inadapté*** [87]
	Contrainte non respectée dans les programmes (e.g. : racine carrée d'un nombre / racine d'une fleur).	
Rejet des arguments *ad hoc*	Des arguments *ad hoc* sont légitimes pour justifier une approximation dans un cas particulier.	***Inadapté***
	Les raisonnements des élèves du primaire dépassent rarement le cadre du problème particulier considéré.	
Argumentativité	Exclut le pur expérimentateur archétypal	***Inadapté***
	Peu discriminant	
Prise en compte des arguments contraires	Obligation élémentaire	***Redondant*** [88]
	Objectif d'apprentissage	

Tableau 2.2.2.4. : Pertinence des éléments de scientificité portant sur l'argumentation dans un contexte scolaire

83. La cohérence interne de l'argumentation peut souvent se décomposer d'une part en obligation du respect de la logique et d'autre part en exigence de cohérence du discours.

84. L'apparition dans une argumentation scientifique d'arguments d'autorité liés à la religion ou à la politique est par ailleurs couverte par celle de "non scolasticité".

85. Dans toute sa généralité du moins. L'économie d'une documentation ou d'une loi font l'objet d'un traitement séparé.

86. Par exemple, le terme de "photon", dont le sens est très technique en optique quantique, est désormais employé très largement en physique classique.

87. Si on la limite à un contexte d'application particulier, la contrainte est par ailleurs couverte par celle de "cohérence lexicale". L'univocité des lois fait l'objet d'un traitement séparé.

88. Les obligations de cohérence externe du discours et de primauté de l'expérience couvrent la prise en compte des arguments contraires.

2.2.2.5. Éléments relatifs à la théorisation

Élément de scientificité	Pertinence	au regard de pratiques scientifiques légitimes au regard des pratiques scolaires	Conclusion
Apodicticité	Exclut le scientifique purement spéculatif archétypal		***Inadapté***
	Le concept même de démonstration n'est pas au programme de l'école primaire.		
Économie (loi)	Au terme de leur phase d'institutionnalisation, la formulation des lois s'avère en général économique.		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Univocité (loi)	Crucial		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Robustesse (loi)	Crucial		**Pertinent**
	Objectif d'apprentissage		
Efficacité	Objectif majeur		***Inadapté***
	L 'efficacité d'une approche est souvent connue *a priori* par l'enseignant.		
Fécondité Efficacité heuristique	Objectif majeur		***Inadapté***
	L'intérêt pédagogique d'une approche prime souvent sa fécondité heuristique.		
Pouvoir explicatif des théories	Exclut le scientifique purement spéculatif archétypal		***Inadapté***
	À l'école primaire, la théorisation se limite souvent au niveau de généralité de la loi, de faible pouvoir explicatif.		
Concordance avec la réalité	Exclut le scientifique purement spéculatif archétypal		**Redondant** [89]
	Objectif d'apprentissage		
Réfutabilité	Critère controversé		***Inadapté***
	Trop abstrait pour des élèves du primaire		
Modélisation	Exclut le pur expérimentateur archétypal		***Inadapté***
	Objectif d'apprentissage général, non pertinent pour certaines pratiques purement observationnelles.		

Tableau 2.2.2.5. : Pertinence des éléments de scientificité portant sur la théorisation dans un contexte scolaire

2.2.2.6. Éléments divers

Élément de scientificité	Pertinence	au regard de pratiques scientifiques légitimes au regard des pratiques scolaires	Conclusion
Variété des formes de connaissance	Constat non spécifique		***Inadapté*** [90]
	Idem, non discriminant		
Caractère provisoire	Constat non spécifique		***Inadapté*** [91]
	Idem, non discriminant. Les élèves ont l'habitude des connaissances remises en cause et approfondies d'année en année.		
Subjectivité	Exclut le pur expérimentateur archétypal		***Inadapté***
	À l'école primaire, les élèves ne sont pas maîtres des expériences		

89. Couvert par les contraintes de primauté de l'expérience et de cohérence externe.

90. L'objectif pédagogique de disqualification d'une vision monolithique de « la Science » peut être traité *via* la contrainte de non scolasticité.

91. L'accent permanent mis sur la primauté de l'expérience lors des séquences en démarche d'investigation implique directement le caractère provisoire de toute connaissance.

	auxquelles ils procèdent. L'influence de la théorie porte d'abord sur les choix du maître.	
Ancrage social et culturel	Constat non spécifique	***Inadapté***[92]
	A l'école primaire, l'ancrage primordial de la science est le programme. La contextualisation des connaissances est hors de portée des écoliers.	
Imagination et créativité	Objectif portant sur les phases de conception plutôt que sur les pratiques des phases d'exécution	***Inadapté***
	Peu discriminant	
Degré de certitude variable	Constat non spécifique	***Inadapté***
	À l'école primaire, l'autorité du maître confère une valeur de certitude uniforme aux connaissances qu'il valide.	
Présomption de causalité	Non consensuel (e.g. interprétation de Copenhague de l'émission spontanée d'un photon)	***Inadapté***
	Exclut les pratiques purement observationnelles	
Connectivité avec les autres disciplines	Exclut le pur expérimentateur archétypal	***Inadapté***
	A l'école primaire, c'est *a contrario* la différentiation qui provient des choix pédagogiques du maître.	

Tableau 2.2.2.6. : Pertinence des éléments de scientificité généraux dans un contexte scolaire

2.2.2.7. Récapitulatif

On retient donc un jeu de vingt-et-un éléments de scientificité susceptibles d'être pertinents pour qualifier la science scolaire.

Méthodologie scientifique	Observation / Expérience	Discours & Représentations	Argumentation & Théorisation[93]
Primauté de l'expérience **Distinction consciente entre le monde physique et ses représentations (=> Recul)** **Navigation entre général et particulier (=>-Exploitation du spectre de généralité)** **Identification et rejet de mauvaises pratiques / Honnêteté (=> Intégrité)** **Communication (=> Transmission)**	**Opportunité des expériences** **Reproductibilité** **Robustesse** **Exhaustivité de la documentation** **Principe d'économie (=>Economie)**	**Cohérence lexicale** **Cohérence formelle/symbolique (=> Cohérence symbolique)** **Cohérence interne (=> Non-contradiction interne)** **Cohérence externe (=> Non-contradiction externe)** **Véhicule des connaissances spécifiques (=> Non vacuité)** **Relativité des discours scientifiques**	**Respect de la logique (=> Cohérence logique)** **Non scolasticité** **Univocité (d'une loi)** **Robustesse (d'une loi)** **Economie (d'une loi)**

Tableau 2.2.2.7. : Critères de scientificité sélectionnés

92. Le fait que l'ancrage social et culturel ne donne pas lieu à un critère de scientificité opératoire pour des pratiques scientifiques concrètes ne préjuge pas de son importance pour la compréhension de la nature de la science.

93. Considérant leur faible nombre, on a rassemblé dans une même catégorie les critères de scientificité relatifs à l'argumentation et à la théorisation.

5.3. Un ensemble de critères de scientificité opératoires à l'école

Dans cette section technique, nous passons systématiquement en revue les critères de scientificité que nous avons retenus pour la science scolaire (sans distinguer à ce stade l'école maternelle de l'école élémentaire). Nous proposons pour chacun une formulation aussi opératoire que possible, c'est-à-dire, ici, dont il est facile de dériver un test de scientificité élémentaire utilisable en situation par les enseignants.

5.3.1. METHODOLOGIE SCIENTIFIQUE

Les contraintes portant directement sur la méthodologie scientifique elle-même sont souvent subtils. Nous avons choisi d'aborder d'entrée la catégorie la plus délicate. Elle rassemble des critères relatifs au comportement (4.3.1.1.), qui insistent sur la nécessité d'être honnête et de communiquer ses conclusions dans le cadre des « bonnes pratiques » ; la primauté de l'expérience (4.3.1.2) ; enfin, des critères relatifs à la représentation scientifique du monde (4.3.1.3.).

Méthodologie scientifique	Observation/ Expérience	Discours & Représentations	Argumentation & Théorisation
Comportement			
Intégrité **3.1.1.1.**			
Transmission **3.1.1.2.**			
Primauté de l'expérience **3.1.2.**			
Représentation du monde			
Recul **3.1.3.1.**			
Exploitation du spectre de généralité **3.1.3.2.**			

3.1.1. Comportement

Nous réunissons ici deux contraintes liées au caractère collectif de la science : la loyauté des contributeurs, sur laquelle repose la confiance de la communauté scientifique, et l'impératif de communication, qui la rend possible.

3.1.1.1. Intégrité

Un défaut d'intégrité est la première, la plus immédiate et peut-être la plus importante des causes de disqualification d'un discours ou d'une pratique scientifique. La science, comprise comme une entreprise collective, ne saurait en effet être efficace sans la confiance entre scientifiques sur laquelle elle repose (et qui n'est évidemment pas exclusive d'un contrôle mutuel permanent). La tradition épistémologique anglo-saxonne accorde ainsi une très grande importance à la notion de "bonnes pratiques", qu'elle définit en particulier par opposition à celle de "fraude scientifique", au sens très large défini par Charles Babbage[94]. Si le "canular scientifique" ou la "réduction de données" identifiés par ce dernier ne constituent pas un réel problème à l'école primaire, les élèves y sont extrêmement sensibles à la notion de "triche".

94. cf. Addendum 5.

Formulation

Critère d'intégrité
Aucune mauvaise pratique n'est identifiable.

A l'école, c'est le maître qui est, en dernier recours, le garant du respect des bonnes pratiques, au regard des règles qu'il a imposées à ses élèves. Il lui appartient donc, *a contrario*, de définir des "mauvaises pratiques", telles que nier l'évidence, mentir, tricher, fausser ses résultats pour avoir raison à tout prix, etc.

Commentaires

a/ Au-delà de ce qui pourrait apparaître comme une évidence première à tout pédagogue, il est important de noter que, dans un contexte d'initiation à la science, *la sanction scientifique de mauvaises pratiques d'un élève ne doit pas (ou pas seulement) se situer sur le plan moral ou disciplinaire, mais impliquer la disqualification de son discours pour l'activité scientifique concernée*, quelles que puissent être par ailleurs la qualité et la justesse de son travail ou de ses interventions.

b/ Notons d'autre part l'évolutivité du critère : la plupart des "bonnes pratiques" ne peuvent être définies comme telles qu'après un travail spécifique, voire, pour celles relatives à la manipulation de données quantitatives (barres d'erreur, probabilités, etc.), qu'à partir d'un certain niveau (e.g. collège ou toute fin de primaire pour des encadrements d'une valeur). D'autre part, sa validation n'est jamais que provisoire : de mauvaises pratiques peuvent être identifiées, et sanctionnées *a posteriori.*

3.1.1.2. Transmission

Communiquer est un processus complexe et son apprentissage l'un des enjeux majeurs de la pédagogie au primaire. L'objet de cette section n'est toutefois pas d'en explorer les subtilités, mais de rappeler sa centralité dans la démarche scientifique. Nous nous contenterons ici d'une formulation minimaliste du critère correspondant.

Formulation

Critère de transmission
Les conclusions ont été formellement communiquées.

Pour un scientifique professionnel, la communication formelle de ses résultats prend souvent la forme de leur présentation lors d'une conférence ou d'un article dans une revue professionnelle[95], par opposition à la mémoire informelle, à usage interne, que peut constituer un cahier de laboratoire.

95. Il arrive que certains résultats ne soient pas communiqués, pour des raisons de secret industriel ou militaire par exemple. Mais justement, et indépendamment de leur qualité et de leur importance, ils ne sont alors pas *scientifiques* au sens, *stricto sensu*, de la méthode scientifique habituelle.

A l'école, la communication de résultats hors de la classe est en revanche assez rare (même si cela arrive parfois, par le biais d'échanges interclasse par exemple). Au sein même de la classe, lors d'une séquence en démarche d'investigation par exemple, on peut toutefois distinguer des énoncés informels émis, sans validation, au cours d'un échange oral ou d'un écrit "de travail" assimilable à un brouillon (notes d'observation, etc.) ; et des énoncés formels, comme des comptes-rendus d'expérience ou des conclusions qui ont été validées par la classe entière ou par l'enseignant. Ce second type d'énoncé permet de conserver la mémoire du travail effectué, et peut être considéré comme un effort de transmission des connaissances produites.

Il appartient donc à l'enseignant de définir les normes communicationnelles qui valident formellement et institutionnalisent les conclusions des élèves. Ainsi, des normes graphiques (encadrés, écriture d'une autre couleur, etc.) peuvent distinguer énoncés formels et informels même lorsqu'ils cohabitent sur le même support (comme le cahier d'expériences[96]). Le respect de ces normes suffit à qualifier une communication formelle (ou *a contrario* une "mauvaise pratique" si elles sont appliquées à des énoncés non institutionnalisés[97]).

Commentaires

a/ La communication peut se trouver en échec du fait de la nature même d'une expérience,[98] ou faute de volonté à communiquer (e.g. un résultat confidentiel ou qui resterait au fond d'un tiroir). En toute rigueur, on aurait pu distinguer deux critères : l'un portant sur la *communicabilité* et l'autre sur la *communication effective* d'une information à autrui.

Dans le cadre scolaire, cette distinction ne paraît pas indispensable. Les concepts et les résultats au programme sont par construction classiques, ce qui garantit non seulement leur communicabilité, mais aussi l'existence d'un vocabulaire adapté. Le maître pourra donc toujours proposer des mots pour dire les concepts dont les élèves ont l'intuition sans être capable de les formuler.

b/ Notons que le critère de transmission ne préjuge en rien de la *qualité* du discours communiqué.

3.1.2. Primauté de l'expérience

Formulation

Critère de primauté de l'expérience
Les conclusions ne contredisent aucun fait d'expérience.

96. Edith Saltiel, *Guide méthodologique. La démarche d'investigation : comment faire en classe ?* (2005). Accessible sur le site de La Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014).

97. Présenter faussement comme validé un résultat qui ne l'a pas été, c'est "tricher", l'équivalent de s'attribuer soi-même une bonne note avant toute correction.

98. e.g. une expérience mystique ou passionnelle, parfois intrinsèquement incommunicable.

En d'autres termes, lorsqu'un fait dûment établi par l'expérience[99] est en contradiction avec le discours, c'est l'expérience qui prime, jusqu'à preuve du contraire et justification de son invalidation.

Commentaires

a/ Le discours scientifique est toujours provisoire et évolutif[100]. Une contradiction entre le discours et l'expérience est un moment fructueux d'une démarche d'investigation ; elle met en évidence une difficulté ou une erreur de formulation. L'énoncé problématique doit donc être reformulé après une réflexion sur les sources de la difficulté.

b/ Il convient toutefois de souligner qu'un fait d'expérience n'a, par définition, aucune généralité : le principe de primauté de l'expérience, dans le cas particulier concerné, n'est en aucun cas une affirmation de sa généralité.

Une conclusion portant sur *une autre* configuration expérimentale ne saurait donc être considérée comme contradictoire

> e.g. : l'énoncé « *l'eau bout à 100°C au niveau de la mer* » n'entre pas en contradiction avec l'observation d'une ébullition à 95° en altitude — alors que la primauté de l'expérience permet alors d'invalider l'énoncé plus général « *l'eau bout à 100°C* ».

c/ Il peut arriver que la contradiction provienne d'une erreur expérimentale ou de la documentation de l'expérience. Pour la résoudre on peut donc aussi être amené à reconsidérer ou refaire l'expérience. Mais il faut un argument expérimental supplémentaire, comme l'identification d'une erreur ou d'un paramètre pertinent négligé dans sa description, pour invalider un fait d'expérience.

3.1.3. Représentation du monde

Les démarches scientifiques impliquent la construction de représentations du monde, c'est à dire de *modèles* plus ou moins simplifiés, ainsi que la mise en rapport dialectique de ces représentations avec le monde physique.[101] Pour autant, toute utilisation d'un modèle n'est pas scientifique. Il est en particulier essentiel que l'emploi de ces représentations soit, d'une part, délibéré et conscient, et d'autre part qu'il ne se limite pas au seul cas particulier considéré. Nous introduisons donc ici les deux contraintes de *recul* et d'*agilité*.

---

99. Le terme "expérience" réfère ici aussi bien aux observations, expériences sauvages qu'aux expériences contrôlées (cf. 2.2.6.1.)

100. Rappelons que c'est l'un des principaux critères proposés par Norman G. Lederman & al. "*The Tentative Nature of Scientific Knowledge. Scientific knowledge, although reliable and durable, is never absolute or certain. This knowledge, including facts, theories and laws, is subject to change. Scientific claims change as new evidence, made possible through advances in thinking and technology, is brought to bear on this claims, and as extant evidence is reinterpreted in the light of new theorical advances, changes in the cultural and social spheres, or shifts in the direction of established research programs.*" In « Views of Nature of Science Questionnaire : Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners'Conceptions of Nature of Science », *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 39, n°6, p. 502 (2002).

101. Ou, dans le vocabulaire de Karl Popper, du "monde 3" des représentations construites avec le "monde 1" de la réalité physique.

3.1.3.1. Recul

L'intérêt principal d'un modèle est en général qu'il est plus simple et donc plus facile à manipuler que le système physique qu'il représente. Toutefois, un corollaire est qu'il est aussi nécessairement incomplet. La conscience de la différence entre l'objet et son modèle passe donc souvent par la réalisation de l'inexhaustible complexité des choses réelles, selon la belle expression d'Hermann Weyl[102].

Par ailleurs, les modèles sont informés par des théories, qui restent souvent implicites à l'école primaire. Ainsi la représentation de la lumière sous forme de *rayons* dérive directement de la théorie de l'optique géométrique et il importe de distinguer le concept théorique de rayon de la réalité physique de la propagation de la lumière.

Formulation

Critère de recul
Des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations sont identifiables.

Nous définissons donc le *recul* comme la distinction cognitive entre le monde physique et ses représentations (modèles, etc.). Toutefois, dans la mesure où il est difficile de déterminer objectivement ce dont un élève est ou non conscient, le critère de scientificité correspondant portera plutôt sur la présence de *marqueurs* de cette distinction.

Commentaires

a/ À l'oral, cette distinction peut être spontanément exprimée par l'élève, ou son expression provoquée par le maître à l'aide d'un questionnement spécifique. Elle peut aussi être ritualisée, par l'appel à des marqueurs systématiquement associés à des discours particuliers. Ainsi, dans le cas de rayons lumineux, la référence à une théorie existante (e.g. « *on a dit que l'on représentait la lumière par des rayons rectilignes* ») ou l'emploi d'une convention explicitement reconnue comme telle (e.g., sur un schéma, un trait avec une flèche).

b/ Notons que, pour des étudiants plus avancés (lycée et au-delà), l'appropriation et la maîtrise d'un langage scientifique formalisé peuvent constituer un marqueur de recul suffisant.

102. « *It is the nature of a real thing to be inexhaustible in content* », Hermann Weyl, Introduction à *Space, Time, Matter, Space, Time, Matter.* U.S.A. : Dover Publications, 1922.

3.1.3.2. Exploitation du spectre de généralité

Quel que soit le point de départ de l'activité scientifique, cette activité ne peut pleinement convaincre qu'en quittant le domaine de base : si elle expérimente, il faut raisonner ; si elle raisonne, il faut expérimenter.

Gaston Bachelard[103]

Pour le physicien professionnel, l'intérêt d'un concept ou d'une théorie générale est lié à sa capacité à s'appliquer à de nombreux cas particuliers. Inversement, il sait l'utilité de rassembler toute une série de cas particuliers pour en inférer une généralité. La navigation permanente entre le particulier et différents niveaux de généralité est en effet un élément essentiel de la méthode scientifique.

Formulation

Critère d'exploitation du spectre de généralité
Des marqueurs d'une navigation entre le général et le particulier sont identifiables.

Commentaires

Le physicien professionnel dispose souvent de toute une gamme d'énoncés de généralité variable à propos du même problème physique. Leur spectre de généralité est donc très large.[104]

> La notion *de largeur spectrale* est indépendante de celle de *niveau* de généralité. Ainsi, un pur théoricien ou un philosophe qui ne manipulerait que des énoncés de très haute généralité n'en présenterait pas moins un spectre de généralité étroit.

À l'école primaire, toutefois, les élèves ne disposent encore ni de l'arsenal formel de la physique mathématique, ni de la culture scientifique qui leur permettrait de corréler des phénomènes *a priori* très différents. Le niveau des généralisations qu'on y pratique est donc souvent modeste, et se limite souvent à l'expression d'une loi ou à la construction d'un modèle s'appliquant à une classe de phénomènes assez restreinte. Le spectre de généralité des énoncés disponibles y est donc étroit. La distinction entre énoncés particuliers et généraux n'en est pas moins essentielle, et la navigation systématique entre les deux un enjeu majeur de l'appropriation de la méthode scientifique.

En l'absence d'expression spontanée, l'enseignant peut s'assurer, en les questionnant, que les élèves distinguent bien général et particulier. Pour qu'il y ait navigation, une généralité nouvellement construite doit s'appliquer sur de nouveaux cas particuliers, choisis à dessein pour tester cette généralité. Dans le cas où les élèves utilisent une généralité, une "remontée" d'autres cas particuliers vers le général est également nécessaire. On qualifiera ici d'agile un élève qui navigue explicitement entre général et particulier et exploite le spectre de généralité dont il dispose dans sa totalité.

---

103. Gaston Bachelard, *Le Nouvel esprit scientifique* (1934), p. 7, éd. PUF, 1999.

104. Les notions de « largeur spectrale », de spectre « large » ou « étroit », etc. sont empruntées au lexique de la spectroscopie.

5.3.2. EXPERIENCE/ OBSERVATION

Toutes les expériences ne s'intègrent pas simplement dans une démarche scientifique. En pratique, à l'école, elles ne sont utilisables que si elles sont raisonnablement fiables, bien documentées et opportunes.

Méthodologie scientifique	**Expérience/ Observation**	Discours & Représentations	Argumentation & Théorisation
	Opportunité 3.2.1. ***Fiabilité*** **Reproductibilité 3.2.2.1.** **Robustesse 3.2.2.2.** ***Documentation*** **Exhaustivité 3.2.3.1.** **Economie 3.2.3.2.**		

3.2.1. Opportunité

En cours de sciences, les élèves peuvent être tentés de manipuler du matériel sans réflexion préalable ni intention particulière, que ce soit pour donner au maître l'impression qu'on travaille ou dans l'espoir d'un succès plus ou moins "magique". Lorsqu'ils agissent de la sorte, leurs expériences ne peuvent être considérées comme scientifiques. Il en est de même des expériences réalisées uniquement pour le plaisir de manipuler, "juste pour s'amuser" comme disent les élèves.

Formulation

Critère d'opportunité
L'expérience menée vise à acquérir ou à éprouver des connaissances spécifiques.

Commentaires

a/ L'opportunité d'une expérience fait en général peu de doute dans le cas d'une expérience contrôlée, conçue par l'élève autour de paramètres pertinents dûment identifiés, donc d'un modèle opératoire du phénomène considéré. Elle peut être moins évidente pour lui lorsqu'il reproduit une expérience conçue par le maître. Il est alors utile de s'assurer que l'élève peut en justifier la réalisation (sans que cette justification, qui peut évoluer à mesure qu'il affine sa compréhension de l'expérience, soit nécessairement, au début du moins, la même que celle du maître).

b/ Des expériences sauvages, "pour voir ce qui se passe", peuvent aussi s'avérer opportunes. C'est en particulier le cas au début d'une étude, lorsqu'on ignore encore tout d'un phénomène ou, quand on en a identifié les paramètres pertinents, lorsqu'on ne dispose pas pour autant de modèle opératoire. Une expérience peut alors constituer une pièce majeure de la construction d'un tel modèle, ce qui suffit amplement à la justifier.

Inversement, la même expérience "pour voir" est rarement opportune lorsqu'on dispose déjà d'un modèle opératoire du phénomène, qui

permettrait de concevoir une expérience contrôlée plus adaptée ; elle est alors plutôt, au contraire, révélatrice d'un manque de réflexion préalable.

Les circonstances de l'expérience sont donc déterminantes. En outre, la même expérience peut avoir une finalité scientifique pour les élèves et purement pédagogique pour le maître.

c/ Remarque : Une observation accidentelle n'est pas scientifique en soi. Elle peut néanmoins le devenir lorsqu'elle sert de déclencheur à une démarche scientifique complète, dans laquelle elle vient alors s'intégrer[105].

3.2.2. Fiabilité de l'expérience

Par opposition à la magie, réputée ne fonctionner que si elle est pratiquée par un mage, une même expérience scientifique[106] bien menée doit en principe toujours produire les mêmes résultats, quel que soit l'opérateur, le lieu ou le moment où elle est réalisée. C'est cette propriété qui permet à d'autres scientifiques de s'appuyer, sans forcément les refaire toutes, sur les résultats d'expériences antérieures dont la fiabilité a été dûment établie par les premiers opérateurs.

Dans la mesure où deux expériences ne sont jamais strictement identiques,[107] nous distinguons donc ici deux critères associés respectivement aux propriétés de *reproductibilité* et de *robustesse* qui prennent en compte les inévitables variations.

3.2.2.1. Reproductibilité locale

Nous parlerons ici de reproductibilité *locale* d'une expérience pour tenir compte des spécificités de l'enseignement des sciences à l'école. La science professionnelle a une lecture plus exigeante de la reproductibilité, mais faire appel à une communauté plus large que celle de la classe est une pratique qui n'est ni courante ni facile à mettre en œuvre pour les enseignants. On se contentera donc d'une reproductibilité assurée dans la classe et le temps d'une séquence d'enseignement.

Formulation

Critère de reproductibilité locale
Le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur ; son énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.

105. Et ce quelle que soit la nature ou le contexte de cette observation ; « *Anything goes* », pour reprendre la fameuse expression de Paul Feyerabend, *Against Method : Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, 1975, 27-8 (*Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance,* éd. Seuil, trad. française 1979).

106. Ou une même série d'expériences, lorsque chaque réalisation individuelle implique un élément statistique.

107. « *Quand le même antécédent se reproduit, le même conséquent doit se reproduire également ; tel est l'énoncé ordinaire. Mais réduit à ces termes ce principe ne pourrait servir à rien. Pour qu'on pût dire que le même antécédent s'est produit, il faudrait que les circonstances se fussent* toutes *reproduites, puisqu'aucune n'est absolument indifférente, et qu'elles se fussent* exactement *reproduites. Et, comme cela n'arrivera jamais, le principe ne pourra recevoir aucune application.* »

Henri Poincaré, *La Valeur de la science* (1905) ; pp. 177 et 182, éd. Champs Flammarion, 2007.

Tester la reproductibilité d'une expérience impose dans tous les cas de la reproduire et de confronter le nouveau résultat à celui précédemment obtenu. Par surcroît, l'indépendance envers l'observateur ne peut être testée que si plusieurs personnes différentes font l'expérience.

L'énoncé du résultat obtenu lors d'une expérience donnée peut prendre en compte une marge d'erreur, et il est nécessaire de définir une dispersion acceptable des résultats d'une expérience à l'autre. Mais compte tenu de ces réserves, il suffit qu'un seul résultat obtenu diffère significativement du résultat énoncé pour que l'expérience initiale ne puisse pas être considérée comme reproductible (au moins jusqu'à l'explication de la dissonance).

Commentaires

a/ La comparaison des observations porte sur l'*énoncé* du résultat de l'expérience plutôt que sur le résultat lui-même, dans la mesure où certains résultats expérimentaux ne se réduisent pas aisément à une donnée quantitative objective.

La formulation du résultat est donc une étape essentielle de toute démarche expérimentale, et l'une des clefs de sa fiabilité. A l'école, un énoncé mal formulé empêche souvent la reproduction d'une expérience par ailleurs correcte. Un travail de reformulation de ses conclusions avec le maître permet alors bien souvent à une expérience de passer le test de reproductibilité avec succès.

b/ *Précision des mesures*

A l'école élémentaire, la pertinence d'une formulation peut inclure la gestion des quantités et de la précision des mesures. Dans le cas de résultats quantitatifs, la sensibilité du matériel détermine la fiabilité des mesures réalisées et donc des résultats. Un résultat trop précis s'avérera souvent non reproductible, quand un autre énoncé intégrant par exemple des barres d'erreur le sera sans problème. Le choix de l'échelle de résolution des mesures et la précision de la barre d'erreur peuvent ainsi s'avérer essentiel pour la reproductibilité d'une expérience.

c/ *Contrôle des conditions de l'expérience*

Une expérience peut également s'avérer non reproductible par défaut d'un contrôle suffisant des conditions de l'expérience. Une façon de remédier au problème est alors de comparer plus en détail les conditions expérimentales et les conditions initiales. Après identification des différences et, donc, de nouveaux paramètres susceptibles d'être pertinents, l'opérateur peut modifier l'énoncé de son résultat en conséquence. Un nouveau test de la reproductibilité de l'expérience (et du nouvel énoncé de son résultat) peut alors être réalisé.

d/ *Dispersion statistique*

Pour autant, une expérience ne peut jamais être entièrement contrôlée et deux expériences ne peuvent jamais être strictement identiques. Cet état de fait entraîne une inévitable dispersion des résultats de mesure, heureusement mineure si le défaut de contrôle ne concerne que des

paramètres réputés non pertinents. Une étude rigoureuse de cet effet passe par un traitement statistique, la valeur des paramètres non contrôlés étant considérée comme une variable aléatoire. Ces valeurs se distribuent souvent selon une courbe de Gauss, caractérisée par une valeur moyenne et un "écart-type"[108].

Les paramètres concernés peuvent être externes (cf. *infra*, § 3.2.2.2, *Robustesse d'une expérience*) ou internes. Une source interne de dispersion statistique apparaît lorsqu'on effectue une mesure non pas sur l'ensemble d'un système, mais sur une sous-partie, présumée représentative de l'ensemble (e.g. prélèvement d'un peu d'eau du robinet par différents groupes d'élèves). Chaque sous partie constitue alors un "échantillon", dont les propriétés ne sont pas exactement les mêmes que celles de l'ensemble.

e/ *Gestion de la dispersion*

Le traitement formel de cette difficulté statistique est inaccessible à des élèves d'école primaire. À ce niveau, un premier travail consiste à accepter qu'il n'y a pas forcément de résultat plus "vrai" que les autres et qu'une légère dispersion est donc acceptable — mais qu'une trop forte dispersion des résultats ne l'est pas — et qu'il faut tenir compte de l'ensemble des résultats et donc de leur dispersion.

En classe, cela se traduit par une formulation prudente des résultats avec des expressions du genre "*aux environs de*", "*à peu près*". L'effet est le même que pour la gestion des incertitudes des mesures.

L'écart tolérable à la valeur attendue, c'est-à-dire le sens concret des "*environs de*", peut être défini par l'enseignant, ou défini collectivement, en sollicitant le jugement des élèves, ce qui revient à leur faire intuiter un comportement statistique, avec l'assistance de l'enseignant. On constate que certains résultats reviennent plus souvent que d'autres (avec les plus âgés on peut construire un diagramme en bâtons). S'il existe une valeur autour de laquelle on peut rassembler les résultats, tous pouvant être considérés comme "proches" de cette valeur, la dispersion est considérée comme acceptable : les résultats sont considérés comme concordants et l'expérience reproductible.

Un corollaire est qu'une même expérience pourra ou non être considérée comme reproductible selon le degré d'exigence que l'on impose à la dispersion des résultats. A la limite, si l'on ne prenait en compte aucune source de dispersion, la dispersion acceptable est nulle — et aucune expérience ne peut jamais s'avérer reproductible. Concrètement, toutefois, la limite de dispersion acceptable ne saurait être inférieure à la précision de la mesure, toujours finie.

108. Pour une loi "normale" de répartition d'une variable aléatoire, on attend que plus des deux tiers des résultats se situent à moins d'un écart-type de la valeur moyenne, et plus de 95 % à moins de deux écarts-type.

Organigramme de décision de la reproductibilité locale d'une expérience

Cet organigramme synthétise la séquence d'actions à mener pour tester la reproductibilité d'une expérience.

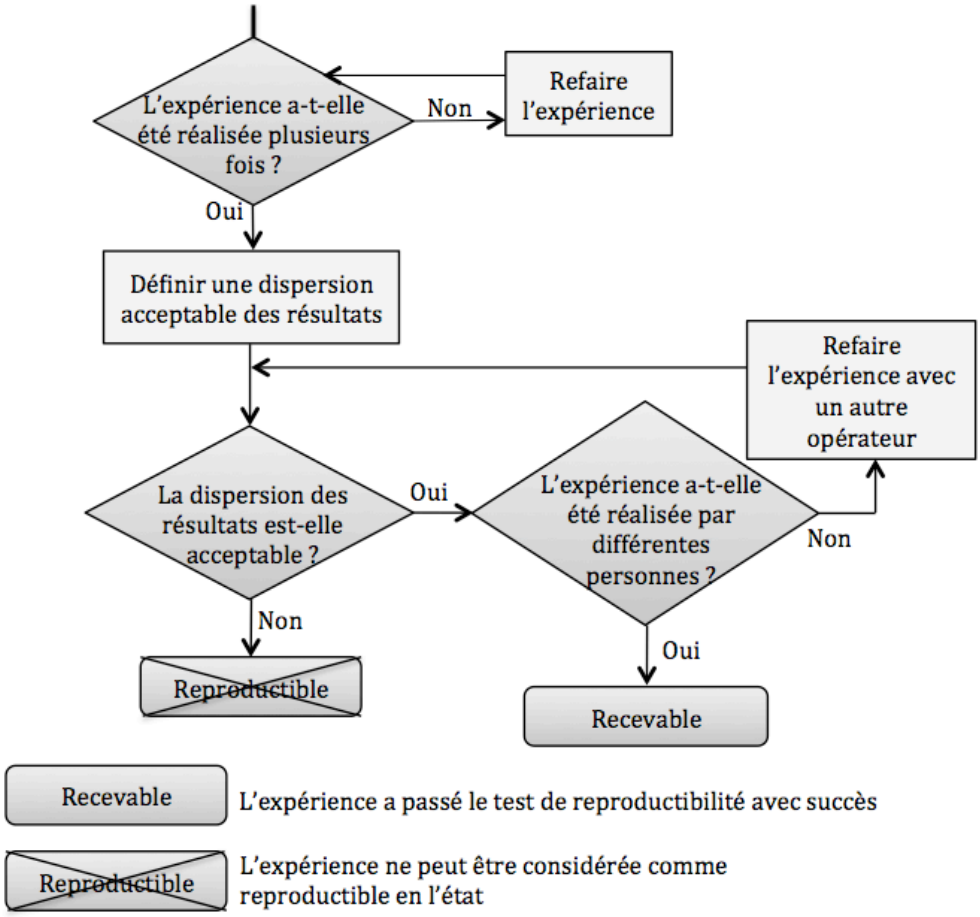


Figure 3.2.2.1. : Organigramme de décision de la reproductibilité locale d'une expérience

3.2.2.2. Robustesse

Formulation

Critère de robustesse
Une modification mineure des conditions de l'expérience ne modifie pas dramatiquement son résultat.

Lorsqu'on dispose d'un modèle opératoire du phénomène étudié, celui-ci définit explicitement les paramètres pertinents et, *a contrario*, au moins implicitement, les paramètres présumés non pertinents. Le test de robustesse comporte alors deux volets. D'une part, il s'agit de vérifier qu'aucune variation raisonnable [109] d'un paramètre présumé non pertinent (réputée

109. Il va de soi qu'il est toujours possible d'exagérer jusqu'à l'absurde les variations d'un paramètre normalement muet, et qui cesse alors de l'être (techniquement, jusqu'à l'apparition d'un régime non linéaire). Ainsi, la nature de l'éclairage utilisé pour observer l'apparition de bulles dans une casserole

mineure au regard de l'expérience, par définition, même lorsqu'elle est quantitativement important[110]) ne modifie dramatiquement le résultat de l'expérience. D'autre part, il s'agit de vérifier qu'une petite variation d'un paramètre pertinent ne le modifie pas non plus dramatiquement[111]. La notion de variation "mineure" des conditions est intimement liée à celle de modèle[112].

En l'absence d'un modèle opératoire de l'expérience, il est impossible d'identifier ce qu'est une modification "mineure" des conditions expérimentales et donc de tester à proprement parler le critère. Il faut dans un premier temps se construire une représentation de l'expérience[113].

Commentaires

Une variation des conditions de l'expérience implique normalement une variation du résultat. La capacité (ou non) de l'expérimentateur à identifier ces variations va donc avoir des conséquences sur son évaluation de la réussite (ou non) du test de robustesse.

a/ *Caractère "dramatique" de la différence entre deux résultats*

La distinction entre résultat "dramatiquement différent" ou non est limpide lorsqu'on s'en tient à des expériences qualitatives. Tout changement qualitatif du résultat est alors significatif et la modification "dramatique" par construction.

La distinction est plus délicate pour des expériences quantitatives. On n'obtient jamais, dans l'absolu, deux fois les mêmes mesures. Toutefois, la différence entre ces mesures peut ne pas être mesurable. Une variation mesurable du résultat pourra dans certains cas être considérée comme "dramatique".

---

d'eau importe peu — mais son remplacement par un laser de puissance capable de porter le point d'impact à ébullition changerait drastiquement les conditions de l'expérience.

110. En toute rigueur, il faudrait encore distinguer les paramètres bornés, comme par exemple la position d'une planète sur son orbite, de ceux qui peuvent diverger, comme la température que l'on peut faire varier dans une gamme très étendue. Il va de soi que dans ce second cas on restera dans les limites du raisonnable.

111. Il existe des phénomènes que les physiciens appellent "critiques" pour lesquels une infime variation d'une condition de l'expérience introduit une grande variation quantitative du résultat (e.g. flambage d'une poutre). Nous ne nous attarderons pas sur cette difficulté qui ne se pose *a priori* pas à l'école primaire.

112. « *Aussi, pour dire que certaines façons de faire varier les faits sont importantes et que d'autres ne le sont pas, on se fonde à l'arrière-plan sur des suppositions de base que nous admettons — peut-être à l'issue de recherches antérieures — et qui portent sur l'influence probable des facteurs à faire varier dans le phénomène que l'hypothèse concerne.* » Carl Hempel, *Eléments d'épistémologie* (*Philosophy of Natural Science*, 1966), p. 56, éd. Armand Colin, 2006.

113. Rien n'empêche cependant de tester la réponse de l'expérience face à des modifications arbitraires des conditions. C'est d'ailleurs une procédure utile quand on cherche à construire un modèle. En présence d'une modification dramatique du résultat, on envisagera d'avoir mis le doigt sur un paramètre pertinent, dans le cas contraire sur un paramètre qui ne l'est pas. En réitérant suffisamment le procédé, on peut se faire une idée suffisamment précise pour aboutir *in fine* à un modèle de l'expérience. On se retrouve alors ramener à la situation précédente où la vérification du critère de robustesse a tout son sens.

b/ *Modification mineure*

La variation du résultat est associée à celle d'une condition de l'expérience. Il revient à l'expérimentateur de poser, *avant* l'expérience, ce qu'il considère comme une modification mineure du paramètre pertinent testé.

Dans le cas où cette variation est qualitative, le seul outil à sa disposition est le modèle de l'expérience. Pour un paramètre présumé non pertinent, n'importe quelle variation est *a priori* mineure, dans les limites du raisonnable. Le test est réussi en absence de changement qualitatif du résultat.

Dans le cas où cette variation est quantitative, pour un paramètre présumé non pertinent, le test de robustesse est réussi quand, pour une variation quelconque de ce paramètre (dans les limites du raisonnable toujours), il n'y a pas de variation mesurable du résultat. Pour un paramètre pertinent, une variation mineure sera une variation non mesurable[114] ou une variation dont on renonce à mesurer l'importance. Le test est réussi en absence de variation mesurable du résultat.

c/ *Echec au test de robustesse*

En cas d'échec du test de robustesse, l'expérimentateur n'est pas complètement démuni. Il peut modifier son modèle et, sur ces nouvelles bases, tester à nouveau la robustesse de son expérience (un paramètre présumé pertinent peut ne pas l'être finalement...). Pour les expériences quantitatives, il peut également remettre en cause la précision utilisée pour mesurer les différentes variations.

> Reprenons l'exemple du sablier comme illustration. Un opérateur a rempli son sablier de 3 cuillerées de sable et mesure le temps qu'il faut au sablier pour se vider avec une précision de ±3 secondes. La quantité de sable, quantifiée en cuillères, est présumée pertinente. Le résultat, disons d'une minute plus ou moins 3 secondes, est quantifié. L'opérateur vide son sablier, prélève de nouveau 3 cuillerées de sable et mesure le temps qu'il faut à ce sablier pour se vider. Avec la résolution choisie, la variation de la quantité de sable (qui existe) n'est pas mesurable. Si cette durée est comprise entre 57 et 63 secondes, l'expérience est réputée posséder une certaine robustesse (que confortera la répétition de l'opération). Dans le cas contraire, l'opérateur peut considérer que son expérience n'est pas robuste ; mais il y a cependant fort à parier qu'il préférera remettre en cause sa façon de mesurer une cuillerée de sable. Il renouvellera l'expérience en changeant la résolution de cette mesure en utilisant des cuillerées "rases" ou en choisissant un contenant plus précis pour quantifier la quantité de sable utilisée.

114. Dans le cas où l'on mesure la variation d'un paramètre pertinent, on n'a plus affaire à une variation des conditions de l'expérience mais à une autre expérience, avec une valeur différente du paramètre considéré.

Organigramme de décision de la robustesse d'une expérience

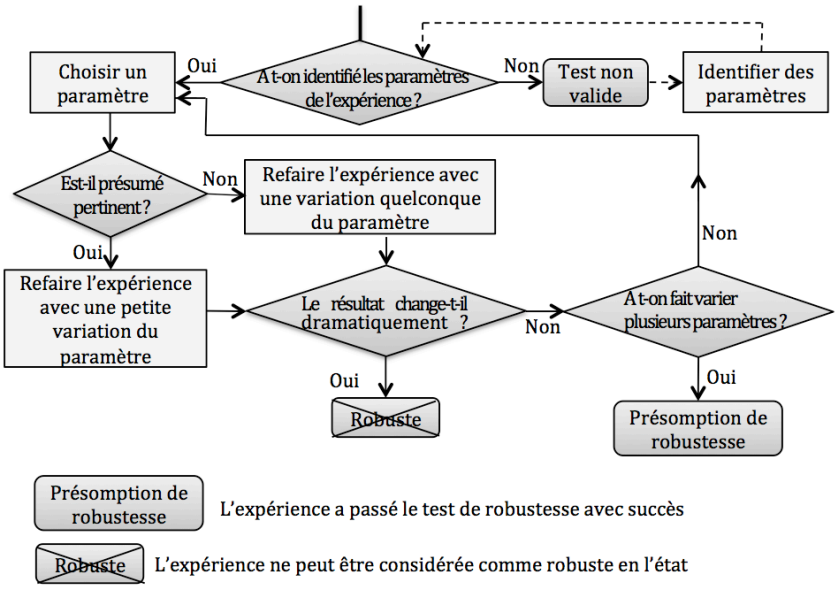


Figure 3.2.2.2. : Organigramme de décision de la robustesse d'une expérience

Un test de robustesse est également justiciable du critère de reproductibilité et il peut être utile de faire varier plusieurs fois le même paramètre.

3.2.2.3. Organigramme de décision de la fiabilité d'une expérience

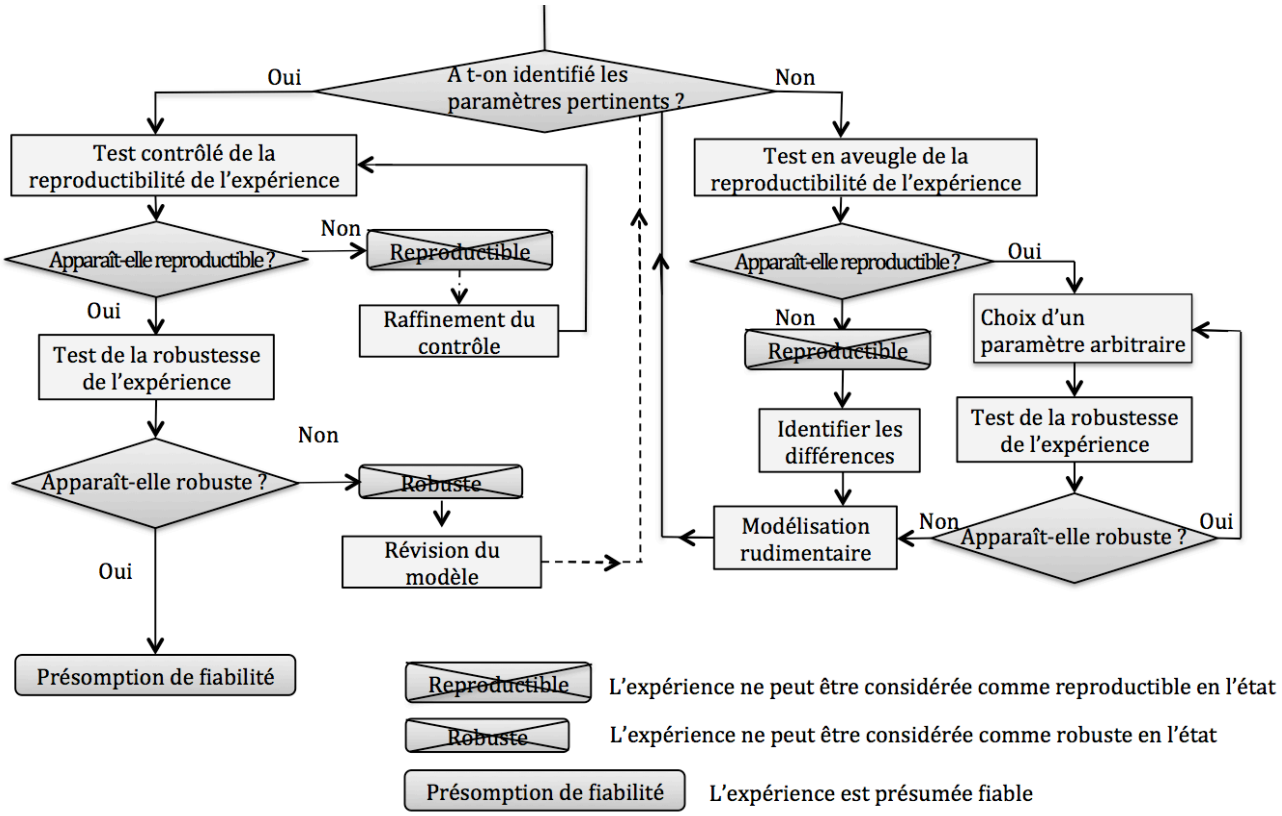


Figure 3.2.2.3. : Organigramme de décision de la fiabilité d'une expérience

3.2.3. Documentation

Le choix des éléments retenus pour documenter une expérience ou une observation est un élément important de la démarche scientifique, la circulation des résultats étant un élément essentiel à l'établissement d'une communauté scientifique. Ce choix est toujours un compromis : *ni trop, ni trop peu.* Par souci de simplicité, nous distinguerons donc deux contraintes applicables à la documentation d'une expérience : les critères d'*exhaustivité* ("ni trop peu") et d'*économie* ("ni trop").

3.2.3.1. **Exhaustivité** (de la documentation)

Formulation

Critère d'exhaustivité
Tous les éléments potentiellement significatifs d'une expérience ou d'une observation sont explicites dans sa documentation.

Pour un opérateur donné, certaines informations sont *significatives*[115] et d'autres ne le sont pas. Pour d'autres informations encore, le scientifique ne sait pas *a priori* si elles le sont ou non.

Par ailleurs, le fait qu'une information est significative, c'est à dire porteuse de sens, dépend des hypothèses émises et du cadre théorique[116]. Il est relativement facile de faire la part des informations significatives lorsqu'on dispose d'un cadre théorique bien établi (pour autant que ce cadre théorique soit valide). *A contrario*, les éléments non pris en compte par la théorie sont réputés non significatifs dans ce cadre.

À l'école, l'identification des éléments significatifs ne va pas forcément de soi *a priori*. Le cadre théorique est souvent très sommaire. Les élèves y manipulent majoritairement des lois élémentaires et les testent par l'expérimentation. En pratique, lorsqu'une expérience cherche à répondre à une question posée et que les élèves testent une hypothèse, ils savent quelles sont les informations significatives dans ce cadre pour eux (jusqu'à preuve du contraire).

Pour les éléments qu'on sait significatifs, le traitement est simple : soit ils sont présents dans la documentation et tout va bien, soit ils n'y sont pas et la documentation n'est pas exhaustive. Les choses sont plus complexes lorsqu'un opérateur ne sait pas si une information est significative ou non. Elle doit alors être considérée comme *potentiellement significative*.

Le test consiste alors à demander pourquoi tel ou tel élément a été omis dans la documentation, au moment où elle est présentée. Celle-ci continue à être considérée comme exhaustive s'il y a apport d'une information justifiant que

115. Voir Etat des lieux pour la définition. Un traitement de l'identification des éléments significatifs à l'école est proposé en annexe 2.A., pp. 403-405 (*Sciences à l'école côté jardin*).

116. D'après Carl Hempel « *On ne peut qualifier de significatifs des faits ou des découvertes empiriques que par rapport à une hypothèse donnée, et non par rapport à un problème* ». « Critères de confirmation et d'acceptabilité », *Éléments d'épistémologie* (*Philosophy of Natural Science*, 1966), p.18, éd. Armand Colin, 2006. On y trouvera également plusieurs exemples détaillés de la relation entre établissement d'une hypothèse et éléments considérés comme significatifs pour cette hypothèse (expérience de Semmelweis, du Puy-de-Dôme).

l'élément questionné n'est pas significatif. Dès lors que l'omission d'au moins un élément n'est pas justifiée, la documentation ne peut pas être considérée comme exhaustive. L'apport d'une justification à l'omission d'un élément de la documentation détermine son exhaustivité.

Commentaires

a/ « *Dépertinence* »[117] *d'une documentation*

Le critère d'exhaustivité n'inclut pas d'évaluation de la *validité* des justifications présentées.

Considérons le cas où une justification particulière a conduit l'opérateur à exclure un élément de la documentation. La documentation est alors exhaustive et donc (si les autres critères sont également vérifiés) pleinement recevable. La même justification peut être ultérieurement reconnue comme erronée, et l'élément manquant comme significatif. L'ancienne documentation ne peut alors plus être considérée comme exhaustive dans ce nouveau cadre. Pour autant, on ne peut pas reprocher à celui qui l'a établie un manque de scientificité, ou de ne pas avoir pris en compte un argument qui n'existait pas lorsqu'il a établi sa documentation. La scientificité de sa démarche doit donc être évaluée au regard des éléments dont il pouvait disposer. Elle reste exhaustive dans l'ancien cadre car la justification, même fausse, existe mais elle perd sa pertinence puisqu'elle ne fournit pas un élément que l'on sait maintenant significatif. Un complément de documentation sur cet élément peut en revanche lui restituer son intérêt.[118]

L'histoire des sciences fournit également de nombreux exemples de documentations d'expériences dont un élément significatif a été omis parce qu'à l'époque personne n'a conscience de son existence[119]. A ce moment-là, tout le monde s'accorde pour dire qu'elle est exhaustive. L'exhaustivité de la documentation d'une expérience n'est pas absolue, mais perçue et évaluée par l'utilisateur du critère, quel qu'il soit, à un moment donné, en fonction des éléments dont il dispose. La documentation initiale, exhaustive à l'époque, ne perd pas aujourd'hui sa scientificité, au regard de l'époque considérée, mais elle peut s'être "périmée" par rapport au savoir actuel. En revanche, un opérateur qui

117. J'emprunte le terme à Jean-Marc Lévy-Leblond.

118. *« C'est ainsi que les expérimentateurs du CERN ont, il y a quelques années, dû se rendre à l'évidence : le faisceau de particules de leurs accélérateur montrait de délicates et mystérieuses fluctuations en énergie, qui se révélèrent couplées aux phases de la Lune ! »* raconte Jean-Marc Lévy-Leblond dans *Aux contraires* (p. 259, éd. Gallimard, 1996). Les physiciens justifiaient l'absence de prise en compte des phases de la Lune par son influence jugée négligeable devant les forces exercées dans l'accélérateur. Mais *"les physiciens eux-mêmes ne sont pas à l'abri de surprises quant à l'influence de phénomènes physiques lointains"*. En cherchant à comprendre l'anomalie observée par rapport au modèle initial, ils ont identifé les effets de marée terrestre comme la source du mystère et modifié en conséquence leur documentation.

119. Ainsi, la théorie de la gravitation de Newton établit que l'accélération d'un corps en chute libre dépend de sa distance au centre de gravité de la Terre, et donc que sa valeur à un endroit donné (g ~ 9,81 m.s-2 à Paris), dépend de l'altitude. Celle-ci est donc un paramètre pertinent, qu'il convient de documenter. Mais lorsque Galilée, à la fin du siècle précédent, engage ses expériences sur la chute des corps, la mise en évidence de l'existence de cette "constante" est un modèle d'expérimentation scientifique, même s'il omet de documenter ce paramètre dont il n'a aucun moyen de pressentir l'importance.

aujourd'hui présenterait une documentation identique ne fournirait pas une documentation exhaustive.

b/ À l'école les élèves sont encadrés par un enseignant qui connaît en général les éléments significatifs pour l'expérience qui est réalisée, à la différence des chercheurs professionnels. Un guidage est donc toujours possible.

c/ Il est fréquent qu'une documentation rende compte de plusieurs expériences. Lorsqu'une expérience est répétée plusieurs fois, afin d'éviter une documentation à rallonge où chaque réalisation serait décrite en détail, l'opérateur condense la présentation. Pour rendre compte des résultats accumulés, il effectue alors un traitement de ses résultats. La documentation doit inclure toutes les informations nécessaires pour une évaluation non biaisée des résultats obtenus[120]. Un opérateur qui exclurait des résultats non conformes à ce qui était attendu ou éliminerait sans motif valable certaines expériences "ratées" ou certains résultats "mauvais" ne produirait pas une documentation exhaustive[121].

Organigramme de décision de l'exhaustivité d'une documentation

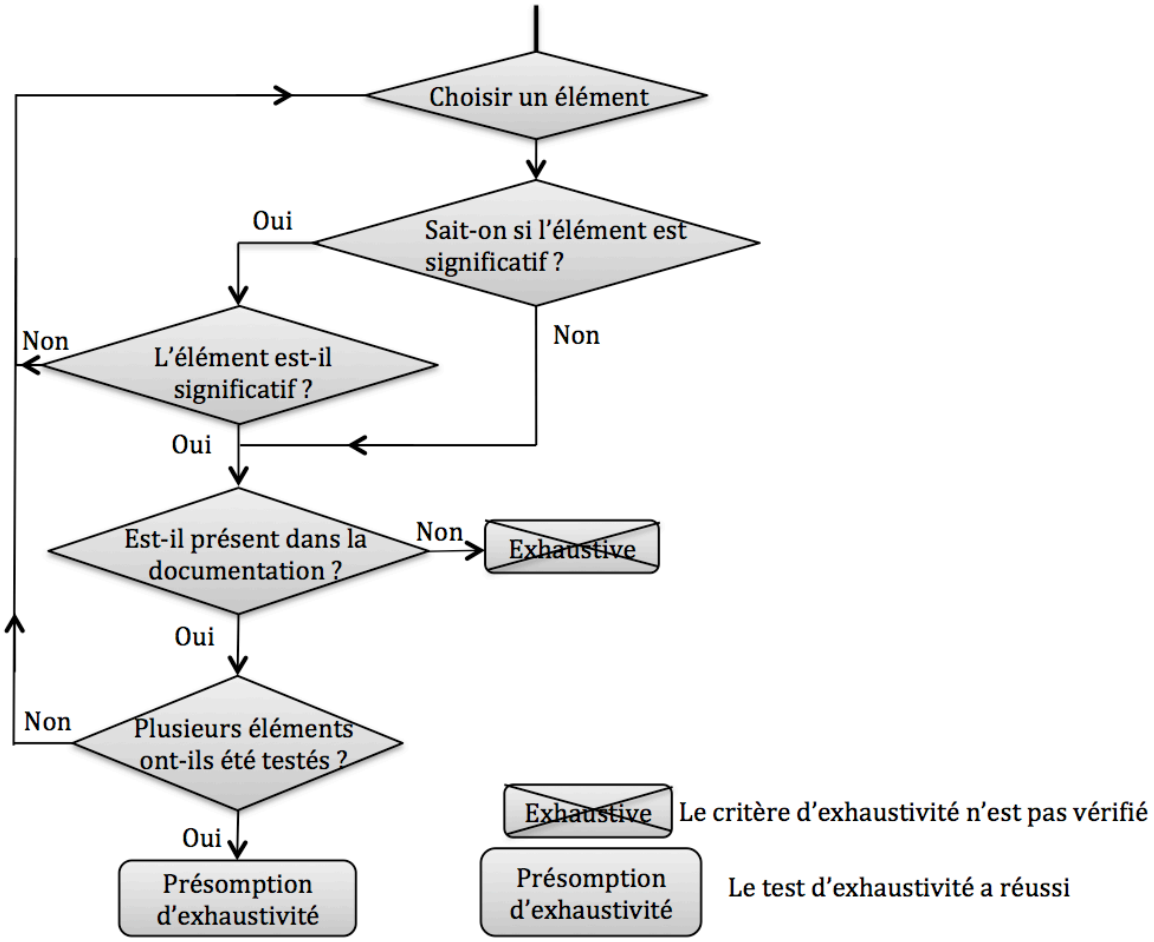


Figure 3.2.3.1. : Organigramme de décision de l'exhaustivité d'une documentation

120. cf. *Addendum* 5.a.
121. Charles Babbage (1830), *Reflections on the Decline of Science in England*. Londres : B. Fellowes.

3.2.3.2. **Économie** (de la documentation)

> Et pour les expériences que les autres ont déjà faites, quand bien même ils les lui voudraient communiquer, ce que ceux qui les nomment des secrets ne feraient jamais, elles sont, pour la plupart, composées de tant de circonstances, ou d'ingrédients superflus, qu'il lui serait très malaisé d'en déchiffrer la vérité ; outre qu'il les trouverait presque toutes si mal expliquées, ou même si fausses, cause que ceux qui les ont faites se sont efforcés de les faire paraître à leurs principes, que, s'il y en avait quelques unes qui lui servissent, elles ne pourraient derechef valoir le temps qu'il lui faudrait employer à les choisir.
>
> René Descartes, *Discours de la méthode*[122]

Le monde qui nous entoure est très complexe et la documentation d'une expérience nécessairement finie. Une documentation ne peut donc décrire une expérience physique dans sa totalité. Ce n'est d'ailleurs pas son objectif. Au contraire, elle peut contenir un grand nombre d'éléments qu'on sait non significatifs. Le temps passé à sa consultation étant précieux, ils l'encombrent inutilement.

Formulation

Critère d'économie
Seuls les éléments significatifs ou potentiellement significatifs d'une expérience ou d'une observation sont présents dans sa documentation.

Le test consiste à demander *pourquoi* on a choisi d'intégrer tel ou tel élément dans la documentation. Dès lors que la réponse est "c'est un élément significatif" ou "je ne peux pas exclure que cet élément soit significatif" (ou "je ne sais pas si cet élément est significatif ou non"), l'élément questionné a sa place dans la documentation. En revanche, si l'élément questionné s'avère non significatif, la documentation ne peut pas être considérée comme économe.

Commentaires

a/ Le critère d'économie ne préjuge pas de la justesse des justifications fournies.

b/ Ce critère limite la documentation aux éléments nécessaires pour remplir la condition d'exhaustivité. Un élément dont l'omission dans la documentation peut être justifiée n'a donc pas sa place dans celle-ci.

c/ Comme pour l'exhaustivité, le regard que l'on porte sur une documentation évolue avec le temps et les connaissances acquises. En particulier, de nouveaux résultats peuvent établir qu'un élément donné n'est pas significatif pour une expérience. Cet élément, qui devait jusque là être présumé potentiellement significatif, n'a alors plus sa place dans la documentation.

122. René Descartes, *Discours de la méthode*, op. cit., p. 108.

d/ *Documentation* vs. *stockage de masse*

Dans la mesure où, on l'a vu, le statut d'une information doit parfois être reconsidéré au regard de nouvelles hypothèses ou dans un nouveau cadre théorique, l'opérateur qui rassemble pour lui-même les informations sur une expérience en cours a tout intérêt à ne pas être économe. L'exigence d'économie ne s'applique pas au stockage de masse.

Lorsque l'opérateur communique sa documentation, en revanche, le tri préalable des informations significatives ou non doit avoir été réalisé et la documentation présentée doit être économe.

3.2.3.3. Organigramme de décision général pour la documentation

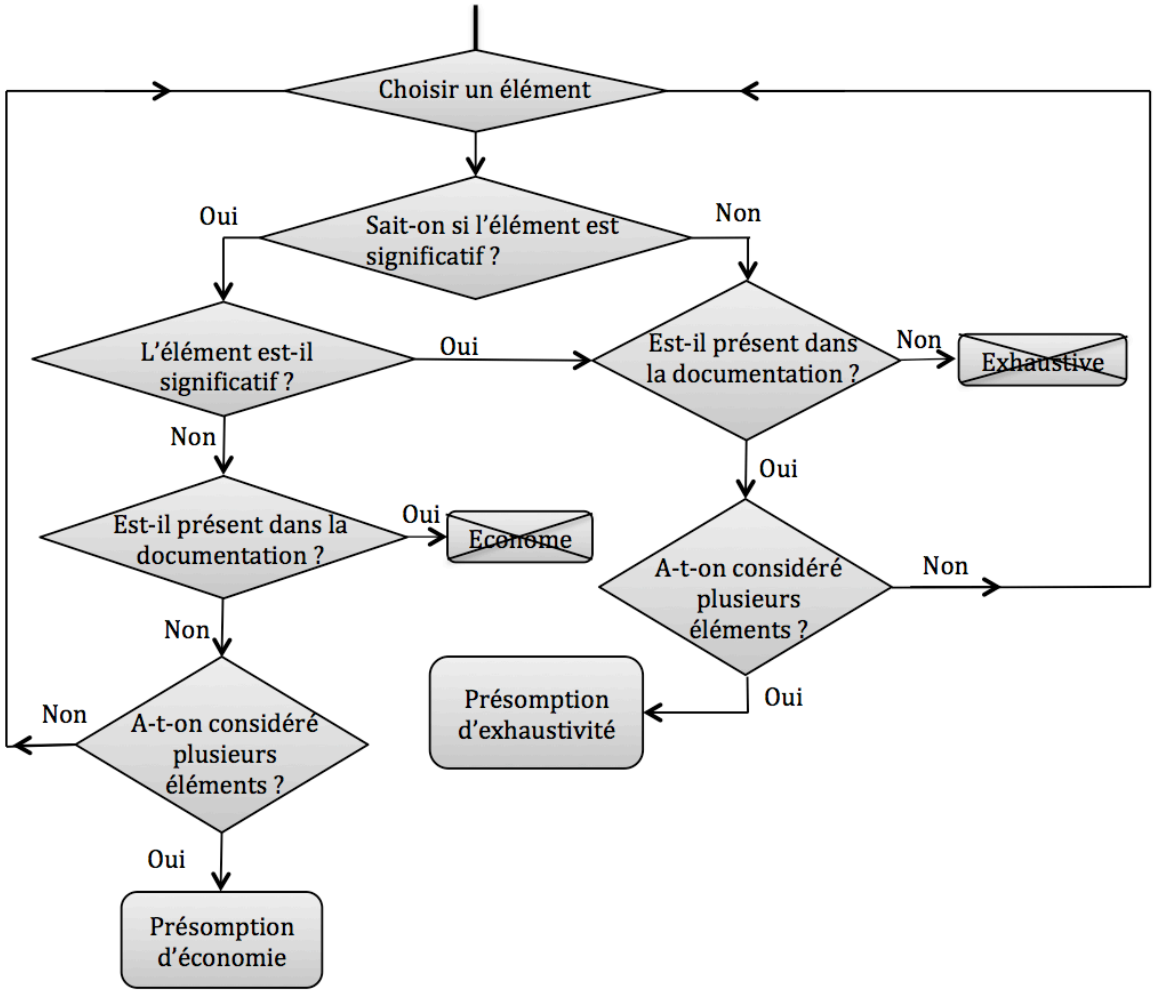


Figure 3.2.3.3. : Organigramme de décision général pour la documentation

5.3.3. Discours et Representations

Des normes de toutes sortes — sociales, grammaticales, etc. — s'appliquent à l'expression des élèves. La plupart, comme l'orthographe d'une proposition, portent sur des énoncés individuels. La scientificité du discours s'apprécie en revanche globalement : c'est l'ensemble du discours qui doit être cohérent (cohérence lexicale 3.3.1, non contradiction interne 3.3.3.1.), s'inscrire dans un contexte élargi (non contradiction externe 3.3.3.2., relativité 3.3.5.) et contribuer à l'avancement des connaissances communes (non vacuité 3.3.4.). La scientificité d'une représentation symbolique s'apprécie aussi globalement, en lien avec les éléments de discours qui l'accompagnent (cohérence symbolique 3.3.2.).

Méthodologie scientifique	Expérience/ Observation	**Discours & Représentations**	Argumentation & Théorisation
		Cohérence lexicale et symbolique	
		Cohérence lexicale **3.3.1.1.**	
		Cohérence symbolique **3.3.1.2.**	
		Non contradiction	
		Non contradiction interne **3.3.2.1.**	
		Non contradiction externe **3.3.2.2.**	
		Non vacuité **3.3.3.**	
		Relativité **3.3.4.**	

3.3.1. Cohérence lexicale et symbolique

La Science commence là où la signification des mots est étroitement signifiée.
Léon Brillouin[123]

Lorsque moi *j'emploie un mot, il signifie exactement ce qu'il me plaît qu'il signifie.*
Humpty Dumpty[124]

Nous distinguerons ici les contraintes liées à un emploi cohérent des mots (3.3.1.1.), et celles relatives aux autres types d'expression symbolique.

3.3.1.1. Cohérence lexicale

Formulation

Critère de cohérence lexicale
Tous les termes employés ont une définition univoque.

123. « *La Science commence là où la signification des mots est étroitement signifiée. On peut choisir des mots dans le vocabulaire existant ou bien en fabriquer de nouveaux, mais ils doivent tous avoir une signification telle qu'elle ne conduise à aucun malentendu, à aucune ambiguïté dans les chapitres de la science où on les utilise. /.../ L'unicité de la signification d'un mot est caractéristique de la méthode scientifique* ». Léon Brillouin, *La Science et la théorie de l'information* (*Science and Information Theory*, 1956), page VII, éd. Jacques Gabay, 1988.

124. *De l'autre côté du miroir*, Lewis Carroll met en scène une communication délicate faute de définition commune des mots. « *"— Je ne sais pas ce que vous entendez par "gloire""* dit Alice. Humpty Dumpty sourit d'un air méprisant. *"— Bien sûr que vous ne le savez pas, puisque je ne vous l'ai pas encore expliqué. J'entendais par là : "Voilà pour vous un bel argument sans réplique !". — Mais "gloire" ne signifie pas "bel argument sans réplique"*, objecta Alice. *— Lorsque* moi *j'emploie un mot*, répliqua Humpty Dumpty d'un ton de voix quelque peu dédaigneux, *il signifie* exactement *ce qu'il me plaît qu'il signifie... ni plus, ni moins.* » Lewis Carroll, *De l'autre côté du miroir* (*Through the Looking-Glass, and what Alice Found There*, 1872) ; in *Tout Alice*, p. 281, éd. GF Flammarion, 1979.

L'exigence de cohérence lexicale peut se décomposer en deux contraintes : d'une part, un discours scientifique ne fait usage que de termes ayant une définition explicite ; et d'autre part, chacune de ces définitions n'autorise qu'une seule interprétation.

Commentaires

a/ Dans la vie de tous les jours, la possibilité d'exprimer des idées ou des sentiments encore vagues, ou sans engagement réel du locuteur, est un élément important de sociabilité et de communication entre individus. Les langues naturelles contiennent donc de nombreux termes polysémiques et présentent différents niveaux de langage et de signification, dont savent aussi jouer les poètes — que ce soit pour stimuler l'imagination du lecteur ou pour mieux le dérouter si, comme Lewis Carroll, on fait du *nonsense* un jeu logico-littéraire.

Pour autant, lorsqu'il s'agit de transmettre une idée ou un savoir *précis*, des mots dont le sens change à la guise des locuteurs sont l'un des plus sûrs ingrédients d'une incompréhension mutuelle. L'une des premières exigences du discours scientifique est donc de convenir d'un lexique univoque. Notons toutefois que les termes de ce lexique scientifique, arbitrairement[125] univoques dans ce contexte, ont parfois d'autres sens dans le langage commun, qu'il aient été forgés à partir de termes existants ou que leur emploi ait été détourné par l'usage vulgaire.[126]

b/ *Connaissance de la définition*

La contrainte de cohérence lexicale ne porte pas sur le lexique lui-même, mais sur son emploi. Pour employer un terme scientifique, il ne suffit donc pas de savoir qu'il existe (et donc que, selon toute vraisemblance, il est défini quelque part dans les manuels…), mais d'être capable d'en donner une définition raisonnablement précise — ou, à tout le moins, d'en connaître le sens et d'être capable d'en retrouver rapidement la définition précise.

Elle revient donc à bannir l'emploi de termes dont on ne connaît pas le sens[127] (e.g. le mot ⌊pression⌋ utilisé par des écoliers dans un travail sur l'air).

---

125. Le langage scientifique est capable d'utiliser des mots pratiquement équivalents en leur attribuant arbitrairement des sens spécifiques différents. Ainsi, différents termes latins et grecs relatifs à la lumière (e.g. *lux, lumen, candela,* etc.) peuvent-ils correspondre à des unités de mesure distinctes en Optique.

126. Les scientifiques du XIXe siècle, en particulier, attachaient une grande attention à la création de néologismes savants, souvent d'étymologie grecque ou latine (⌊énergie⌋, ⌊entropie⌋, etc.), pour éviter toute possibilité de confusion avec la langue commune ; mais, avec le temps, beaucoup ont été détournés, et l'on ne compte plus, par exemple, les usages abusifs du terme "énergie" dans la publicité. Ce n'est en revanche toujours vrai ni des physiciens du XVIIIe (e.g. travail /force) ni de ceux du XXIe (e.g. téléportation).

127. Nous reviendrons dans les commentaires sur le critère de non vacuité (§ 5.3.3.3) sur la faute complémentaire qui consiste à employer un terme technique non maîtrisé comme "explication" d'un phénomène.

c/ *Univocité de la définition*

Une définition univoque implique qu'un même terme soit toujours employé dans le même sens. L'application en est triviale : une fois un terme défini, tout autre emploi en est récusé. Ce souci de maintien du sens d'un mot peut conduire en classe de science à modifier l'appellation usuelle d'un phénomène.

> Ainsi, si l'on a défini la vapeur d'eau comme « *de l'eau invisible à l'état gazeux* », ce que l'on *voit* sortir d'une casserole d'eau qui bout ne peut pas être de la vapeur et l'on est conduit à nommer autrement le phénomène (on pourra par exemple parler avec les élèves de *brouillard* ou de *nuage*).

Cela implique également qu'un même mot a un seul sens dans le contexte considéré, à savoir celui du cours de science. Pour exprimer un autre sens porté par le même terme dans le langage courant, il convient alors d'utiliser un autre terme. Il peut bien sûr avoir d'autres sens dans d'autres contextes[128].

Lors d'une discussion informelle entre pairs, l'enseignant apprécie en fonction du contexte la nécessité ou non d'insister sur le sens de tel ou tel mot employé.

3.3.1.2. Cohérence symbolique

Formulation

Critère de cohérence symbolique
Tous les symboles sont employés de façon univoque.

Un symbole est un élément individuel porteur de sens au sein d'une représentation. Sa nature peut être aussi diverse que celle des représentations scientifiques elles-mêmes, qui peuvent aussi bien être graphiques (schémas, dessins, etc. ; exemple de symbole : un trait horizontal pour représenter le niveau de l'eau dans un récipient) qu'analogiques (ex. : un loup en pâte à modeler), ou même très formelles comme des équations mathématiques.

Commentaires

a/ Les symboles formels (mathématiques, par exemple) renvoient souvent à une définition univoque ; la contrainte de cohérence symbolique s'assimile alors, *mutatis mutandis*, à celle de cohérence lexicale. Leur emploi est toutefois exceptionnel à l'école primaire.

b/ Au primaire, on rencontrera plus souvent des symboles renvoyant à un référent physique[129]. La contrainte est alors qu'un même symbole renvoie toujours au même référent, considéré sous le même aspect.

---

128. Les collégiens éprouvent parfois des difficultés à gérer la polysémie d'un mot dont le sens n'est pas explicité par leurs enseignants (le |milieu| du mathématicien ne refère pas à la même chose que celui du géographe ou du biologiste).

129. Du monde 1, dans le langage de Popper, quand le symbole réside dans le monde 3

c/ En revanche, un même référent physique peut être représenté par plusieurs symboles différents, selon l'aspect sous lequel on le considère.

d/ Enfin, la cohérence symbolique ne s'impose que dans un contexte communicationnel donné. Un même symbole simple, une flèche par exemple, peut prendre des significations différentes dans différents contextes, et représenter aussi bien la relation « se transforme en » dans une séquence de chimie qu'un concept comme celui de rayon lumineux lors d'une séquence d'optique.

3.3.2. Non contradiction

Nous nous intéressons ici aussi bien aux expressions individuelles qu'aux expressions collectives, comme le discours ou la représentation institutionnalisés à la fin d'une séquence de classe. Nous distinguerons en revanche, d'une part un discours ou une représentation en eux-mêmes, élaborés au cours d'une unité de temps délimitée (typiquement le temps d'une séance de travail) *au sein* duquel des contradictions sont susceptibles d'apparaître (non contradiction interne, 3.3.2.1.) ; et d'autre part dans leur confrontation à d'autres discours, lorsque des contradictions *entre ces différentes expressions* sont susceptibles d'apparaître (non contradiction externe, 3.3.2.2.).

3.3.2.1. Non contradiction interne

L'exigence de cohérence interne est en fait une contrainte commune à la plupart des disciplines, scientifiques ou non. Aussi ancienne que la science elle-même, elle prend racine dans la logique aristotélicienne[130]. Le travail sur la non contradiction interne est donc résolument transversal et associe intimement sciences et maîtrise de la langue.

Formulation

Critère de non contradiction interne
Le discours ou la représentation n'inclut pas d'éléments contradictoires entre eux.

Le discours[131] peut aussi bien être oral qu'écrit, bref ou long, approximatif ou sophistiqué. On peut en général le décomposer en éléments individuels porteurs de sens — un linguiste parlerait de "sèmes"[132]. Ces éléments peuvent se présenter sous forme de propositions élémentaires déjà bien formées, ou être incorporés à des phrases complexes, nécessitant alors une analyse plus fine.

Un élément de discours peut être une proposition ou une partie de proposition dans le cas d'une proposition noyée dans une autre complète (e.g.

130. En toute rigueur, il arrive aux logiciens modernes de jouer avec des logiques différentes, "non-aristotéliciennes" (cf. par exemple Gaston Bachelard, *La Philosophie du non* (1940), pp. 105-134, éd. PUF, 2008). Mais la question ne se pose pas à l'école primaire.

131. "Discours" et "représentation" s'entendent ici au sens large.

132. Un sème est « une unité minimale de signification, trait pertinent dans l'analyse du sens d'un mot ». Accessible sur le site du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales : www.cnrtl.fr/definition/sème (consulté le 15/02/2013).

à la proposition « X est rouge et bleu » correspond deux éléments de discours, contradictoires entre eux, « X est bleu » et « X est rouge »).

Commentaires

Deux familles de contradictions internes peuvent être identifiées : celles qui relèvent du fond et celles qui relèvent de la forme.

a/ Pour celles qui relèvent du fond, la résolution est triviale : on ne peut pas dire une chose et son contraire. Si l'on a validé une formulation, on ne peut ensuite soutenir une proposition contradictoire et espérer que cette nouvelle proposition soit validée sans remise en cause de la première. Il y a contradiction et il va falloir la résoudre.

> Des élèves ont par exemple observé que la superposition sur un écran blanc d'une source de lumière de couleur verte et d'une autre de couleur rouge colore l'écran en jaune. Ils formulent collectivement que la superposition de lumière rouge et verte sur l'écran donne du jaune, formulation validée par la classe. Ils placent ensuite un objet entre l'écran et les sources lumineuses et observent la formation d'une ombre verte, d'une ombre rouge et d'une zone intermédiaire sombre. Des élèves affirment alors que c'est la superposition des deux ombres rouge et verte qui donne la zone sombre sur l'écran. Cette affirmation entre en contradiction avec l'affirmation selon laquelle la superposition de rouge et de vert donne du jaune sur l'écran.

Il en va de même lorsque qu'une proposition entre en contradiction avec un symbole ou lorsque deux éléments symboliques d'une même représentation se contredisent.

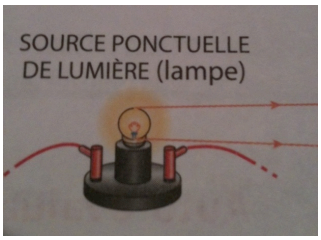


Figure 3.3.2.1.a. : Un exemple de contradiction entre une représentation graphique et son texte d'accompagnement : les rayons ne partent pas d'un point, ce qui constitue pourtant la définition d'une source ponctuelle.[133]

b/ En ce qui concerne la forme, la contradiction relève souvent d'une maladresse de formulation. Un travail sur la langue est alors nécessaire. À l'école, il arrive ainsi souvent qu'un mot soit pris pour un autre. Il s'agit alors moins d'une contradiction interne que d'un problème de cohérence lexicale.

> Cela arrive typiquement avec de très jeunes élèves qui en sont encore à expérimenter sur le langage et n'ont pas encore fixé le sens des mots. Ainsi, un élève de maternelle vient de découvrir les verbes *flotter* et *couler*. Il plonge une cuillère en métal dans l'eau, la voit tomber au fond et dit qu'elle coule. Quelques minutes plus tard il affirme qu'elle flotte. L'enseignant lui rappelle le sens des verbes couler et flotter et l'élève se reprend aussitôt : la cuillère en métal coule, il en est certain.

133. Extrait de *Concours Professeurs des écoles. Préparation à l'épreuve Sciences et Technologie*, p. 397, éd. Nathan, 2008.

Avec des plus grands, la contradiction peut être associée à la méconnaissance du sens d'un mot ou à sa confusion avec le sens d'un autre mot proche. Des élèves s'accordent après avoir travaillé sur un éphémeride pour dire que le jour du début de l'hiver est le jour le plus court de l'année. Ils affirment ensuite que les jours raccourcissent en hiver. Il y a une confusion entre "devenir de plus en plus court" et "être court". Un rappel du sens du verbe raccourcir permet alors de lever la contradiction. Les jours en hiver sont *courts* mais ne *raccourcissent* pas, par définition, après le solstice qui est le premier jour de l'hiver.

Une autre difficulté peut naître d'un manque de précision de la formulation. Ainsi, la phrase équivoque « *le vélo de Luc est rouge et bleu* » peut-elle se décomposer en deux propositions contradictoires entre elles, "le vélo de Luc est rouge" ET "le vélo de Luc est bleu", ou bien signifier, sans contradiction interne, que le vélo est rouge à certains endroits et bleu à d'autres.

Le rapprochement par l'enseignant des différentes affirmations contradictoires énoncées par un élève, la répétition de ce qui vient d'être dit ou sa reformulation sont autant de stratégies qui permettent l'identification des contradictions.

Organigramme de décision pour la contradiction interne

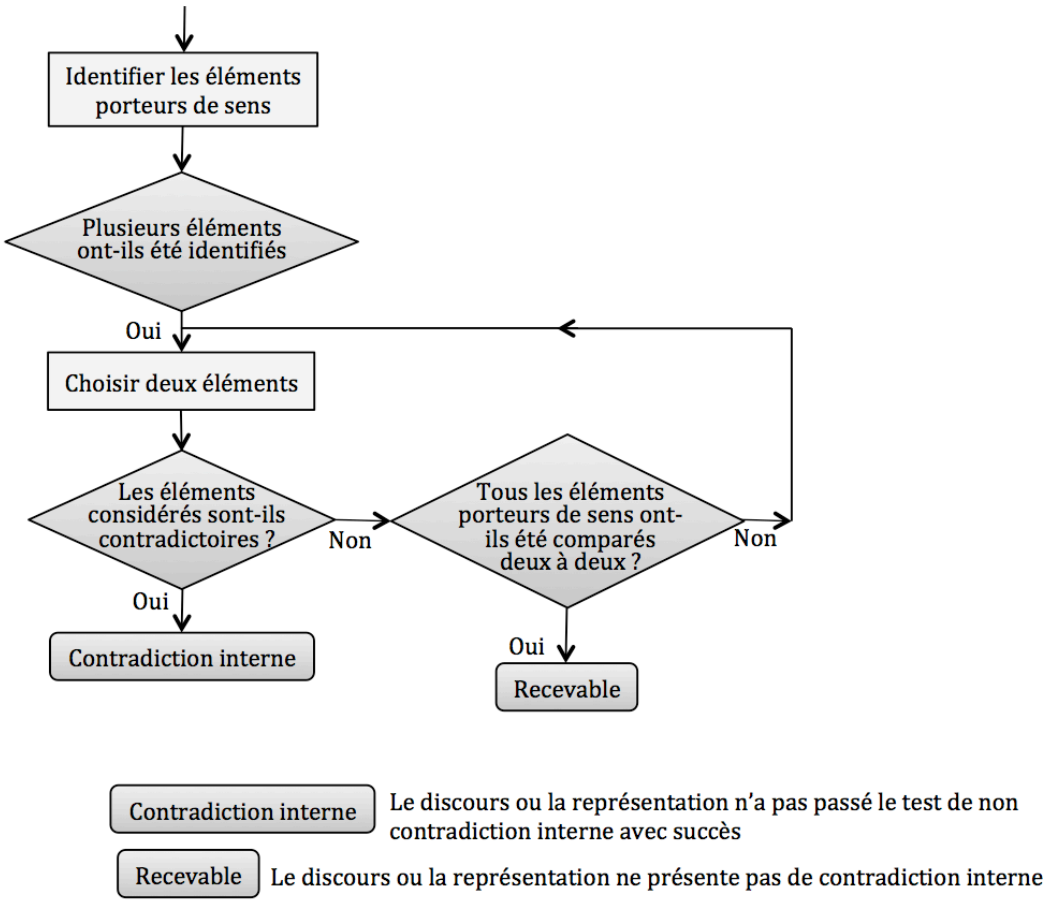


Figure 3.3.2.1.b. : Organigramme de décision pour la contradiction interne

3.3.2.2. Non contradiction externe

Formulation

Critère de non contradiction externe
Le discours ou la représentation n'entre pas gratuitement en contradiction avec le corpus accepté.

Une investigation scientifique peut porter sur des *phénomènes nouveaux*, ou dont on ne sait encore rien, ou encore viser à vérifier, voire à éprouver, des résultats connus, éventuellement obtenus par d'autres. Le plus souvent toutefois, elle porte sur des phénomènes déjà connus à propos desquels il existe des résultats canoniques.

À l'école, on considèrera comme canoniques les documents que l'enseignant a choisi comme ressources documentaires de la classe (manuels, documentaires, etc.), ainsi que l'ensemble des conclusions précédemment établies et institutionnalisées en classe.

Implicitement, tout résultat canonique que le locuteur n'a pas explicitement mis en doute (pour le vérifier) est réputé accepté. L'apparition d'une dissonance avec ces éléments externes constitue donc une contradiction qu'il lui appartient de résoudre.

Commentaires

La contrainte de non contradiction externe implique de confronter le discours et les représentations symboliques produits dans la classe à ceux disponibles dans le corpus de référence.

En cas de dissonnance, l'élève peut avoir raison contre le corpus disponible ou accepter son contenu, mais toujours après réflexion. Le constat d'une contradiction entre le discours et le corpus disponible doit être suivi de son traitement. Un rejet désinvolte du corpus suite à la mise en évidence d'une contradiction avec un discours ou une représentation exprimés dans la classe n'est pas acceptable.

La levée d'une contradiction externe par un rejet du corpus établi nécessite un argument fort. Idéalement, la résolution du conflit est expérimentale, en donnant la primauté à l'expérience.

> Par exemple, des élèves ont travaillé sur les ombres colorées et interprété la présence sur l'écran d'ombres de différentes couleurs. Leur formulation met en relation la couleur des sources de lumière et celle des ombres obtenues. Dans un manuel, les élèves lisent alors que « *Lorsqu'un objet opaque est éclairé par plusieurs sources, plusieurs ombres sont visibles, chacune étant associée à une source de lumière. Ces ombres ne dépendent pas de la couleur de la source de la lumière, elles sont uniformément sombres* »,[134] la contradiction externe est claire tout comme sa résolution : ils ont validé l'observation d'ombres dont la couleur dépend de la source et qui ne sont pas uniformément sombres (ou colorées d'ailleurs).

134. *Concours Professeurs des écoles. Préparation à l'épreuve Sciences et Technologie*, p. 397, éd. Nathan, 2008.

Notons que, pour autant du moins qu'ils n'ont pas été institutionnalisés, la coexistence, chez des intervenants différents, de discours contradictoires entre eux ne constitue pas *a priori* un défaut de cohérence externe, donc de scientificité : leur confrontation est au contraire une étape normale de la construction d'un corpus accepté.

3.3.3. Non vacuité

Formulation

Critère de non vacuité
Le discours ou la représentation véhicule des connaissances spécifiques.

Commentaires

a/ En classe de sciences, les élèves ont pour objectif commun de construire des connaissances ou d'assurer des connaissances préexistantes sur un sujet qu'ils se sont fixé comme objet d'étude.

Lorsqu'ils s'expriment, aussi bien à l'écrit, à l'oral, que sous forme symbolique (gestes, schémas, etc.) l'enseignant attend d'eux qu'ils sachent quel est le sujet de leur expression, et qu'ils ne la fassent pas dévier.

À l'oral, les règles conversationnelles[135] appliquées en classe excluent la prise de parole hors-sujet ou la monopolisation du temps de parole sans faire avancer le débat. De telles stratégies oratoires, qui peuvent avoir leur pertinence en politique, disqualifient le discours pour l'activité scientifique considérée.

Dans le cas où une transmission efficace s'établit, la question ne se pose pas. En revanche, une situation d'échec communicationnel peut résulter d'un problème de forme, mais aussi de fond — ou d'absence de fond. Celui qui tient le discours doit être capable de préciser quelle connaissance spécifique il essaie de transmettre.

b/ La non vacuité porte non seulement sur le contenu du discours mais encore sur l'argumentation.

Les élèves utilisent parfois des expressions qui cachent une absence de compréhension d'un phénomène physique[136]. Ils font semblant de dire

135. Par exemple, dans la formulation de Paul Grice : « *Maxime de la quantité* : fais en sorte que ta contribution soit informative autant que le requiert la situation d'échange; *maxime de la qualité* : ne dis pas ce que tu crois être faux et ne parle pas de ce dont tu n'as pas de preuves adéquates ; *maxime de la relation* : ne parle pas pour ne rien dire ; *maxime de la manière* : évite les expressions obscures, évite l'ambiguïté, sois bref (évite tout prolixité inutile), sois conséquent. » (H.P. Grice, "Logic and conversation", Williams James Lectures, Harvard University, 1967) ; voir également leur commentaire par Umberto Eco (In *Lector in Fabula* (1979), p. 82, éd. française Grasset & Fasquelle, Livre de Poche, 1985).

136. Bachelard parle à ce propos "d'obstacle verbal" et donne comme exemple « *le pauvre mot* éponge » dont le caractère spongieux « *permet d'*exprimer *les phénomènes les plus variés. Ces phénomènes, on les exprime : on croit donc les expliquer. On les reconnaît : on croit donc les connaître. /.../ La fonction de l'éponge est d'une évidence claire et distincte, à tel point qu'on ne sent pas le besoin de l'expliquer* ». Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique* (1938), p. 89, éd. Vrin, 2004. A l'école on retrouve cet obstacle typiquement lorsque des élèves parlent *d'effet ventouse* pour expliquer les phénomènes observés lors

quelque chose mais il n'y a pas de contenu derrière la métaphore. Que cet emploi illégitime relève d'une pensée paresseuse de chercher plus loin, d'un choix conscient ou d'un comportement inconscient, le maître se doit de dévoiler la feinte. Une demande de définition suffit souvent pour que les élèves réalisent que le mot ou l'expression considéré est vide de sens.

3.3.4. Relativité

Formulation

Critère de relativité
La portée du discours est explicitement limitée.

Commentaires

Un élève qui ne serait pas conscient de la portée et donc des limites du discours qu'il formule risque d'éprouver des difficultés à le remettre en cause. Au pire, considérer un discours comme universel peut le conduire à remettre en cause la primauté de l'expérience[137]. Dans le mesure où il est difficile de déterminer objectivement de quoi un élève est ou n'est pas conscient, le critère de scientificité porte sur la présence de marqueurs qui établissent que la validité du discours n'est pas considérée comme absolue.

Typiquement, un élève qui pèse ses hypothèses, emploie des expressions comme *"des fois", "pour nous", "et si", "dans la classe", "avec notre matériel"*, etc. donne des indice d'une prise de conscience des limites du discours qu'il élabore. En l'absence d'expression spontanée, un questionnement spécifique de l'enseignant peut les faire apparaître (e.g. « *est-ce que ce que l'on a trouvé est valable tout le temps/ partout/avec n'importe quel matériel ?* »).

5.3.4. Argumentation et theorisation

Dans les activités menées pour comprendre un phénomène physique, les élèves sont souvent conduits à argumenter leurs idées, expérimentales ou explicatives. La scientificité d'une argumentation s'apprécie globalement en tenant compte de la cohérence logique (3.4.1.) des arguments et exclut le recours à l'argument d'autorité (3.4.2.).

Les élèves sont également conduits à théoriser, c'est à dire à élaborer ou manipuler des outils leur permettant de naviguer entre général et particulier (qu'il s'agisse de la formulation modeste d'une loi ou de la construction plus ambitieuse d'un cadre théorique). La recherche

---

d'un travail sur l'air. L'expression se suffit à elle-même comme explication de phénomènes variés sans que le besoin d'aller au-delà n'apparaisse en absence de sollicitation de l'enseignant. Ils sont alors bien incapables d'en donner une définition autre que tautologique.

137. « *Je ne suis pas d'accord avec le principe de primauté de l'expérience. En effet, en cours de sciences l'an dernier, notre professeur nous a dit qu'il n'était pas grave que les expériences ne vérifient pas forcément nos hypothèses (cas de la graine qui ne pousse pas alors qu'elle devrait).* » Etudiante suisse en fin de Bachelor enseignement primaire à l'université de Genève, Octobre 2012. Une généralité abusive implicite ("les graines poussent") est probablement à l'origine de la remise en question de la primauté de l'expérience chez cette future enseignante.

d'univocité (3.4.3.1.), de robustesse (3.4.3.2.) et d'économie (3.4.3.3.) des outils théoriques déployés permet d'évaluer leur scientificité.

Notons toutefois que, à l'école primaire, la théorisation est le plus souvent réduite à l'établissement de lois. Les critères de scientificité que nous proposons dans cette section portent donc sur des lois plutôt que sur des théories *stricto sensu* (mais sont aisément généralisables à ce cas).

Méthodologie scientifique	Expérience/ Observation	Discours & Représentations	**Argumentation & Théorisation**
			Cohérence logique **3.4.1.** **Non scolasticité** **3.4.2.** ***Scientificité d'une loi*** **Univocité** **3.4.3.1.** **Robustesse** **3.4.3.2.** **Economie** **3.4.3.3.**

3.4.1. Cohérence logique

Formulation

Critère de cohérence logique *Aucune incohérence logique n'est identifiable.*

Par "incohérence logique", nous entendons ici une erreur patente de raisonnement, quelle que soit par ailleurs la validité du résultat.

Celles-ci peuvent relever de types très divers, comme l'appel à un argument sans rapport avec la conclusion (e.g. : *D'après le théorème de Thalès, on sait que l'eau bout à 100 °C*), une conclusion positive sur double négation (e.g. : *Untel n'a pas dit qu'il n'était pas d'accord, donc il l'est*), un syllogisme fautif[138] (*Tous les quadrupèdes sont mortels ; tous les chiens sont mortels ; donc tous les chiens sont des quadrupèdes*), un glissement sémantique sur les prémisses (*Tout ce qui est rare est cher ; or un cheval bon marché, c'est rare ; donc un cheval bon marché, c'est cher*), etc.

Commentaires

a/ Nous avons choisi de distinguer la cohérence logique, qui porte sur l'argumentation, de la cohérence interne du discours à laquelle nous avons rattaché les contradictions liées d'une part à la langue et d'autre part au sujet du discours.[139]

b/ Pour un mathématicien ou un logicien, il est possible d'envisager toutes sortes de logiques alternatives, parfois très complexes. Pour le

138. Dans la tradition de la logique aristotélicienne, un syllogisme est classiquement constitué selon la séquence Majeure (proposition générale)/ mineure (proposition particulière)/ conclusion. Exemple : tous les hommes sont mortels (Majeure)/ or les philosophes sont des hommes (mineure)/ donc les philosophes sont mortels (conclusion). Un syllogisme construit sur une séquence mineure/mineure ne permet pas de conclure [Socrate est un homme mortel ; or Platon est un homme ; donc Platon est mortel].

139. cf. *supra* § 3.3.2.1, critère de non-contradition interne et 3.3.1. cohérence lexicale.

Béotien, toutefois, et *a fortiori* à l'école primaire, il n'en existe qu'une, « classique », dont l'emploi est d'ailleurs loin d'être limité aux sciences.

Pour reprendre une belle expression de Bachelard, « *les qualités logiques sont des qualités de politesse de l'esprit. Et si vous avez affaire à quelqu'un qui prétendrait ne pas avoir la même logique que vous, il faut lui dire qu'il n'a pas de logique du tout, car la logique, c'est la logique de tout le monde !* » [140].

c/ Ce type de raisonnement logique "universel" étant en construction chez les jeunes élèves, le maître est le garant de la cohérence de l'argumentation. Il lui revient d'identifier et de rectifier les erreurs logiques que les enfants pourraient introduire dans leur argumentation. C'est typiquement le cas quand les élèves manipulent à mauvais escient les relations de cause/conséquence, confondent condition nécessaire et condition suffisante, construisent des syllogismes non concluants, proposent un raisonnement circulaire etc.

3.4.2. Argument d'autorité

Le refus de l'argument d'autorité est au fondement même de la méthode scientifique. Il la différencie des accès scolastique et mystique à la connaissance. C'est l'un des tout premiers enjeux de l'apprentissage de la science à l'école, et tout particulièrement de toute démarche d'investigation (*Comment savoir ? On essaie !*).

Formulation

Critère de non scolasticité
Il n'est jamais fait appel à l'argument d'autorité.

L'argument d'autorité consiste à justifier un propos par l'autorité de celui qui le tient (e.g. « *je sais forcément mieux que toi parce que je suis plus grand* »), ou d'une autorité dont il se réclame (e.g. les parents, le maître, un livre, ou même le sens commun).

Il n'est jamais suffisant dans le cadre d'une démarche scientifique, et presque[141] toujours invalide.

Commentaires

a/ *Autorité vs. pédagogie frontale*

Le statut de l'argument d'autorité est particulièrement délicat à l'école où, de fait, l'autorité du maître est toujours présente, et le plus souvent incontestable. Nous avons discuté en 2.4.4. son statut dans le cadre d'une pédagogie frontale.

140. Gaston Bachelard, « De la Nature du rationalisme » in *L'Engagement rationaliste*, p. 72, éd. PUF, 1972.

141. Un scientifique professionnel peut parfois sembler se contenter d'une référence, *i.e.* d'un argument d'autorité, pour justifier rapidement une hypothèse. Mais il est alors implicite d'une part que la moindre contestation entraînera un examen détaillé des arguments contenus dans cette référence ; et d'autre part que la validité de l'hypothèse est alors subordonnée à celle de la référence.

En toute rigueur, si l'on applique le critère de non scolasticité à un cours magistral de physique, on est amené à conclure qu'il ne s'agit pas de science. Il est toutefois essentiel de distinguer la *pratique éducative* du maître qui, en tant que telle et quelqu'en soit le sujet, peut alors être considérée comme non scientifique[142] ; et le *contenu* transmis qui, lui, peut le demeurer.

b/ *Autorité et discipline*

Le critère porte sur l'argumentation, non sur l'autorité en général. En particulier, le refus de l'argument d'autorité en cours de science ne signifie en rien que le maître renonce à son autorité sur la classe, en ce qui concerne sa gestion et la discipline en particulier.

De même, l'appel à l'autorité du maître pour faire respecter la règle du jeu qu'il a fixée pour une séquence, comme le respect de la logique commune ou de certains critères de scientificité, ne remet pas en cause sa scientificité. Il est toutefois important que les élèves soient conscients de cette distinction, ce qui peut en soi constituer un enjeu éducatif dans les petites classes.

c/ *Argument de bon sens*

Nous avons choisi de ne pas distinguer les arguments d'autorité et de bon sens. En toute rigueur, le second n'est pas tant un appel à l'autorité du sens commun qu'une revendication de l'inutilité de l'examen des arguments en présence, « *tout le monde sachant bien* » que, « *bien sûr* », la question ne se pose pas. Employé de bonne foi, il marque surtout un préjugé si bien ancré[143] que le locuteur renonce à lui appliquer la méthode scientifique, ce qui n'est bien sûr pas recevable en termes de scientificité. Mais il peut aussi constituer un artifice rhétorique, à la limite de la fraude scientifique.

> *The phrase "We (I) (You) simply* must — *designate something that need not be done. "That does without saying" is a red warning. "Of course" means you had best check it yourself. These small-change clichés and others like them, when read correctly, are reliable channel markers.*
>
> Robert A. Heinlein[144]

d/ *Autorité lexicale*

Au lieu de se référer directement à l'autorité du maître, un élève peut lui emprunter (ou à un manuel, etc.), sans nécessairement les avoir compris, une expression ou un terme qui lui paraîssent essentiellement scientifiques, et leur attribuer une valeur explicative intrinsèque. L'emploi,

---

142. Notons que, le plus souvent, elle ne le serait pas plus en démarche d'investigation : aucune pratique éducative n'a *a priori* vocation à être scientifique, sauf éventuellement dans des cadres très spécifiques, d'expériences didactiques contrôlées par exemple.

143. Le cas de l'évidence que, bien sûr, la Terre tourne autour du Soleil est exploré dans l'article « *Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité : l'exemple du système héliocentrique* », op. cit.

144. Robert A. Heinlein, « Excerpts from the Notebooks of Lazarus Long » in *Time Enough for Love*, éd. G.P. Putnam's Sons, New York, 1973, p. 269. (« La phrase "il faut vraiment que vous..." désigne quelque chose qui n'a pas besoin d'être fait. "Cela va sans dire" est une alerte rouge. "Bien sûr" signifie que vous feriez mieux de vérifier par vous-même. Lorsqu'on sait les lire, on peut se fier au balisage qu'offrent ces clichés assez stables. »)

à titre d'argument, d'un terme supposément magistral mais inapproprié est assimilable à celui d'un argument d'autorité, et donc non scientifique — y compris, voire *a fortiori,* s'il est qualifié de "terme scientifique".

e.g. un corps qui flotte grâce à « *la poussée d'Archimède* », de l'eau qui ne coule pas « à cause de la *pression* ».

Notons toutefois que, dans le cas où le terme s'avère approprié à la situation, il peut constituer une référence implicite à une théorie qui le définit, et à un argument qui en dérive ; il appartient alors au maître de déterminer s'il laisse à l'élève le même bénéfice du doute qu'à un scientifique chevronné dans les mêmes circonstances.

3.4.3. Scientificité d'une loi

3.4.3.1. Univocité

Formulation

Critère d'univocité
L'énoncé est univoque.

Un énoncé scientifique ne laisse planer aucun doute sur son interprétation.

Commentaires

a/ *Équivoque délibérée*

L'équivoque d'un énoncé peut être délibérée. Il s'agit alors d'une mauvaise pratique à la limite de la fraude au sens de Babbage (cf. critère de loyauté 3.1.1.1.).

b/ Généralement, l'utilisation du verbe *pouvoir* et du conditionnel sont à éviter dans l'expression d'une loi, de même que les dispositifs extensifs souples (comme les guillemets ou abréviation "etc.") qui permettent au littérateur d'ajuster la structure de la langue. Inversement, des dispositifs restrictifs (comme "aux environs de") peuvent s'avérer indispensables.

La proposition « *L'eau peut bouillir à 100°C* » est formellement exacte mais elle laisse ouverte la possibilité que l'eau puisse aussi *ne pas* bouillir à 100°C (ce qui n'est pas faux non plus). Elle n'est donc pas univoque. En revanche, « *L'eau bout aux environs de 100°C* » est recevable, sous réserve d'une précision sur l'écart admissible (qui la rend univoque). [145]

3.4.3.2. Robustesse

La question de la robustesse ne se pose véritablement que pour des énoncés réputés valides, au moins dans les conditions nominales de leur expression. En effet, une *mauvaise expression* d'une loi valide équivaut de fait à l'expression d'une *autre loi*, fautive.

145. Voir aussi la discussion de la section 5.3.2. sur la fiabilité d'une expérience.

Formulation

Critère de robustesse
L'introduction dans l'énoncé d'une loi d'un paramètre présumé non pertinent ne modifie pas dramatiquement les comportements prédits.

Toute modification qualitative non prédite doit être considérée comme dramatique. Dans le cas d'une prédiction quantitative, celle-ci est normalement accompagnée d'une marge d'erreur qui détermine le caractère dramatique ou non de la modification.[146]

Organigramme de décision de la robustesse d'une loi

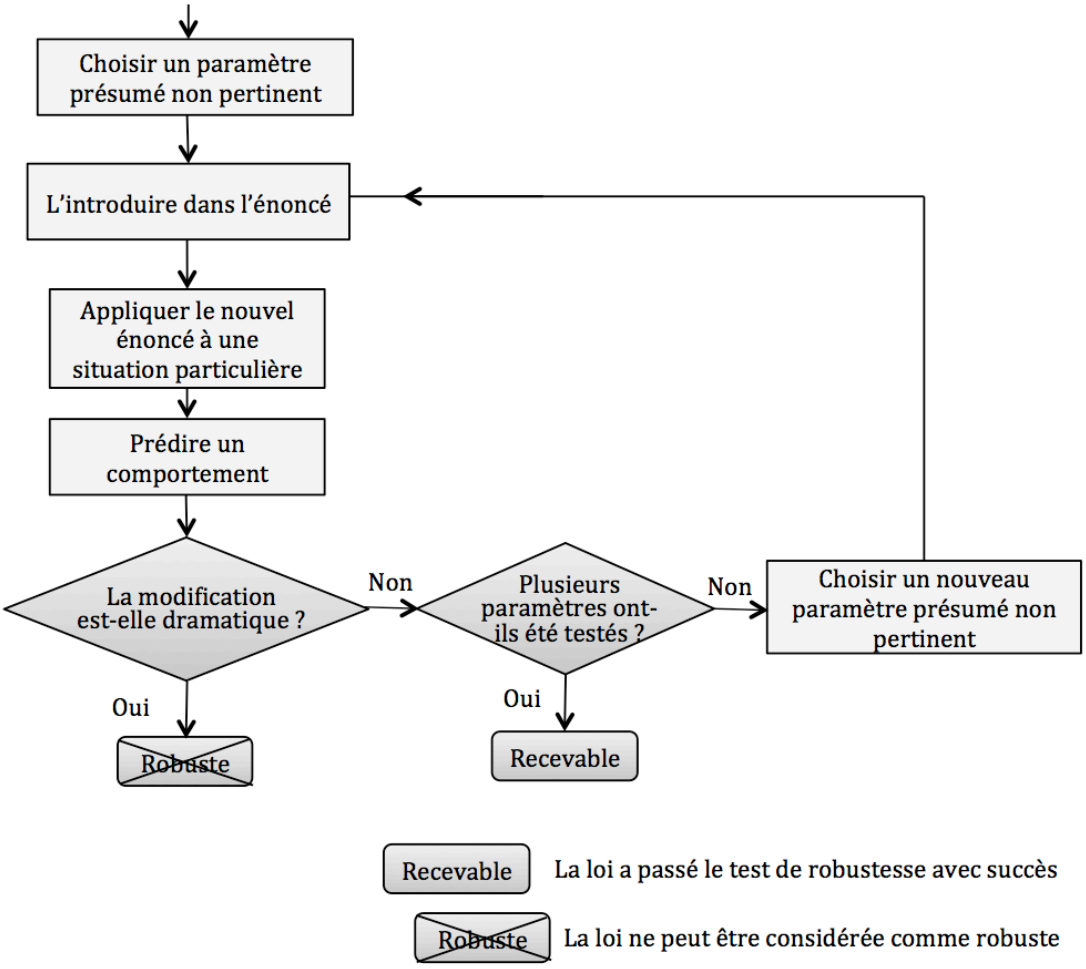


Figure 3.4.3.2. : Organigramme de décision de la robustesse d'une loi

Commentaires

a/ Le test de la robustesse d'une loi porte sur son *énoncé* plutôt que sur la loi proprement dite[147]. Sa formulation est donc une étape essentielle.

146. Voir aussi la discussion de la section 5.3.2.2.2, consacrée à la robustesse d'une expérience.

147. Nous parlerons de "loi physique" pour un énoncé décrivant une classe de comportements donnés. Il peut y avoir plusieurs énoncés pour une même loi physique. (cf. §2.2.5.4.2.)

b/ Par construction, on ne saurait tester tous les paramètres présumés non pertinents, la plupart implicitement. La fiabilité d'une loi est donc toujours relative, et d'autant plus grande qu'elle a résisté à plusieurs tests de sa robustesse.

c/ En l'absence de tout fondement théorique d'une loi empirique, le test de sa robustesse est souvent le seul moyen disponible pour s'assurer que l'on n'a pas omis de paramètre pertinent.

Des élèves ont formulé la loi « *L'eau bout aux environs de 100°C* ». L'utilisation de l'expression « *aux environs de* » a été rendue nécessaire par des petites variations de la mesure de la température d'ébullition (typiquement de 2-3 °C). Le lieu de l'expérimentation, non précisé, est donc implicitement considéré comme non pertinent. Si la loi est robuste, le comportement de l'eau ne doit pas être dramatiquement modifié si l'on introduit une précision géographique : « *L'eau bout aux environs de 100°C à l'Alpe-d'Huez* ». Or un échange entre classes ou un séjour à la montagne permet aux élèves de constater que, toutes choses étant égales par ailleurs, l'eau y bout plutôt aux environs de 93°C. Le comportement de l'eau est dramatiquement modifié en altitude, dans la mesure où la différence de température d'ébullition dépasse les variations tolérées par les élèves dans leur expression des "environs" de 100°C.

Robustesse d'une théorie

Les théories que manipulent les élèves de primaire sont sommaires et se résument souvent à quelques principes et relations causales élémentaires entre paramètres et observations empiriques. Elles s'avèrent donc la plupart du temps extrêmement robustes.

Avec des élèves plus avancés, on peut rencontrer des lois dérivant explicitement d'une théorie, qui précise leur domaine d'application et justifie l'élimination de certains paramètres. Il reste utile de tester la robustesse de la loi, dans la mesure où sa démonstration théorique peut elle-même être fautive. Toutefois, si sa dérivation est correcte, la loi est en quelque sorte "protégée" par la théorie dont elle dérive et "hérite" de sa robustesse.

Le problème de la robustesse est alors reporté sur la théorie elle-même. C'est un problème épistémologique subtil et d'une réelle importance pour la science professionnelle, mais qui dépasse le cadre de cette étude. Nous nous contenterons ici de faire nôtre l'analyse de William Wimsatt[148] :

L'analyse de sa robustesse passe par : 1/ celle d'un faisceau de processus indépendants *de mesure, d'identification ou de dérivation ; 2/ la recherche et l'analyse d'éléments apparaissant comme invariants dans les conclusions et les résultats de ces différents processus ; 3/ l'établissement du champ dans lequel ils restent invariants et des conditions sur lesquelles reposent leur invariance ; 4/ l'analyse et l'interprétation dans ce cadre de tout défaut d'invariance.*

148. William C. Wimsatt dans son article « Robustness, Reliability, and Overdetermination » (1981) présente un panorama des différentes conceptions de ce qu'est la robustesse et en propose une analyse détaillée : « *The family of criteria and procedures that I seek to describe in their various uses might be called* robustness analysis. *They all involve the following procedures: 1. to analyze a a* variety of independant *derivation, identification, or measurements processes ; 2. to look for and analyze things that are* invariant *over or* identical *in the conclusion or results of these processes ; 3. to determine the* scope *of the processes across wich they are invariant and the conditions on which their invariance depends ; 4. to analyze and explain any relevant* failures of invariance ». In *Re-engineering Philosophy for Limited Beings*, éd. Harvard University Press, 2007, pp. 43-74.

Un test de robustesse simplifié d'une théorie peut consister à ajouter un élément supplémentaire *a priori* non pertinent à ceux déjà présents dans la théorie. Il s'agit alors, à partir de la théorie ainsi contrainte, de dériver de nouvelles lois, analogues aux précédentes, et de tester leur validité. Si la nouvelle loi s'avère valide, au prix d'ajustements mineurs, la théorie est présumée robuste.

> Par exemple, l'altitude n'est pas un paramètre réputé pertinent de la théorie galiléenne de la chute des corps, dont on peut dériver une loi comme : *tous les corps subissent la même accélération verticale constante*[149]. Tester cette loi à différentes altitudes amènerait à conclure qu'elle reste valide, mais avec une légère dépendance de l'accélération en fonction de l'altitude. La théorie semble robuste, même si elle ne peut pas plus expliquer cette dépendance que la valeur de la constante.

3.4.3.3. Economie

Formulation

Critère d'économie
Seuls des éléments significatifs ou potentiellement significatifs sont présents dans l'énoncé.

Un élément dont *on ne sait pas* si la modification est ou non susceptible de modifier une prédiction de la loi doit être considéré comme potentiellement significatif. En revanche, un élément dont on sait qu'il ne modifie en rien ses prédictions ne doit pas figurer dans l' énoncé d'une loi.

Commentaires

a/ Le critère porte moins sur les éléments mentionnés dans l'énoncé d'une loi que sur *ce qu'on en sait* (ou, dans un cadre spéculatif, sur ce qu'on en suppose). Leur caractère significatif ou non dépend en effet du cadre théorique dans lequel s'intègre la loi, et le cas échéant des hypothèses émises[150].

b/ Un corollaire est que le même énoncé pourra satisfaire ou non le critère d'économie selon le cadre théorique considéré et les résultats disponibles.

c/ En particulier, un énoncé peut perdre son caractère économique avec le temps et l'acquisition de nouvelles connaissances. En effet, tant qu'on n'a pas démontré le contraire, un élément ou un paramètre donnés doivent être considérés comme potentiellement significatifs, et ayant donc leur

149. Nous nous permettons ici un léger anachronisme dans la formulation, le concept d'accélération n'ayant été complètement élucidé que par Newton, dont la théorie générale de la gravitation englobera la théorie de la chute des corps et permettra à la fois d'en expliquer la robustesse et d'en dévoiler les limites.

150. D'après Carl Hempel « *On ne peut qualifier de significatifs des faits ou des découvertes empiriques que par rapport à une hypothèse donnée, et non par rapport à un problème* ». « Critères de confirmation et d'acceptabilité », in *Éléments d'épistémologie* (*Philosophy of Natural Science*, 1966), p.18, éd. Armand Colin, 2006. On y trouvera également plusieurs exemples détaillés de la relation entre établissement d'une hypothèse et éléments considérés comme significatifs pour cette hypothèse (expérience de Semmelweis, du Puy-de-Dôme).

place dans l'énoncé ; mais ce n'est plus le cas dès lors que cette démonstration est faite. Un même énoncé incluant cet élément, parfaitement recevable jusque là, cesse alors de vérifier le critère d'économie, et ne peut plus être considéré comme scientifique[151].

Organigramme de décision de l'économie d'une loi

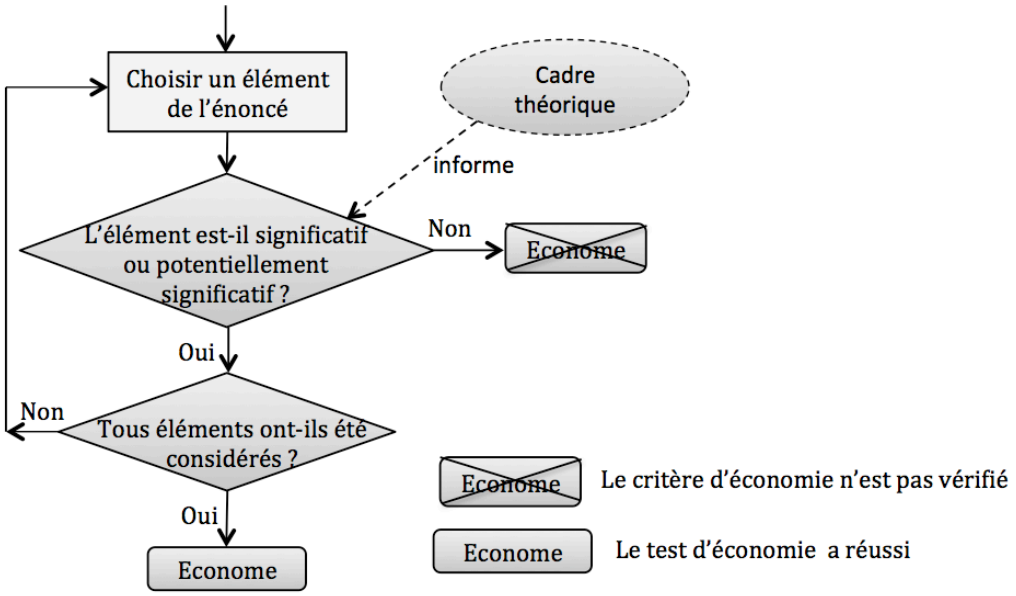


Figure 3.4.3.3. : Organigramme de décision de l'économie d'une loi

151. Plus précisément, un tel énoncé (re)produit après la démonstration ne peut être considéré comme scientifique. Du point de vue de l'histoire des idées, la scientificité du premier énoncé n'est pas remise en cause.

5.4. Capacité discriminante

Cette section a pour objet d'évaluer la capacité discriminante du jeu de critères constitué en 5.3.

Pour cela, on appliquera intégralement celui-ci à une série de pratiques dont la scientificité est *a priori* problématique, comme l'astrologie (cf. 5.2.1.4.), ou au contraire présentant des points communs avec la démarche d'investigation sans pour autant se réclamer de la science, comme une enquête policière.

Il ne s'agit pas ici de mener une étude systématique de la scientificité de ces exemples, dans toute leur complexité et leur diversité, mais d'illustrer l'application des critères dans des cas particuliers relevant de contextes très différents.

5.4.1. Toute investigation est-elle scientifique ?

Pour beaucoup d'enseignants, la notion de science est associée au simple fait de poser des questions.[152] Un jeu courant lors de formations à la démarche d'investigation consiste à confronter ce type de conception à des pratiques arbitraires impliquant l'investigation par hypothèse et vérification de questions légitimes mais rarement associées à la science ; il amène par exemple les participants à s'interroger sur le caractère scientifique ou non de l'activité de leur garagiste ou d'un détective.

Dans le même esprit, on passe ici au crible des critères de scientificité des pratiques archétypales associées à de telles investigations, menées par des spécialistes *a priori* incontestables. Dans la mesure du possible, on envisage pour chaque exemple une situation "de base", *a priori* très éloignée des préoccupations de la communauté scientifique, et une situation de haute technicité, faisant appel à des compétences relevant de la physique.

On considérera les pratiques archétypales suivantes :

Investigations "automobiles"

— Un artisan garagiste cherche l'origine d'une panne sur une voiture. Il émet différentes hypothèses qu'il teste successivement, en se basant aussi bien sur sa propre expérience que sur la documentation du constructeur et sur une approche empirique par essai-erreur.

— Un ingénieur hautement qualifié d'une écurie de Formule 1 de pointe cherche à optimiser l'aérodynamisme d'une voiture, en se basant sur des mesures en course, des essais en soufflerie et des modèles numériques sophistiqués.

Investigations "policières"

— Un inspecteur de police enquête sur un méfait. Il recueille des indices et des témoignages et analyse toutes sortes d'informations transmises par des

152. Ce résultat est détaillé dans le chapitre 6.1.

sources variées, dans le strict respect de la procédure légale et des droits des suspects.

— Un émule[153] de Sherlock Holmes cherche à résoudre une affaire criminelle d'apparence insoluble. Il s'appuie sur sa mémoire prodigieuse et utilise une approche qui se veut profondément rationnelle, même dans les déductions les plus acrobatiques :

> « Je dis souvent que, lorsque vous avez exclu l'impossible, ce qui reste doit être la vérité, aussi improbable puisse-t-elle paraître ».[154]

4.1.1. Investigations de type « garagiste »

	✗ **Artisan garagiste**	✗ **Ingénieur F1**
Intégrité	[par hypothèse]	[par hypothèse]
Transmission	✗ Pas de retour d'expérience vers la culture commune des garagistes	✗ Les résultats sont soigneusement cachés aux autres écuries.
Primauté de l'expérience	✔ Évaluation empirique de l'action du garagiste : la voiture "marche"	✔ Méthode similaire à celle d'un chercheur Scientifique en Aérodynamique Appliquée (SAA)
Recul	✔ Le garagiste fait la distinction entre la voiture idéale de la documentation du constructeur et celle sur laquelle il intervient effectivement.	✔ similaire SAA
Exploitation du spectre de généralité	✗ ✔ Selon la largeur du spectre de généralité acceptable (cf. *infra*)	✔ similaire SAA
Opportunité	✔ Le garagiste n'intervient que sur une demande explicite	✔ Les tests de l'ingénieur-mécanicien répondent à des questionnements explicites
Reproductibilité	✔ Les mêmes solutions techniques réparent toujours une même panne.[155]	✔ similaire SAA
Robustesse	✔ Les mêmes solutions techniques valent pour des voitures légèrement différentes.	✔ similaire SAA
Exhaustivité (documentation)	✗ Le principal élément de documentation est une facture ne détaillant que les pièces remplacées et le temps passé.	✔ similaire SAA
Economie (documentation)	✗ ✔ La documentation est minimaliste, donc en un sens économe	✔ L'économie de la documentation peut être recherchée à des fins d'efficacité dans la communication interne.

153. Considéré ici comme réel. La question de la fiction est envisagée en §2.2.1.3., 5.2.1.4.7. et en 7.2.1.

154. « *It is an old maxim of mine that, when you have excluded the impossible, whatever remains, however improbable, must be the truth.* ». Sherlock Holmes, in « The Adventure of the Beryl Coronet », Conan Doyle, 1892 ; accessible en ligne : http://en.wikisource.org/wiki/The_Adventure_of_the_Beryl_Coronet (consulté août 2014)

155. La réparation d'une voiture n'est pas à proprement parler une expérience. Dans ce contexte, la notion de reproductibilité est plus liée à la généricité des réponses techniques aux pannes du système relativement simple que peut constituer une voiture qu'à la méthode mise en œuvre par le garagiste.

Cohérence lexicale	✔ Le vocabulaire technique de l'automobile est univoque	✔ *idem*
Cohérence symbolique	✔ Les symboles sont standardisés	✔ *idem*
Non contradiction interne	✔ Discours non contradictoire	✔ similaire SAA
Non contradiction externe	✔ Discours *a priori* conforme aux normes professionnelles	✔ similaire SAA
Non vacuité	✔ Le discours répond au problème posé.	✔ *idem*
Relativité	✔ L'enseigne du garage pose les limites de sa compétence.[156]	✔ similaire SAA
Cohérence logique	✔ Aucune incohérence	✔ *idem*
Non scolasticité	✗ Même arbitraires, les normes du constructeur ne sont pas remises en cause	✔ similaire SAA
Univocité d'une loi	✔ Les généralités invoquées sont univoques.[157]	✔ *idem*
Robustesse d'une loi	✔ Les généralités invoquées sont robustes.[157]	✔ *idem*
Économie d'une loi	✗ Les énoncés sont souvent redondants.	✔ similaire SAA

Tableau 4.1.1. : Confrontation des pratiques archétypales de type "garagiste" au jeu de CS

4.1.1.1. Spectre de généralité d'un garagiste

En tant que membre d'une culture savante

La communauté de la mécanique automobile constitue une "culture savante", au sens du § 2.2.2.2.5. Celle-ci produit des objets culturels de toute nature, communiqués aux praticiens au cours de leur formation initiale ou dans les documents fournis par les constructeurs et dont certains sont assimilables à des lois, souvent de généralité modérée (e.g. : *sur tel modèle, la durée de vie de telle courroie est de 3 ans*) et sans que leur énoncé ne s'accompagne de justifications théoriques.

L'artisan garagiste applique ces règles aux véhicules particuliers dont il a la charge (e.g. : il change préventivement la courroie le moment venu). En revanche, lorsqu'elles s'avèrent inopérantes, il n'a aucun moyen de retourner à un niveau de généralité supérieur ou de modifier les hypothèses sur lesquelles elles reposent. *A fortiori,* il ne lui appartient pas non plus de les amender.

Il ne procède donc pas à une navigation agile (i.e. dans les deux sens, par définition) entre général et particulier, mais à une simple "descente" du général au particulier. Son approche ne peut donc, de ce point de vue en tout cas, être considérée comme scientifique.

Il n'en va pas nécessairement de même de l'ingénieur "F1", qui peut être amené à dépasser le champ d'application normal des lois, voire des théories

156. Les limites du discours du garagiste sont souvent implicites mais de notoriété publique.

157. Il n'y a pas à proprement parler de lois de la mécanique automobile. On peut toutefois considérer que les règles générales énoncées par les constructeurs, etc., en tiennent lieu. Les énoncés généraux formulés par le garagiste lui-même sont discutés dans la section 5.4.1.1.1.

communément reconnues, et à les modifier en conséquence en fonction d'expériences particulières. Il navigue donc entre général et particulier au même titre qu'un chercheur scientifique confronté à un problème de même nature.

Du point de vue de l'investigation locale

Localement, au niveau de son atelier, le garagiste peut toutefois énoncer à son propre usage et à celui de ses employés des règles empiriques liées à son expérience de praticien, au contexte local (climat, etc.) et à l'équipement dont il dispose, etc. Lorsque ces règles s'avèrent inopérantes dans le cadre d'une investigation sur une panne particulière, il peut les amender en fonction de cette nouvelle observation.

Même si le niveau de généralité de telles règles locales est *a priori* assez limité et leur spectre de généralité étroit, on retrouve alors, en toute rigueur, une forme de navigation agile entre le (modestement) général et le particulier.

L'approche "culturelle" (*supra*) revient à disqualifier ce niveau d'agilité du fait que de telles règles locales n'habitent pas le "monde 3" de la culture savante automobile.[158] Pour autant, **ce niveau d'exigence épistémologique n'a pas cours à l'école primaire** : une interprétation aussi stricte de l'exigence d'agilité disqualifierait immédiatement la quasi-totalité des pratiques de la science scolaire.

De ce point de vue, il convient donc d'apprécier le spectre de généralité du garagiste au regard de celui que l'on peut attendre, *mutatis mutandis*, des élèves de l'école primaire, souvent bien plus limité encore. Il faut alors convenir que **la méthode empirique d'investigation d'une panne par un garagiste compétent l'amène à exploiter un spectre de généralité d'une largeur *a priori* supérieure à celle qu'on attend d'un élève d'école primaire.**

4.1.1.2. Scientificité d'une investigation de type « garagiste »

Ce n'est donc pas l'exploitation du spectre de généralité qui disqualifie ici la scientificité des pratiques du garagiste, même si la plupart des défauts de scientificité de ses investigations (scolasticité, défaut d'économie des lois) sont d'une manière ou d'une autre liés à l'absence de recours à des considérations très générales. De ce point de vue, il existe *a priori* un continuum de pratiques réelles, entre les archétypes-limite de l'artisan résolument local et l'ingénieur de pointe, dont l'arsenal théorique est le même que celui du physicien.

Une différence plus profonde, commune aux deux archétypes, relève de la **contrainte de transmission des résultats scientifiques**, absente dans un contexte de type "garagiste", dans lequel le praticien n'a de comptes à rendre qu'à son donneur d'ordres (client individuel pour l'artisan, propriétaire de l'écurie pour l'ingénieur F1), et pas à sa culture savante. Dans certains cas, comme celui de la F1, on peut même constater, tout au contraire, l'existence de

158. En revanche, le fait que ce "monde 3 automobile" ne coïncide pas avec le "monde 3 scientifique" ne suffit pas à la disqualifier *a priori*.

contraintes de secret. Une investigation de type "garagiste" ne saurait donc, pour cette raison, être considérée comme scientifique.

Le même argument peut se retrouver dans des contextes très différents, de la recherche soumise au secret industriel et commercial aux investigations dont la publication des résultats serait susceptibles de poser des problèmes politiques, voire géopolitiques (e.g. : le *Manhattan project*), légaux, déontologiques, etc.

Il est important de noter que le critère de transmission est strictement indépendant du *niveau* technique des pratiques considérées : de même que Robert Oppenheimer reste un excellent physicien, mais pas nécessairement un scientifique (de ce point de vue du moins) lorsqu'il travaille au développement de la première arme nucléaire, l'ingénieur mécanicien peut avoir des compétences et des outils conceptuels très similaires à ceux de ses homologues de la recherche académique.[159]

4.1.2. Investigations de type « policier »

Confrontation du jeu de critères aux différents archétypes :

	✗ **Inspecteur de police**	✗ **Sherlock Holmes**
Intégrité	[par hypothèse]	[par hypothèse]
Transmission	✗ Communication au sein de l'équipe et avec la Justice, mais une partie des informations peut ne pas être communiquée par respect de la procédure.	✗ Sherlock Holmes communique ce qu'il a envie, mais ne se reconnaît pas d'obligation en la matière.
Primauté de l'expérience	✗ Primauté de la procédure	✗ Primauté de la logique
Recul	✔ L'enquêteur fait très nettement la différence entre les scénarios qu'il élabore et la réalité des faits établis.	✔ *idem*
Exploitation du spectre de généralité	✗ Chaque enquête est singulière. Ses résultats n'affectent pas les lois générales mises en œuvre.[160]	✗ *idem*
Opportunité	✔ L'inspecteur intervient sur requête de sa hiérarchie	✔ Le détective intervient sur requête de son client
Reproductibilité	✗ Chaque enquête est singulière.	✗ *idem*
Robustesse	✗ Chaque enquête est singulière.	✗ *idem*
Exhaustivité (documentation)	✗ La procédure interdit de documenter des éléments irrégulièrement établis.	✗ Sherlock Holmes se fie avant tout à sa mémoire.

159. Il participe alors indépendamment des deux cultures savantes, "automobile" et "scientifique". Il convient d'ailleurs de noter que ces deux cultures présentent une intersection significative, et le choix de limiter la présente discussion à des archétypes fortement contraints par la dimension industrielle et commerciale de la première est très réducteur.

160. Comme dans le cas du garagiste, on pourrait distinguer pour un inspecteur donné des règles "locales" fondées sur son expérience personnelle et susceptibles d'évoluer avec celle-ci.

Economie (documentation)	✗ La procédure impose souvent des redondances.	✔ Sherlock Holmes est très économe de son travail
Cohérence lexicale	✔ Le vocabulaire technique et légal est univoque.	✔ *idem*
Cohérence symbolique	✔ Les symboles sont standardisés.	✔ *idem*
Non contradiction interne	✔ Discours non contradictoire	✔ *idem*
Non contradiction externe	✔ Le discours prend en compte la jurisprudence administrative ainsi que les expertises reconnues. [161]	✗ Sherlock Holmes ne recule pas devant le paradoxe et n'hésite pas à avoir raison contre tous les autres.
Non vacuité	✔ Le discours répond au problème posé.	✔ *idem*
Relativité	✔ Le discours ne porte que sur l'enquête en cours.	✔ *idem*
Cohérence logique	✔ Aucune incohérence	✔ *idem*
Non scolasticité	✗ Même arbitraires, les contraintes procédurales ne sont pas remises en cause	✔ Sherlock Holmes ne se contente jamais d'un argument d'autorité et lui préfère toujours une démonstration logique
Univocité d'une loi[162] **Robustesse d'une loi** **Économie d'une loi**	[non pertinent] Chaque enquête est singulière, pas de formulation de généralités.	[non pertinent] *idem*

Tableau 4.1.2. : Vérification des CS par des pratiques archétypales de type "policier"

4.1.2.1. Primauté de la procédure vs. primauté de l'expérience

De même, la question de la transmission des résultats révèle un déficit de scientificité. Dans le cas de l'inspecteur de police, celui-ci dérive toutefois plus de la primauté de la procédure que de considérations de secret.

La pratique d'un enquêteur de la police est en effet fortement contrainte par la procédure. Il sait que des indices, voire des preuves, recueillis de façon irrégulière pourront être contestés par l'avocat du suspect et exclus du dossier judiciaire. La seule démonstration factuelle de sa culpabilité ne suffit donc pas à condamner ce dernier, la procédure primant sur les résultats "expérimentaux" du policier. L'expérience n'apparaît donc que seconde.

> On parle parfois de *police scientifique*. L'expression désigne l'utilisation d'une ingénierie de haute technicité (e.g. signature ADN, techniques de datation). La situation est similaire à celle de l'ingénieur "F1" précédemment évoqué : en tant que policier, soumis aux contraintes de sa profession (primauté de la procédure, etc.) la pratique d'un ingénieur de la police, même de très haut niveau technique, ne peut être considérée comme scientifique, même si dans un autre contexte les mêmes compétences et les mêmes techniques seraient susceptibles de l'intégrer à la communauté scientifique.

Par surcroît, la loi peut interdire par principe certaines généralisations (et donc toute possibilité de navigation entre général et particulier). Ainsi, un inspecteur de police qui croirait avoir remarqué que tel type de délit est

161. Des témoignages contradictoires ne relèvent pas du "corpus accepté". Pour autant, l'inspecteur les prend en compte tant qu'ils ne sont pas invalidés.

162. "Loi" s'entend ici au sens d'un énoncé général et non au sens légal plus courant dans les enquêtes policières.

généralement le fait de malfaiteurs de telle origine ou de telle race ne serait pas pour autant fondé à concentrer ses contrôles sur la communauté correspondante, au risque d'un "profilage" discriminatoire.

Des contraintes similaires, affectant la primauté de l'expérience, peuvent se retrouver dans bien d'autres domaines.

> Ainsi, pour le médecin, la première contrainte est de ne pas nuire à son patient,[163] même au prix de la scientificité de son investigation.

4.1.2.2. Scientificité d'une investigation de type « policier »

L'autre source majeure de déficits de scientificité des investigations de type "policier" est l'aspect irréductiblement singulier de chaque enquête.

De ce point de vue, la question de l'exploitation du spectre de généralité se pose de façon similaire à celle déjà envisagée à propos de l'artisan garagiste (*supra*, § 4.1.1.1.). Sa connaissance du contexte local peut amener un inspecteur à formuler à l'usage de ses collègues immédiats des règles locales de basse généralité (e.g. : *Dans tel quartier difficile, les crimes sont directement ou indirectement liés au trafic de drogue*), susceptibles d'ajustement mais pas d'intégration dans la "culture savante" policière ; d'autre part, il peut faire appel à des adages plus généraux (e.g. : *L'assassin retourne toujours sur les lieux de son crime*), mais sans "retour" du particulier vers le général.

C'est également cette singularité de chaque investigation qui rend largement inopérantes les notions de reproductibilité et de robustesse. Il s'agit d'une difficulté classique dès lors que l'on enquête sur des comportements humains. La plupart des sciences humaines y sont confrontées, dans une plus ou moins large mesure. Des critères de scientificité développés pour la physique sont donc *a priori* moins adaptés à l'évaluation d'une enquête policière que des critères adaptés, par exemple, à la psychologie clinique,[164] également confrontée à des comportements irréductiblement individuels.

Au final, une investigation de type policier apparaît donc généralement peu compatible avec les éléments de scientificité considérés. Si, pour la plupart des critères, on peut imaginer un continuum de pratiques policières susceptibles de les vérifier plus ou moins facilement, le caractère second de l'expérience, derrière la procédure (ou la logique dans le cas de Sherlock Holmes) suffit à disqualifier la scientificité de toute investigation policière.

> Remarque : Ce n'est pas le sujet de l'enquête qui détermine sa nature scientifique ou non. Ainsi lorsque le prix Nobel de physique Luis Alvarez,[165] avec sa méthode habituelle et sans contrainte de type policier, se lance dans une investigation sur l'assassinat de J.F. Kennedy, son investigation est-elle un modèle de scientificité.

---

163. « *Primum non nocere* » (« Avant tout, ne pas nuire ») est un précepte médical de base, souvent attribué à Hippocrate (ca. 410 a.e.c.).

164. La discussion de la scientificité de la psychologie, et d'éventuels critères de scientificité adaptés, déborde largement du cadre de ce travail.

165. L.W. Alvarez, « A Physicist Examines the Kennedy Assassination Film », American Journal of Physics, 1974 ; in *Discovering Alvarez,* dir. W.P. Trower, Univ. Chicago Press, 1987, pp. 210-224.

5.4.2. PEUT-ON RECUSER UNE REVENDICATION DE SCIENTIFICITE ?

Les pratiques dont les revendications de scientificité font polémique fournissent un test particulièrement intéressant des critères de scientificité.

C'est typiquement le cas des pseudo-sciences (*supra*, § 2.1.4.5. de ce chapitre). Un exemple classique en est l'astrologie, pratique familière au grand public et, partant, aux enseignants, mais dont la scientificité est récusée par de nombreux scientifiques[166]. D'autres pratiques polémiques émergent au sein même de la communauté scientifique et suscitent de nombreuses polémiques avant d'être elles aussi récusées et remisées au rang des "sciences pathologiques". Les rayons N serviront de cas d'école. Enfin, on considèrera une discipline imaginaire, l'ombrellologie, pour éprouver les critères de scientificité.

4.2.1. Astrologie

On définit dans un premier temps une expérience astrologique comme l'énoncé d'une prédiction particulière basée sur le calcul d'un "thème astral"[167] et sa confrontation avec les événements qui se produisent effectivement. Sa reproductibilité éventuelle s'évalue par le taux de succès de ces prédictions.

Les pratiques des astrologues sont très diverses. Des scientifiques aussi éminents que Tycho Brahe et Kepler ont revendiqué le titre d'Astrologues ; des escrocs notoires ont été dénoncés. Les astrologues considérés ici sont présumés aussi compétents et honnêtes que possible, sans préjuger de l'efficacité réelle de leurs pratiques. On envisagera trois pratiques archétypales, visant à couvrir autant que possible le champ des pratiques existantes, étant entendu que celles-ci s'inscrivent dans un continuum entre ces extrêmes.

— Le rédacteur de la rubrique d'astrologie à succès d'un magazine à grande diffusion rédige des horoscopes hebdomadaires par décans (soit 36 horoscopes différents) censés s'appliquer personnellement à chacun de ses millions de lecteurs. Il ne revendique pas de méthodologie particulière et ne calcule aucun thème astral.

— Un astrologue consultant élabore et interprète pour un client régulier un horoscope personnalisé et précis. Il revendique l'emploi d'une méthode rigoureuse et de calculs difficiles pour réaliser un thème astral. Il s'appuie par ailleurs sur sa connaissance de son client. Il tient le précédent pour un charlatan.

---

166. Ainsi, en 1975, pas moins de 186 scientifiques dont 18 prix Nobel ont signé un manifeste contre l'astrologie dans lequel ils déclaraient « *Il devrait être apparent que les individus qui persistent à avoir foi dans l'astrologie le font en dépit du fait que leurs croyances n'ont aucune base scientifique vérifiée et qu'en fait il y a de très fortes indications du contraire* ». "Objections to astrology _ A statement by 186 Leading Scientists", *The Humanist*, sept./oct. 1975. Accessible en ligne :
www.psychicinvestigator.com/demo/AstroSkc2.htm (consulté janvier 2014).
A ce propos voir également la discussion du 5.2.1.4.5.

167. Littré définit le thème astral comme une « *figure que tracent les astrologues, lorsqu'ils veulent tirer l'horoscope de quelqu'un, en marquant le lieu où sont à ce moment les étoiles et les planètes.* »

— J. Kepler, éminent astronome et mathématicien mais aussi astrologue professionnel — et convaincu[168] — élabore un horoscope personnalisé et aussi précis que possible. Il met en œuvre les outils mathématiques les plus sophistiqués de son temps, qu'il a pour une part développés lui-même. Il considère la quasi-totalité des autres astrologues comme des amateurs douteux et incapables de faire des calculs significatifs,[169] mais enjoint « *théologiens, médecins et philosophes* [à] *ne pas jeter le bébé avec l'eau du bain* »[170].

	✗ **Rédacteur de rubrique astrologique**	✗ **Astrologue consultant**	✗✔ **Kepler**
Intégrité	✗ Ne réalise pas de thème astral (ou équivalent)[171]	[par hypothèse]	[par hypothèse]
Transmission	✗ L'astrologue ne fournit ni ses calculs ni les résultats de la confrontation de la prédiction avec les événements	✗ L'astrologue ne rend des comptes qu'à son client et peut-être soumis à une obligation de confidentialité	✗ *idem*
Primauté de l'expérience	✗ Pas de confrontation des événements avec les prédictions	✔ Admission des erreurs commises dans les prédictions	✔ Admission et prise en compte des erreurs commises dans les prédictions
Recul	✔ L'astrologue fait la différence entre les horoscopes qu'il élabore et la réalité des faits établis.	✔ *idem*	✔ *idem*
Exploitation du spectre de généralité	✗ Pas de remontée du particulier vers le général	✗ Pas de remontée du particulier vers le général. La méthode suivie n'est pas remise en cause.	✔ Les prédictions réalisées sont confrontées à la réalité et, dans toute la mesure du possible, la théorie amendée en conséquence.
Opportunité	✔ Le rédacteur de la rubrique intervient sur commande	✔ L'astrologue intervient sur requête de son client.	✔ *idem*
Reproductibilité	✗ Pas de confrontation des événements avec les prédictions	✗✔ Selon les critères d'appréciation du succès d'une prédiction (cf. *infra*)	✔ Idéal recherché, mais technique encore rudimentaire (cf. *infra*)
Robustesse	✗ Pas de confrontation des événements avec les	✗✔ Selon les critères d'appréciation du succès	✔ Idéal recherché, mais technique encore rudimentaire (cf. *infra*)

168. « *De notre propre expérience, quelques prédictions notables d'événements futurs (d'une nature générale) par la prédictions des mouvements célestes sont bien fondées. Lorsqu'on investit dans l'astrologie la même industrie qu'un botaniste en consacre à la médecine herbale en s'assurant de l'effet des herbes sur sa propre personne, chaque jour apporte une corroboration et l'expérience ajoute toujours plus à notre connaissance. La pondération diligente des exemples astrologiques tels que ceux mentionnés plus haut amène à trouver de plus en plus leurs bases dans la nature ou dans la philosophie.* » J. Kepler, *Tertius Interveniens* 9-1 (1610).
Retraduit à partir de « Kepler's Astrology. Excerpts selected by K.G. Negus ». Accessible en ligne : http://cura.free.fr/docum/15kep-en.html (consulté août 2014)

169. « *Quand un esprit formé à la déduction mathématique est confronté aux bases déficientes de l'astrologie, il résiste longtemps, longtemps, comme une mule têtue, puis, contraint par les coups et les jurons, il finit par mettre le pied dans cette flaque boueuse.* » ; J. Kepler, Dédicace du *De Stella Nova* à Rodolphe II, 1605.

170. J. Kepler, Adresse à Philippe Feselius, *Tertius Interveniens*, op. cit.

171. Il s'agit ici d'une évaluation "externe" de l'expérience de prédiction. Le point de vue du rédacteur, plus pertinent en termes d'intégrité personnelle, sera envisagé dans un second temps (§ 5.4.2.1.3.).

	prédictions	d'une prédiction (cf. *infra*)	
Exhaustivité (documentation)	✗ Pas de confrontation des événements avec les prédictions	✔ L'astrologue fournit à son client le thème et son interprétation	✔ *idem*
Economie (documentation)	✗ Pas de confrontation des événements avec les prédictions.	✗ La satisfaction du client prime sur l'économie dans la documentation du thème astral.	✗ *idem*
Cohérence lexicale	✗ Les énoncés sont délibérément équivoques[172].	✔ Les énoncés sont aussi univoques que possible	✔ *idem*
Cohérence symbolique	✔ Les symboles sont standardisés.	✔ *idem*	✔ *idem*
Non contradiction interne	✔ Discours *a priori* non contradictoire	✔ *idem*	✔ *idem*
Non contradiction externe	[non pertinent] Absence de corpus de référence.	✔ Mise en œuvre scrupuleuse d'une technique existante.	✔ Les éventuelles contradictions sont justifiées par la technicité insuffisante du corpus de référence.
Non vacuité	✔ Le discours est prédictif.	✔ Le discours répond aux interrogations du client.	✔ *idem*
Relativité	✗ Aucune limite explicite n'est posée.	✗✔ Limites posées *a posteriori* en cas de prédiction non réalisée.	✔ Discours de portée limitée.
Cohérence logique	✔ Aucune incohérence *a priori.*	✔ *idem*	✔ *idem*
Non scolasticité	✗ Discours de pure autorité.	✗ Discours de référence de pure autorité.	✔ Appel à une théorie sophistiquée élaborée par Kepler lui-même[173]
Univocité Robustesse Économie (d'une loi)	[non pertinent] Absence de règles et de méthode.	✗✔ Revendiquées mais contestées[174]	✔ Contraintes similaires à celles appliquées par le Kepler mathématicien et physicien

Tableau 4.2.1. : Vérification des CS par des pratiques archétypales de type "astrologie"

4.2.1.1. Reproductibilité et robustesse

L'objet de cette section n'est pas de discuter la validité, ou non, des prédictions astrologiques.

Au XVIIe, une science en construction

Le calcul d'un thème astral passant par celui du mouvement des planètes, l'astrologie présente donc au tournant du XVIIe siècle exactement les mêmes

172. E.g. « *Poissons du 19/02 au 01/03 : une fine acuité vous aide à démêler les situations embrouillées. Vous percevez d'instinct le ressenti de l'autre. Faites-vous confiance. Du 01 au 10/03 : vous franchissez les obstacles avec diplomatie et tact. Profitez-en pour construire quelque chose. Du 10 au 21/03 : Réfléchissez avant d'investir dans un projet qui vous engage.* ». *Télé 7 Jours* du 1er au 7 février 2014, p. 124.

173. Kepler ne revendique pas sa propre autorité ; la validité des outils mathématiques qu'il développe est sujette aux mêmes contraintes de scientificité et de contrôle externe que ceux qu'il développe pour son activité astrolomique.

174. On ne présume pas ici de la validité ou non des différentes règles astrologiques.

défis mathématiques que l'astronomie naissante.[175] Kepler est conscient des limites de ses calculs mais, explique Gérard Simon, « *entend rénover tous les vieux savoirs, et ne distingue pas ceux qui pour nous sont des sciences de ceux que nous tenons pour des superstitions, ou à tout le moins pour extrascientifiques.* »[176] Dans l'intervalle, les simplifications excessives auxquelles il est contraint mettent inévitablement en cause la reproductibilité et la robustesse de ses expériences.

Cette situation est toutefois classique dans le cas de sciences en construction. De ce point de vue, à l'aube du XVIIe siècle *le degré de scientificité de l'astrologie keplérienne est tout à fait comparable à celui de son astronomie* (qui ne prend pas en compte un élément aussi important que la gravitation, encore inconnue, et reste justiciable des mêmes objections techniques).

Une telle analyse revient à considérer que dans la mesure où le praticien d'une discipline nouvelle, ou en cours de mutation, est conscient des contraintes de reproductibilité et de robustesse, les envisage et met en œuvre tout ce qui est en son pouvoir pour les assurer, sa méthode n'est pas en cause et son échec peut être considéré comme provisoire, dans l'attente du développement de techniques plus matures.

Cette forme de "bénéfice du doute" ne vaut toutefois plus après quatre siècles de développement. En l'occurrence, ce délai a permis à l'astronomie de se constituer en science hautement mature sans que les développements de l'astrologie apparaissent en rien comparables, et il est aujourd'hui devenu légitime de réfuter la scientificité de l'astrologie au nom du défaut de reproductibilité et de robustesse de ses expériences.

Le point de vue du client

Dans le cas de l'astrologue consultant, la reproductibilité et la robustesse d'une expérience peuvent être considérées soit d'un point de vue externe et systématique, celui de l'épistémologue, soit d'un point de vue "interne" à l'investigation, celui du client. Même si la première approche suscite encore des polémiques, la communauté scientifique tend à considérer massivement que les prédictions astrologiques sont inopérantes et *a fortiori* ni reproductibles ni robustes.

Ce niveau d'exigence ne semble pas être celui des nombreux clients habituels de l'astrologie. Une étude sociologique de leurs motivations dépasserait de très loin le cadre de ce travail ; toutefois on peut sans doute considérer l'existence même de clients réguliers de certains astrologues comme un bon indicateur de leur satisfaction et donc de leur confiance en ces prédictions, y compris en termes de reproductibilité, ou de la perception qu'ils peuvent en avoir.

---

175. Si le mouvement des planètes est désormais bien connu, un astronome actuel pourrait moderniser l'argument en relevant qu'il s'agit d'un problème à N corps, dont on sait qu'il n'admet pas de solution générale pour $N \geq 3$.

176. « *On constate d'abord que Kepler ne manque nullement d'esprit critique. Il entend réformer l'astrologie selon les mêmes principes qu'il suit en astronomie : au lieu de décrire les phénomènes, il veut remonter à leurs causes. Il ne se contente donc pas du code symbolique suivi avec plus ou moins de variantes depuis l'Antiquité ; il le réfute au contraire avec beaucoup de pertinence. (…) Ainsi, il entend rénover tous les vieux savoirs, et ne distingue pas ceux qui pour nous sont des sciences de ceux que nous tenons pour des superstitions, ou à tout le moins pour extrascientifiques.* » G. Simon, *Sciences et savoirs aux XVIe et XVIIe siècles,* Presses Universitaires du Septentrion, 1996, p. 96.

4.2.1.2. Scientificité des pratiques astrologiques

Scientificité d'une astrologie de pointe : le cas de Kepler

Les pratiques astrologiques de Johannes Kepler n'échouent à satisfaire que deux critères de scientificité d'ailleurs corrélés, ceux de *transmission* et d'*économie de la documentation*. Encore cet échec est-il discutable : Kepler est l'auteur de manuels d'astrologie, comme le *De Fundamentis Astrologiae Certoribus* (1601), dans lequel il détaille nombre de prévisions, météorologiques en particulier, pour l'année suivante (1602) ; et ses écrits astrologiques, s'ils ne correspondent plus aux canons modernes de l'écriture scientifique, sont équivalents, en termes de documentation, à ses écrits astronomiques, les meilleurs de son temps.

En toute rigueur, **le jeu de critères précédemment établi échoue donc à discriminer les pratiques du Kepler astronome de celles du Kepler astrologue.**

Un critère supplémentaire de *fécondité* y parviendrait sans doute, du moins avec quelques siècles de recul.[177] Revendiqué par certains épistémologues, il n'a toutefois pas été retenu ici, dans la mesure où il ne s'applique pas à l'école primaire (cf. § 5.2.2.2.6.).

Plus généralement, on peut considérer que ce jeu de critères ne permet pas de mettre en cause la scientificité de pratiques "atypiques[178] menées par des physiciens par ailleurs reconnus, présumés fins connaisseurs des normes scientifiques de leur temps.[179]

Scientificité d'une astrologie de ville

Les pratiques archétypales de l'astronome consultant présentent également un déficit de *transmission* et d'*économie de la documentation*. Ces éléments apparaissent toutefois moins liés à la nature de sa pratique qu'à son contexte, de ville plutôt que de laboratoire, qui l'amène à privilégier la communication avec son client et justifie, le cas échéant, une forme de secret. De ce point de vue, l'astrologue de ville n'est pas différent du garagiste ou de l'ingénieur "F1".

Outre les difficultés liées à la *reproductibilité* et à la *robustesse* de ses expériences, déjà évoquées, apparaît également un problème d'*exploitation du spectre de généralité*, l'astrologue consultant se contentant d'appliquer au cas particulier de son client des "lois" et des méthodes plus ou moins générales d'établissement et d'interprétation des thèmes astraux qu'il trace, sans "remonter" du particulier vers le général, tout en étant susceptible de formuler des règles d'application locale. Là encore, on se retrouve dans une situation

---

177. La fécondité de l'astronomie n'étant pas beaucoup plus évidente au tournant du XVIIe siècle.

178. Soulignons une fois de plus que la scientificité d'une pratique ne présume aucunement de la validité de ses résultats.

179. Un exemple récent est celui des travaux d'Yves Rocard dans le domaine hautement controversé de la sourcellerie : Y. Rocard, *La Science et les sourciers. Baguettes, pendules, biomagnétisme*, Dunod, Paris, 1989. Ce travail semble l'avoir en partie discrédité dans la communauté scientifique, et a provoqué des polémiques parfois violentes (e.g. « *Le triptyque-socle des travaux du Pr. Yves Rocard était composé de naïveté, mauvaise foi et force de la croyance.* » H. Broch, 1991 ;
accessible en ligne : http://webs.unice.fr/site/broch/articles/HB_Rocard.html — consulté août 2014)

déjà analysée dans le cas d'une investigation de type « garagiste » : si une telle pratique ne saurait satisfaire aux exigences d'agilité de la science professionnelle, il semble difficile de l'exclure *a priori* au regard de la largeur du spectre de généralité exigible de la science scolaire.

En revanche, la ***scolasticité*** des discours de référence revendiqués par la plupart des astrologues suffit à disqualifier sans appel leurs éventuelles revendications de scientificité.

> Remarque : Le cas de l'astrologie keplerienne montre que la même revendication provenant d'un astrologue qui serait par ailleurs un astronome de haut niveau serait en revanche difficile à mettre en cause. Le cas intermédiaire d'astrologues sans grandes compétences astronomiques revendiquant néanmoins des fondements scientifiques explicites à leur discours ne peut pas non plus être disqualifié *a priori* et ne peut être dûment traité qu'en identifiant, au cas par cas, les faiblesses techniques de ces références.

4.2.1.3. L'astrologie comme genre littéraire

L'analyse précédente considère les pratiques du rédacteur de rubrique astrologique du point de vue ses méthodes de prédiction. Ce point de vue est celui des critiques scientisites de l'astrologie, mais aussi éventuellement celui de certains des *lecteurs* prenant ces prédictions au pied de la lettre.

En revanche ce n'est pas nécessairement celui du rédacteur lui-même. Ce dernier est tout à fait fondé à se considérer avant tout comme un journaliste, ou même un écrivain de fiction d'un genre un peu particulier. Rien n'indique qu'il croie lui-même à ses prédictions et il n'est pas plus comptable de leur validité factuelle qu'un auteur d'anticipation de ses futurs imaginaires.

Si le premier point de vue a pu conduire à la mise en cause de son intégrité au sens scientifique du terme, il convient de réexaminer cette conclusion au regard de son propre point de vue et de ses obligations professionnelles.

Du point de vue du rédacteur de rubrique, l'expérience pertinente, au sens large, n'est pas de réaliser des prédictions mais bien la rédaction et la publication du texte de sa rubrique. Elle ne constitue pas une « expérience physique » au sens restreint de la définition 2.6.1.1. La question de sa scientificité n'a donc pas lieu d'être.

La notion d'intégrité garde en revanche tout son sens dans ce contexte professionnel. De son propre point de vue et du point de vue de son rédacteur en chef, le rédacteur de rubrique astrologie qui respecte la lettre ses obligations professionnelles en rendant toujours dans les délais une copie de qualité, etc., apparaît parfaitement intègre — et, dans le cas de l'archétype aux millions de lecteur fidèles, respectable en tant que professionnel de l'écriture hautement qualifié.

4.2.2. Rayons N et ombrellologie

La science pathologique, au sens de Langmuir,[180] constitue également un défi pour toute approche en termes de critères de scientificité, dans la mesure où les pratiques en cause sont celles de scientifiques reconnus. On considère ici le cas d'école bien documenté des rayons N que René Blondlot crut découvrir en 1904. Les expériences considérées sont celles dont il a dûment publié les résultats dans les *Compte-rendus de l'Académie des sciences* (CRAS)[181].

Un autre cas d'école intéressant est celui de « l'ombrellologie », discipline imaginaire inventée par l'épistémologue John Sommerville pour discuter la scientificité d'une démarche strictement empirique, en l'occurrence entièrement consacrée à l'étude de la population de parapluies et de leur répartition statistique (cf. Annexe 5.A.). L'expérience de base est ici la prédiction systématique du nombre de parapluies à l'intérieur de chaque maisonnée d'une rue donnée et sa vérification empirique immédiate[182].

	✔ **Rayons N**	✗✔ **Ombrellologie**
Intégrité	✔ L'intégrité professionnelle de R. Blondlot n'a jamais été remise en cause.	[par hypothèse]
Transmission	✔ Résultats dûment publiés	✔ Rédaction d'ouvrages rassemblant les résultats.
Primauté de l'expérience	✔ Revendiquée	✔ *idem*
Recul	✔ Distinction claire entre le monde physique et ses représentations	✔ *idem*
Exploitation du spectre de généralité	✔ Blondlot cherche à développer une théorie opératoire des rayons N.	✗ ✔ Selon la largeur du spectre de généralité acceptable (cf. *infra*)
Opportunité	✔ Les expériences réalisées ont un objectif.	✔ *idem*
Reproductibilité	✔ Revendiquée (mais contestée, cf. *infra*).	✔ Expériences dont la reproductibilité est testée avec succès
Robustesse	✔ Revendiquée (mais contestée, cf. *infra*).	✔ Expériences dont la robustesse est testée avec succès
Exhaustivité (documentation)	✔ Documentation exhaustive.	✔ *idem*
Economie (documentation)	✔ Documentation économe.	✔ *idem*
Cohérence lexicale	✔ Le vocabulaire est univoque.	✔ *idem*
Cohérence symbolique	✔ Les symboles sont univoques.	✔ *idem*
Non contradiction interne	✔ Discours non contradictoire	✔ *idem*
Non contradiction externe	✔ Discours non contradictoire	✔ *idem*
Non vacuité	✔ Le discours répond au problème posé.	✔ *idem*
Relativité	✔ La portée du discours est limitée.	✔ *idem*

180. Cf. supra, § 5.2.1.4.1.

181. R. Blondlot. *Rayons N : recueil de communications faites à l'Académie des Sciences*. Gauthier-Villars éd., Paris, 1904. Accessible sur le site de la BNF-Gallica, ref. ark:/12148/bpt6k5542453f

182. John Sommerville (1941). Umbrellaology, or, methodology in social science. *Philosophy of Science*, vol 8(4), pp. 557-566. Extrait accessible en ligne : http://physics.weber.edu/johnston/astro/umbrellaology.htm (consulté août 2014)

Cohérence logique	✔ Aucune incohérence	✔ *idem*
Non scolasticité	✔ Il n'est pas fait appel à l'argument d'autorité.	✔ *idem*
Univocité d'une loi **Robustesse d'une loi** **Économie d'une loi**	✔ Les lois énoncées sont univoques, robustes et économes.	✔ *idem*

Tableau 4.2.2. : Vérification des CS par les expériences sur les rayons N et par un ombrellologue distingué

4.2.2.1. Robustesse et reproductibilité des expériences sur les Rayons N

L'affaire des rayons N pose des problèmes de reproductibilité et de robustesse très spécifiques. En effet, en physicien expérimenté, René Blondlot s'est conscienceusement assuré dans son propre laboratoire de la fiabilité de ses résultats ; ceux-ci ont par ailleurs été reproduits par des centaines de physiciens et de médecins, principalement lorrains, dans les années qui ont suivi ses découvertes. Il semble difficile de mettre en cause la scientificité de sa démarche de ce point de vue.

Toutefois la reproductibilité de ces expériences a rapidement été mise en cause par des chercheurs allemands, anglais et parisiens dans le contexte nationaliste exarcerbé de l'avant-guerre. La querelle qui s'en est suivie a impliqué de très grands noms de la science de l'époque, sans qu'une réponse évidente n'apparaisse. Sa solution définitive a impliqué une "enquête scientifique" faisant appel à toute l'ingéniosité de physiciens expérimentateurs du calibre de Pierre Curie et de Robert Wood.

Ce débat apparaît donc plutôt, à l'époque, comme une *querelle d'interprétation* de résultats difficiles à établir que comme un problème de méthodologie. L'intégrité des intervenants ne semble à aucun moment être en cause.

Approche ultra-sceptique

Une lecture extrême du critère de reproductibilité revient à ne pas se satisfaire même de la publication de centaines de confirmations formelles, tant que subsiste la moindre contestation. Les expériences de R. Blondlot ne peuvent alors être considérées comme reproductibles et donc comme scientifiques ; toutefois, si l'on devait imposer un tel niveau d'exigence à toutes les publications de chercheurs professionnels, bien peu passeraient sans doute ce crible.

Approche de la reproductibilité locale

Si en revanche on accepte la possibilité même de résultats contradictoires, pourvu que suffisamment de confirmations soient disponibles, les revendications de Blondlot apparaissent suffisamment étayées pour avoir été légitimement reconnues *a priori* comme raisonnablement robustes et reproductibles.

Il se trouve que dans le cas particulier des rayons N, l'Histoire a donné raison aux détracteurs de Blondlot. Il semble toutefois difficile d'exiger de critères opératoires de reproductibilité et de robustesse d'être discriminants dans une situation aussi exceptionnelle.

C'est *a fortiori* le cas de la science scolaire, pour laquelle on s'est contenté de définir un critère de "reproductibilité locale",[183] plus faible encore. À cette aune, la vérification locale de la reproductibilité des travaux de Blondlot n'apparaît pas criticable.

En pratique, les critères de scientificité retenus pour la science scolaire apparaissent donc incapables de discriminer une situation de science pathologique.

4.2.2.2. Ombrellologie

L'ombrellologie est une discipline spécifiquement conçue par un épistémologue pour présenter autant d'aspects que possible d'une science expérimentale, tout en restant strictement empirique. Il n'est donc pas surprenant qu'elle satisfasse sans difficulté à tous les critères de scientificité considérés, à l'exception de **l'exploitation du spectre de généralité**.

L'ombrellologie présente en effet, par construction, un spectre de généralité assez étroit. Si ses praticiens naviguent bien entre considérations particulières et (faiblement) générales, on se retrouve une fois de plus, comme dans la cas d'une investigation de type « garagiste », confronté à la question de la largeur de spectre acceptable. La conclusion est également la même : *au regard de ce qu'on peut attendre d'élèves de l'école primaire*, la méthode empirique d'investigation sur les parapluies peut être considérée comme scientifique.

L'analyse originale de John Sommerville portait au contraire sur la scientificité de l'ombrellologie au regard des standards de la science académique. Il raisonne en termes de *prédictibilité*, dont le niveau est corrélé à celui de la généralité des théories et des modèles prédictifs. Or, pour lui, « *le niveau de prédictibilité qui serait effectivement ajouté par cette nouvelle "science" est si minime qu'il en devient négligeable* »[184]. L'ombrellologie ne constitue donc pas selon lui une science, y compris dans le contexte des sciences sociales.

> Remarque : Ce critère de prédictibilité n'a pas été retenu dans le jeu de critères considérés pour la science scolaire (cf. § 5.2.2.2.1). L'exemple de l'ombrellologie montre comment son champ d'application vient s'inscrire dans celui du critère d'agilité. On peut ainsi concevoir qu'au cours de leur scolarité les élèves seront amenés à prendre conscience de l'existence de niveaux de généralité plus élevés et de leur intérêt en termes de capacité de prédiction.

5.4.3. Scientificite de discours en rapport avec la science

Le public scolaire, et plus généralement le grand public, a rarement accès à des discours scientifiques primaires, décrivant dans le détail des résultats récents. Il est plus souvent confronté soit à des discours secondaires, comme celui de vulgarisateurs ou d'experts, soit à des discours s'appuyant sur la science et ses images, et reproduisant éventuellement des discours d'apparence scientifique, mais sans revendiquer effectivement aucune scientificité propre, comme la science-fiction.

183. Cf. supra, § 5.3.2.2.1.
184. John Sommerville (1941), "Umbrellaology, or, methodology in social science", op. cit.

4.3.1. Vulgarisation et discours d'experts

On envisagera ici trois discours secondaires archétypaux, par des intervenants réputés entièrement compétents et ayant bien intégré les discours primaires correspondants, eux-mêmes présumés valides en termes de scientificité :

— Une présentation d'une expérience physique par un journaliste ayant adopté un point de vue interne,[185] et retraçant pour ses lecteurs l'argumentaire correspondant, en l'adaptant à leur niveau et, le cas échéant, en le commentant.

— Une présentation de la même expérience par un journaliste ayant adopté un point de vue externe, et mettant à la portée de ses lecteurs le discours d'un scientifique de référence, sans le remettre en cause en aucune façon.

— Une évaluation de cette expérience par un expert reconnu,[186] qui délivre sa propre appréciation mais n'en justifie pas les éléments techniques, réputés inaccessibles aux « non experts » qui l'ont sollicité.

	✔ **Vulgarisation point de vue interne**	✗ **Vulgarisation point de vue externe**	✗ **Discours d'expert**
Intégrité	[par hypothèse]	[par hypothèse]	[par hypothèse]
Transmission	✔ Objectif explicite de la vulgarisation	✔ Objectif explicite de la vulgarisation	✔ Diffusion auprès du grand public
Primauté de l'expérience	✔ Même s'il ne fait pas lui-même les expériences, le vulgarisateur s'assure du respect de cette contrainte, au même titre que pour un discours primaire.	✗ Primauté de l'autorité du discours primaire.	✗ Primauté de l'autorité de l'expert.
Recul	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✔ *idem*
Exploitation du spectre de généralité	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✔ *idem*
Opportunité	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Reproductibilité	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✗ Expérience cautionnée par l'expertise
Robustesse	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✗ Expérience cautionnée par l'expertise
Exhaustivité (documentation)	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✗ L'expertise autorise les impasses.
Economie (documentation)	✔ Au même titre qu'un discours primaire (cf. *infra*)	✔ *idem*	✔ *idem*

185. La distinction entre points de vue de vulgarisation interne et externe est discutée dans la section 5.2.1.7. Notons que le vulgarisateur peut alors être le chercheur lui-même, créateur initial du discours primaire, mais qui change de registre pour s'adresser au grand public.

186. "Expert" s'entend ici au sens d'une personne qui, « *ayant la connaissance acquise de certaines choses, est commise pour les vérifier et en décider* » (définition du Littré). On admet ici que l'expert n'est pas l'auteur de l'expérience qu'il commente.

Cohérence lexicale	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Cohérence symbolique	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Non contradiction interne	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Non contradiction externe	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Non vacuité	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Relativité	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Cohérence logique	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*
Non scolasticité	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✗ Autorité du discours primaire	✗ Primauté de l'autorité de l'expert.
Univocité Robustesse Économie d'une loi	✔ Au même titre qu'un discours primaire	✔ *idem*	✔ *idem*

Tableau 4.3.1. : Vérification des CS par les discours de vulgarisateurs et d'experts

4.3.1.1. « L'expertise scientifique », un paradoxe permanent

On a considéré ici le cas-limite d'un discours de pure expertise, qui ne cherche pas d'autre justification que sa propre autorité. Par nature même, un tel discours repose entièrement sur un argument d'autorité, ce qui suffit à le disqualifier du point de vue de la scientificité. Apprendre aux enfants à reconnaître de tels discours et à questionner leur légitimité peut d'ailleurs constituer l'un des objectifs d'une éducation à la citoyenneté[187] et favoriser leur émancipation[188].

Il va toutefois de soi que les discours d'experts sont souvent plus complexes, et peuvent incorporer des arguments expérimentaux et théoriques. Leur scientificité s'apprécie alors de la même façon que celle d'un discours primaire. En particulier, un discours d'expert peut s'avérer exhaustif en termes de documentation, et prendre en compte la robustesse et la reproductibilité des expériences qu'il considère. De même, il est *a priori* assez rare qu'un expert assume une contradiction directe entre son discours et les résultats d'une expérience qu'il commente, et remette donc explicitement en cause la primauté de l'expérience.

187. « *C'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.* » B.O. du 19 juin 2008, op. cit.

188. Jacques Bouveresse. *Promesses et dangers de la « société scientifique » : Les inquiétudes de Bertrand Russell* In : *À temps et à contretemps : Conférences publiques* [en ligne]. Paris : Collège de France, (n.d.) (consulté août 2014). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/cdf/2053>. ISBN : 9782722601543.

La question de la scientificité d'un discours d'expert se ramène alors largement à celle de la scolasticité de son discours, et de son usage de l'argument d'autorité. Une question connexe est celle des manuels scolaires dont les auteurs ont aussi un statut d'experts et ne justifient pas toujours toutes leurs affirmations. En toute rigueur ceux-ci ne peuvent alors être considérés comme entièrement scientifiques selon leur usage de l'argument d'autorité.

> Il convient de noter que c'est la scientificité d'un *discours* particulier que l'on évalue ici et non celle de l'expert lui-même. En effet son expertise est *a priori* fondée sur des réalisations et des discours antérieurs qui pouvaient, eux, respecter toutes les normes de scientificité. De même le fait qu'un manuel fasse appel à l'argument d'autorité ne disqualifie pas *a priori* son auteur comme scientifique.

4.3.1.2. Vulgarisateurs

Dans la mesure où un discours de vulgarisation de point de vue strictement externe renvoie explicitement à l'expertise de l'auteur du discours primaire, il est justiciable de la même lecture.

Inversement, un discours ou une vulgarisation de point de vue strictement interne est justiciable du même traitement qu'un discours primaire.

Dans la réalité, les textes de vulgarisation adoptent souvent un point de vue intermédiaire et leur scientificité s'apprécie aussi bien au regard de leur rapport à l'argument d'autorité que des autres critères de scientificité applicables aux discours primaires.

4.3.2. Science-fiction

On considérera ici la science-fiction sous l'aspect de ses spéculations d'ordre scientifique (cf. § 5.2.1.4.7.). Dans un premier temps, on considèrera les événements décrits dans un texte comme s'ils étaient présumés réels. Pour tester la capacité discriminante des critères de scientificité, on choisit d'une part une investigation issue d'une œuvre de littérature jeunesse répondant aux normes rigoureuses de l'exercice science-fictionnel dit de *hard science fiction*, *Le Vagabond de l'espace,*[189,190] de Robert A. Heinlein et d'autre part une investigation issue d'une œuvre cinématographique, *Matrix*[191] :

— [*Vagabond*] Les jeunes héros, Kip et Tom-Pouce s'interrogent sur le temps qu'il leur reste avant que le vaisseau dans lequel ils se trouvent ne doive effectuer un retournement sur le trajet Terre-Lune. Ils évaluent pour cela leur accélération à partir des sensations physiques qu'ils éprouvent. Chacun utilise les lois de la mécanique pour prévoir le moment du retournement du vaisseau, ils arrivent tous au même résultat, confirmé par le retournement du vaisseau au moment prévu. Plus tard, Kip, prisonnier sur Pluton, évalue de la même façon le temps nécessaire à son

189. Robert A. Heinlein, *Le Vagabond de l'espace* (*Have Spacesuit — Will Travel*, 1958), édition Livre de Poche, Paris, 2011.

190. Ugo Bellagamba et Éric Picholle, « Travaux pratiques », préface à *Le Vagabond de l'espace,* op. cit., pp. 7-16.

191. *Matrix* (*The Matrix*), 1999, dir. Andy & Lana Wachowski.

retour sur Terre sous une accélération de 8g (la résolution du problème est fournie dans le texte). Dans la mesure où il s'agit d'un juvénile initiatique, on prendra également en compte la scène finale d'interprétation et d'appropriation des résultats par les adultes.

— [*Matrix*] Le protagoniste, Néo, explore les propriétés de la Matrice, et plus particulièrement apprend à remodeler les lois de la gravité dans la Matrice sous le tutorat de son mentor Morphéus. Il utilise cette maîtrise des lois de la gravité lors de différents épisodes qui le confrontent aux "Agents".

	✔✗ *Le Vagabond de l'espace*	✗ *Matrix*
Intégrité	✔ Kip est un modèle très positif	✗ Les motivations de Néo sont obscures
Transmission	✔ La scène établit explicitement la nécessité de transmission des connaissances scientifiques.	✗ Savoir "secret" transmis à des "élus"
Primauté de l'expérience	✔ Les personnages donnent la primauté à l'expérience.	✔ Les personnages donnent la primauté à l'expérience dans l'histoire.
Recul	✔ Distinction claire par les personnages entre le monde qu'ils habitent et ses représentations.[192]	✔ La question de la distinction entre la Matrice et ses modèles est centrale dans le scénario.
Exploitation du spectre de généralité	✔ Kip applique des lois générales de la mécanique à plusieurs cas particuliers.[193]	✗ Aucune généralité. Les lois de la Matrice sont idiosyncratiques.
Opportunité	✔ Les expériences ont un objectif explicite	✔ *idem*
Reproductibilité	✔ Les résultats sont reproductibles.	✗ Toutes les lois sont idiosyncratiques.
Robustesse	✔ Les résultats sont robustes.	✗ Toutes les lois sont idiosyncratiques.
Exhaustivité (documentation)	✔ Kip énonce explicitement tous les éléments dont il a besoin.	✗ Toutes les lois sont idiosyncratiques.
Economie (documentation)	✗✔ Kip n'est pas assez mûr pour ne pas livrer une information surabondante, mais ses mentors sont économes.[194]	✗ Les expériences des personnages dans la Matrice sont intégralement enregistrées par des ordinateurs à la puissance apparemment illimitée.
Cohérence lexicale	✔ Le vocabulaire est univoque.	✗ Le terme même de *Matrice* est hautement polysémique.[195]
Cohérence symbolique	✔ Les symboles sont univoques.	✔✗ Certains symboles peuvent avoir plusieurs interprétations possibles.[196]
Non contradiction interne	✔ Discours non contradictoire	✔ Le scénario cultive les paradoxes.

192. Dans le cadre d'une analyse intradiégétique.

193. L'investigation spécifiquement considérée fait appel à un spectre de généralité assez étroit, comparable à celui qu'on peut attendre d'un très bon lycéen. On peut toutefois noter que le roman confronte son jeune protagoniste à un spectre beaucoup plus large, jusqu'aux principes les plus généraux (infra, note 198).

194. Kip est confronté à un Professeur extraterrestre archétypal, dont la principale mission est précisément de réduire son témoignage à l'essentiel, nécessaire et suffisant.

195. Une question fondatrice de la narration est : « *Qu'est-ce que la Matrice ?* »

196. Voir par exemple l'interprétation de l'artiste Yann Minh de certaines scènes de Matrix, "Métaphores sexuelles en art et au cinéma" : http://www.yannminh.org/french/TxtArguments090.html (consulté août 2014).

Non contradiction externe	✔ Les *théories* physiques sont violées mais les contradictions sont explicitement justifiées. [197]	✗ Les lois communes ne s'appliquent pas à "l'Élu".
Non vacuité	✔ L'investigation répond au problème posé.	✔ *idem*
Relativité	✔ La portée du discours est limitée.	✔ *idem*. C'est l'un des thèmes majeurs du scénario.
Cohérence logique	✔ Aucune incohérence	✔ *idem*
Non scolasticité	✔ L'argument d'autorité n'est pas accepté quand une autre possibilité existe. [198]	✗ Morpheus incarne le détenteur d'un savoir secret. [199]
Univocité Robustesse Économie d'une loi	✔ Les lois énoncées sont univoques, robustes et économes.	✗ Toutes les lois sont idiosyncratiques.

Tableau 4.3.2. : Vérification des CS par des œuvres appartenant à la culture savante de la science-fiction

Point de vue intra-diégétique

En considérant comme on l'a fait la scientificité d'une investigation fictionnelle *du point de vue du personnage qui la mène*, on aboutit donc sans surprise à la conclusion que celle-ci dépend avant tout des compétences et des intentions de ce personnage : lorsqu'un auteur qui a lui-même bien assimilé la méthode scientifique choisit de décrire une investigation menée par un personnage qu'il dote des mêmes compétences, dans un univers assez proche du nôtre pour que la démarche scientifique y soit aussi efficace, son niveau de scientificité est précisément ce que l'auteur décide qu'elle soit — de l'investigation impeccablement scientifique à la démarche délibérément a-scientifique, en passant par le déficit de scientificité subtil qui peut servir de moteur à l'intrigue.[200]

Inversement, l'auteur peut choisir de décrire une investigation peu scientifique, soit que le personnage n'ait pas les compétences requises, soit qu'il se trouve confronté, comme dans *Matrix*, à un univers "truqué" dans lequel la démarche scientifique n'est *a priori* guère efficace.

197. Dans un premier temps, Kip voyage de la Lune à Pluton dans un vaisseau respectant les lois de la physique newtonienne, qu'il applique dans le calcul considéré. Dans un second temps, il entre en contact avec des extraterrestres maîtrisant le voyage supraluminique ; il constate dûment ce paradoxe, et la contradiction avec la relativité einsteinienne (qu'il ne prétend pas maîtriser). La scène finale du roman le met en présence, de physiciens humains obligés de remettre en cause l'ensemble du paradigme physique dominant pour réconcilier les théories connues avec son expérience, dont la primauté n'est jamais remise en cause. Au final, le roman constitue une leçon d'épistémologie pour ses jeunes lecteurs.

198. Confrontés à des théories trop avancées pour eux, Kip et à une autre échelle l'humanité toute entière s'engagent dans le long apprentissage nécessaire pour les maîtriser.

199. Morpheus ne revendique aucune "autorité" particulière ; il apparaît comme un "Maître", dans la tradition ésotérique. L'accès de Neo à la connaissance s'apparente donc plutôt au modèle antique d'une initiation à des "Mystères" ésotériques qu'au modèle proprement scolastique.

200. Ainsi, chez Isaac Asimov, par ailleurs biochimiste et vulgarisateur rigoureux, le jeu fréquent sur la cohérence lexicale dans les nouvelles du cycle des *Robots* (*Les Robots, Le Cycle des Robots 1*, éd. J'ai Lu, 2004) ; ou encore, chez le même auteur, celui sur l'argument d'autorité dans le cycle de *Fondation* (*Fondation, Le Cycle de fondation 1*, éd. Folio SF, 2009), celle de la science imaginaire de la "psychohistoire", présumée établie alors même que les remises en cause récurrentes du paradigme, par certains personnages comme par l'auteur lui-même sont au cœur du projet.

Point de vue extra-diégétique

Si maintenant l'on considère la même investigation du *point de vue du lecteur*, plusieurs difficultés apparaissent inévitablement, même dans le cas du récit d'une enquête à la scientificité *a priori* impeccable dans le cadre de l'histoire.

— Recul : L'histoire elle-même constitue une représentation du monde considéré. Sauf exception,[201] les personnages ne sont pas conscients de leur propre statut fictionnel, au contraire du lecteur. Une discussion approfondie de la notion de "recul" dans ce contexte, et donc de la notion même de fiction, sortirait très largement du cadre du présent travail.[202]

— Non scolasticité : De même, le statut de l'auteur peut apparaître problématique, dans la mesure où il constitue l'autorité ultime sur les événements susceptibles de se dérouler dans ses univers.

— Non contradiction externe : Au contraire de la littérature dite mimétique, la science-fiction est une littérature spéculative, dont les intrigues intègrent par construction un *novum* en contradiction avec les connaissances disponibles dans le monde réel. Celui-ci peut en particulier violer les *théories*[203] connues, comme les voyages supraluminiques de Kip dans *Le Vagabond de l'espace*, irréconciliable avec le paradigme actuel de la relativité einsteinienne.

— Économie de la documentation : Si l'on intègre dans la documentation d'une expérience l'ensemble du texte littéraire qui la décrit, celle-ci apparaît rarement économique. En effet, Les contraintes propres à la création d'une œuvre littéraire impliquent le plus souvent de fournir au lecteur des éléments nécessaires d'un point de vue diégétique (e.g. introduction de personnages, d'émotions, d'une histoire) mais non pertinents du point de vue de la documentation d'une expérience de physique typiquement.

5.4.4. Retour sur la notion de CS

4.4.1. Spectre de généralité et science scolaire

Les études de cas précédentes font apparaître une difficulté récurrente en ce qui concerne la notion de spectre de généralité.

Spectre de généralité large

En effet, le critère d'exploitation afférent impose l'identification de marqueurs d'une navigation entre le général et le particulier. Une interprétation stricte de ce critère amène à ne considérer comme scientifiques que des investigations

201. Le dialogue entre les personnages et leur auteur était une caractéristique de ce qu'il était convenu d'appeler le "nouveau roman" dans les années 1960. En science-fiction, on le rencontre par exemple dans des œuvres comme *The Number of the Beast*, de Robert A. Heinlein (1981, inédit en français). Le procédé est rare dans la littérature de jeunesse.

202. Voir par exemple Umberto Eco, *Lector in fabula. Le rôle du lecteur* (1979) ; coll Biblio essais, éd. Livre de Poche, 1989 ; et Jean-Marie Schaeffer, *Pourquoi la fiction*, Seuil, Paris, 1999.

203. Par opposition aux *faits d'expérience*. Cf. *supra*, § 2.2.6.1.1.

impliquant une navigation entre des arguments assez généraux (relevant typiquement d'une théorie susceptible d'habiter le monde 3, comme l'Optique géométrique), et des considérations de faible généralité, voire spécifiques à des cas particuliers. On peut alors parler de *spectre de généralité large*.

> Dans les laboratoires de recherche, il n'est pas rare de rencontrer de "purs expérimentateurs" qui ne revendiquent aucune activité théorique (et inversement). Même si le spectre de généralité de leur pratique individuelle peut alors apparaître relativement étroit, ils travaillent le plus souvent en collaboration avec de "pur théoriciens", l'exploitation du spectre de généralité étant assurée au niveau de la structure collaborative. D'autre part, de par leur formation, ils maîtrisent les théories générales de leur champ disciplinaire, et savent entrer en dialogue avec elles lorsque c'est nécessaire.

Cette interprétation stricte disqualifie efficacement comme non scientifiques non seulement les investigations de type "garagiste", mais également des domaines de recherche d'ordre purement empirique, dont l'ombrellologie est la limite.

Malheureusement, elle disqualifie aussi inéluctablement la quasi-totalité des pratiques accessibles à l'école primaire. En effet, les élèves n'y sont pas typiquement conscients des théories physiques sur lesquelles reposent les lois qu'ils manipulent et se contentent de naviguer entre cas particuliers et lois peu générales. Le spectre de généralité qu'ils exploitent est donc très étroit.

Spectre de généralité de la science scolaire

Pour adapter cette contrainte de scientificité à la science scolaire, on est donc amené à envisager une **largeur minimale du spectre de généralité** parcouru lors d'une investigation pour que celle-ci puisse être considérée comme scientifique, même avec un spectre relativement étroit, au regard de la science savante.

Cette largeur minimale dépend *a priori* du niveau considéré. Ainsi, pour des élèves de maternelles ou de CP, on se contentera d'un spectre très étroit, mais de largeur finie. Concrètement, toute généralisation explicite d'un comportement au-delà du cas particulier où il a été observé, avec retour prédictif sur un autre cas particulier, suffira à y qualifier une exploitation dûment scientifique du spectre de généralité.

> Exemple : Des élèves de maternelle travaillent sur des sabliers. Après les avoir testés avec différentes quantités de sable, ils concluent que plus on met de sable dans le sablier, plus il prend de temps pour couler, ce qui constitue une proposition généralisant leurs observations. Ils classent ensuite des sabliers nouveaux apportés par l'enseignant en fonction de leur durée d'écoulement et s'appuient pour cela sur la généralité construite précédemment. Leur investigation peut être qualifiée de scientifique.

À mesure que le niveau de classe s'élèvera, on pourra être plus exigeant. Ainsi, au cycle 3, on attendra des élèves qu'ils soient capables de naviguer entre une *loi*, éventuellement construite par eux-mêmes, et différents cas particuliers.

> Exemple : Des élèves de CM2 travaillent sur les équilibres et construisent une loi relativement générale affirmant que de deux objets, c'est toujours l'objet le plus lourd qui est le plus près du pivot à l'équilibre. Pour la vérifier, il leur est ensuite demandé des prédictions concernant de nouvelles situations proposées par l'enseignant en utilisant la loi établie, puis leur vérification expérimentale dans ces cas particuliers.

L'évaluation de la scientificité d'une activité extra-scolaire, comme une investigation de type "garagiste", dépendra donc également de la largeur minimale du spectre de scientificité exigée en cours de sciences. Par conséquent, elle pourra évoluer selon le niveau considéré. À l'école primaire, l'activité du garagiste pourra donc être reconnue comme scientifique.

4.4.2. Capacité discriminante

	Vulgarisation pt de vue interne	Rayons N	*Le Vagabond de l'espace*	Ombrellologie	Ingénieur F1	Vulgarisation pt de vue externe	Kepler Astrologue	Discours d'expert	Artisan garagiste	Sherlock Holmes	Inspecteur de police	Astrologue consultant	Rédacteur de rubrique astrologique	*Matrix*	*Nb d'occurrences*
Transmission	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✔	✗	✗	✗	✗	✗	✗	*8*
Exploitation du spectre de généralité	✔	✔	✔	✔✗	✔	✔	✔	✔	✔✗	✗	✗	✗	✗	✗	*7*
Reproductibilité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*Idéal*	✗	✔	✗	✗	✔✗	✗	✗	*7*
Robustesse	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*Idéal*	✗	✔	✗	✗	✔✗	✗	✗	*7*
Non scolasticité	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✗	✔	✗	✗	✗	✗	*7*
Economie (documentation)	✔	✔	✔	✔	✔		✗	✔	✔✗	✔	✗	✗	✗	✔✗	*7*
Exhaustivité (documentation)	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✗	✗	✗	✔	✗	✗	*6*
Primauté de l'expérience	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✔	✗	✗	✔	✗	✔	*5*
Economie (loi)	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	*NP*	*NP*	✗	*NP*	✗	*3*
Robustesse (loi)	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*NP*	*NP*	✗	*NP*	✗	*2*
Univocité (loi)	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*NP*	*NP*	✗	*NP*	✗	*2*
Non contradiction externe	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✔	✔	✗	*2*
Cohérence lexicale	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✗	*2*
Relativité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✗	✔	*2*
Intégrité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔✗	✗	*2*
Cohérence symbolique	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔✗	*1*
Cohérence logique	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*0*
Non contradiction interne	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*0*
Non vacuité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*0*
Recul	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*0*
Opportunité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	*0*
Nb de critères non vérifiés	*0*	*0*	*0*	*1*	*1*	*2*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*10*	*11*	*14*	*70*

Tableau 4.4.2.a. : Tableau récapitulatif de la validation des critères par les différentes pratiques (NP = non pertinent)

On constate que certaines pratiques sont surdiscriminées, comme la SF fantaisiste de *Matrix* (éliminée par 14 CS sur 21) ou les différents types d'astrologie mondaine (par 10 et 11 CS) (Tableau 4.4.2.a).

Critères singuliers

Inversement, 2 pratiques ne sont discriminées que par un seul critères de scientificité (Tableau 4.4.2.b.) :

— Seul le secret de ses résultats, violant l'obligation de transmission, peut éventuellement disqualifier la scientificité de la pratique d'un ingénieur de pointe, de type "F1".

— Seule l'inexploitabilité d'un spectre de généralité trop étroit disqualifie une ombrellologie pourtant caricaturale.

Deux autres pratiques, la vulgarisation et l'astrologie képlerienne ne sont discriminée que par deux critères de scientificité sur 21.

	Ombrellologie	Ingénieur F1	Vulgarisation pt de vue ext.	Kepler Astrologue
Transmission	✔	✗	✔	✗
Exploitation du spectre de généralité	✔✗	✔	✔	✔
Non scolasticité	✔	✔	✗	✔
Economie (documentation)	✔	✔	✔	✗
Primauté de l'expérience	✔	✔	✗	✔

Tableau 4.4.2.b. : Pratiques discriminées par un ou deux CS (extrait du précédent)

Les critères de transmission et d'exploitation du spectre de généralité, et dans une moindre mesure l'économie de la documentation, apparaissent donc singuliers, et irremplaçables.

Pratiques non discriminées

Le jeu de critères de scientificité retenu pour la science scolaire échoue à identifier les dérives qui disqualifient les pratiques de René Blondlot dans le cas particulier des rayons N, c'est-à-dire un exemple typique de "science pathologique" au sens de Langmuir.

On peut sans doute **généraliser cette réserve à la plupart des "fraudes"** délibérées ou non, au sens plus large de Babbage, impliquant un chercheur professionnel. Il semble en effet clair que l'enquête scientifique nécessaire pour les mettre à jour implique à la fois une maturité et des compétences de niveau professionnel tout à fait inaccessibles à un élève du primaire, et même dans une large mesure à leurs enseignants.

Par ailleurs, la confrontation au jeu de critères d'un discours secondaire, comme celui d'un vulgarisateur adoptant un point de vue interne ou celui d'un personnage de fiction, apparaît comme un simple filtre qualitatif : si elle permet d'identifier toutes sortes de défauts de scientificité trop fréquents dans de tels contextes, le jeu de critères s'avère incapable de discriminer comme non scientifique un discours vulgarisateur ou fictionnel dont l'auteur maîtrise et met convenablement en scène la méthode scientifique.

Des éléments contextuels — comme la publication du discours dans une collection de science-fiction, la présence d'une indication générique du type « *roman* » dans son paratexte permettent toutefois souvent d'identifier en tant que tel un discours fictionnel, et suffisent alors à le disqualifier en tant que discours

scientifique. La confusion des genres peut toutefois constituer un jeu littéraire délibéré.[204 205]

Capacité discriminante du critère de transmission

Le critère de transmission est fortement discriminant, et relativement facile à tester. Son appropriation par les élèves est donc particulièrement intéressante.

Il s'avère également que sa vérification ne présente pas de difficulté particulière dans l'enseignement des sciences par démarches d'investigation. On y procède en effet systématiquement à une institutionnalisation des résultats après mise en commun et à une confrontation des résultats obtenus au moins au sein de la classe. Les élèves peuvent néanmoins se méprendre sur la fonction de cette institutionnalisation, typiquement en considérant que son statut est pédagogique et détermine ce qu'il faut retenir. La compréhension de la nécessité de la transmission en science est donc un enjeu épistémologique important à l'école.

Primauté de l'expérience

La possibilité d'exceptions légitimes à la primauté de l'expérience au cours d'une investigation de bonne foi ne semble pas aller de soi. Les exemples en sont pourtant nombreux, de l'inspecteur de police pour lequel prime la procédure au médecin qui veille d'abord à ne pas nuire. La considération de cet élément de scientificité peut donc s'avérer particulièrement fructueuse lors d'une discussion générale sur la nature de la science.

Le critère de primauté de l'expérience s'avère également efficace, et d'un emploi systématique relativement aisé, dans l'évaluation de la scientificité de discours en rapport avec la science :

— Dans le cas de discours et de productions à vocation scientifique, comme ceux d'étudiants en cours de sciences, une proportion significative des mauvaises pratiques, voire des "fraudes" au sens de Babbage, se traduisent par la mise en avant d'un résultat considéré comme plus favorable au détriment de l'expérience effective, ou d'une partie de celle-ci (cf. *Addendum* 5.a.). Le critère suffit alors à les disqualifier comme non scientifiques.

— Il permet également de discriminer efficacement, à technicité *a priori* égale, des discours d'experts légitimement "scientifiques", dans leur rapport à l'expérience du moins, de discours d'autorité. Cette compétence est un enjeu majeur de la formation des (futurs) citoyens des sociétés modernes, largement informées par la science et la technique.

— D'un point de vue plus scolaire, il permet également de faire la part, au cours d'une investigation documentaire, entre d'une part des témoignages

204. Georges Perec, Mise en évidence expérimentale d'une organisation tomatotopique chez la soprano (Cantatrix sopranica L.), *in Cantatrix Sopranica L. et autres écrits scientifiques*, éd. du Seuil, collection Librairie du XXe siècle, 1991.
205. Isaac Asimov, Les Propriétés endochroniques de la thiotimoline resublimée (The Endochronic Properties of Resublimated Thiotimoline, 1948), *in La Mère des mondes*, éd. Denoël, Présence du futur, n°199, 1993.

d'expérience personnelle susceptibles de s'intégrer dans une démarche proprement scientifique, et d'autre part de simples opinions.

— Il permet enfin, avec le critère de non scolasticité, d'application parfois plus subtile de discriminer des discours de vulgarisation (au sens le plus large) de point de vue interne, susceptibles d'être reconnus comme scientifiques au niveau de la science scolaire, et de point de vue purement externe, qui le sont rarement.

Reproductibilité et robustesse

Une application stricte des critères de reproductibilité et de robustesse s'avère assez efficace pour récuser la scientificité de nombreuses pratiques s'écartant du champ traditionnel des sciences dites exactes, comme l'astrologie ou une enquête policière.

> Il convient de noter que cette lecture stricte des critères de reproductibilité et de robustesse risque également d'exclure du champ de la science des pratiques considérées comme légitimes par les sciences humaines, par exemple. Cette difficulté classique[206] sort toutefois du champ du présent travail, qui ne vise à établir qu'un jeu de critères de scientificité opératoires *pour les sciences physiques.*

Cohérence, intégrité et recul

Les exigences de cohérence, d'intégrité et de recul s'avèrent peu sélectives pour les cas d'école impliquant des archétypes idéalement compétents envisagés ici. Il suffirait toutefois de remplacer ces derniers par des praticiens-tests plus réalistes, en analysant par exemple des "affaires" ayant défrayé la chronique, ou encore en les choisissant parmi des personnages de fiction spécifiques, prenant en compte la faillibilité humaine,[207] pour qu'ils prennent toute leur importance.

5.4.5. DES JEUX DE CRITERES DISCRIMINANTS POUR L'ECOLE PRIMAIRE

4.5.1. Jeu entier de 21 critères

La section 5.4. ne visait pas à l'exhaustivité, mais à tester dans des contextes très différents la capacité discriminante du jeu de CS précédemment construit. Au total, ce jeu entier de 21 critères permet de discriminer 11 des 14 pratiques archétypales dont la scientificité a été explorée. Celles-ci ayant été choisies pour couvrir un spectre de pratiques assez varié pour pousser à leurs limites toute sortes de critères épistémologiques, on peut estimer que cet objectif de représentativité a été atteint.

---

206. Voir par exemple Madeleine Grawitz, "Observation, hypothèse, expérimentation", in *Méthodes des sciences sociales,* pp. 340-349, Précis Dalloz, Paris, 9e éd., 1993.

207. « *Philosophers once put these [reductionism] methods at the core of a formalistic foundationalist philosophy of science. but this view is fundamentally flawed by idealizations we make about how we reason. /.../ I seek methodological tools appropriate to well-adapted but limited and error-prone beings. We need a philosophy of science that can be pursued by* real *people in* real *situations in* real *time with the kind of tools that we* actually *have — now or in a realistically possible future.* » William C. Wimsatt, *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*, Harvard Univ. Press, Cambridge, U.S.A., 2007, pp. 4-5.

La même approche s'adapterait facilement, *mutatis mutandis*, à toute investigation spécifique susceptible d'être envisagée à l'école (e.g. investigation du plombier, de l'électricien).

4.5.1.1. Un pouvoir discriminant satisfaisant

Les trois pratiques non discriminées par l'ensemble canonique des CS sont, sans surprise, les cas-limites les plus intriguants pour l'épistémologue. Il apparaît aussi que ce sont les moins pertinentes à l'école primaire :

— pratique pathologique de la science par un professionnel (exemple des rayons N).
A priori hors de portée d'un élève de primaire et de façon plus générale toutes les mauvaises pratiques d'une technicité inaccessible au primaire.

— discours vulgarisateur dont l'auteur maîtrise suffisamment la méthode scientifique pour apparaître lui-même comme scientifique.

— discours fictionnel mettant convenablement en scène la méthode scientifique, et dont certains personnages apparaissent "scientifiques". L'analyse de ces discours avec des élèves de primaire, alors même que l'appropriation du statut d'un document est encore en cours de construction à l'école primaire, peut s'avérer très délicate.

Plus généralement, on peut considérer que cet outil épistémologique forgé pour les élèves du primaire et leurs enseignants n'est pas adapté à l'évaluation de la scientificité de pratiques faisant débat dans la communauté scientifique elle-même ou résultant d'un effort concerté pour tromper le lecteur : si les compromis qui ont présidé à sa conception n'ont pas significativement émoussé son pouvoir discriminant à l'égard de pratiques courantes, il n'a pas le tranchant des outils épistémologiques professionnels.[208]

D'autre part, l'analyse de la scientificité de discours faisant appel à des subtilités littéraires ou rhétoriques (mise en abyme, "double casquette", etc.) peut s'avérer inaccessibles aux élèves, pour des raisons tenant moins à une réelle difficulté épistémologique qu'à la maîtrise du langage. ette dernière constitue par ailleurs un enjeu majeur des apprentissages de l'école primaire

Le jeu de critères fournit en revanche aux élèves et à leurs enseignants des arguments solides, dépassant le simple argument d'autorité, pour exclure du champ des pratiques scientifiques des pratiques d'investigation relativement familières aux élèves, similaires à celles du garagiste ou de l'enquêteur policier que nous qualifierons d'investigations séculières.

208. La difficulté des "enquêtes scientifiques" du type "Rayons N" est d'un autre ordre : les outils épistémologiques déployés par un Robert Wood ou un Irving Langmuir ne sont pas nécessairement très sophistiqués ; mais leur emploi s'appuie sur une vaste culture scientifique et technique et sur une intuition physique inaccessibles au Béotien.

4.5.1.2. Un jeu de critères (trop) lourd

Par ailleurs, les éléments de méthodologie associés aux critères les plus discriminants sont *a priori* susceptibles d'un apprentissage accessible aux jeunes élèves (e.g. la primauté de l'expérience, la transmission, la robustesse, la non scolasticité), comme on l'établira dans la partie 7.

Pour autant, ce jeu de 21 critères présente plusieurs inconvénients, au premier rang desquels sa lourdeur. Dans l'idéal, on peut concevoir la mise en œuvre de démarches d'investigation le respectant scrupuleusement et entièrement. Celles-ci devront cependant inclure non seulement l'ensemble des tests expérimentaux pertinents pour les CS relatifs à l'expérience, mais également un travail significatif sur l'argumentation et sur la documentation des résultats, etc. De telles DI seraient donc elles-mêmes, par construction, très lourdes et très longues, au risque éventuellement de lasser les participants et de réduire leur efficacité.

Des contraintes pragmatiques

De façon très générale, le succès d'une démarche d'investigation passe toujours par une adéquation entre ses objectifs pédagogiques et les contraintes pratiques qui l'encadrent.

Celles-ci sont d'abord temporelles. Concrètement, dans une séquence de quelques heures, il paraît difficile de travailler efficacement, outre le contenu physique, plus d'une demi-douzaine d'éléments méthodologiques indépendants.

Mieux (ou pire…) : il s'avère difficile de simplement respecter, même implicitement, l'ensemble des 21 critères de scientificité au cours d'une séquence réelle. C'est du moins le cas du praticien-chercheur lui-même qui, tout bien considéré, n'a jamais personnellement implémenté de démarche d'investigation incontestablement scientifique à cette aune maximaliste. Les contraintes méthodologiques liées à la documentation sont les plus fréquemment sacrifiées.

Un enseignant du primaire devra en outre prendre en compte des contraintes temporelles globales, liées aux programmes et au temps limité dédié à leur mise en œuvre, mais aussi par la capacité d'assimilation des ses élèves, il ne dispose souvent pas, par surcroît, des bases épistémologiques lui permettant de maîtriser tous les enjeux soulevés par cet ensemble de CS.

Des éléments méthodologiques plus avancés

Par ailleurs, certains éléments de méthodologie ne sont pas adaptés à tous les niveaux de l'école primaire.

C'est en particulier le cas de ceux relatifs à la documentation. La nécessité d'une documentation claire et exhaustive peut apparaître au cours d'une démarche d'investigation. C'est par exemple le cas lorsqu'un participant échoue, faute de données suffisantes, à reproduire l'expérience d'un camarade pour tester sa reproductibilité. Mais la prise de conscience peut aussi s'opérer au fil de la scolarité : le retour sur des expériences menées quelques mois ou

années plus tôt permet de réaliser qu'on ne comprend plus ce que l'on avait fait alors et cru documenter. Pour les plus jeunes, et *a fortiori* à la maternelle, la notion même de documentation restante à acquérir.

D'autres éléments méthodologiques sont plus abstraits encore, comme la notion d'économie (d'une documentation encore, mais aussi d'une loi). Il semble clair que nombre d'élèves du primaire, y compris du cours moyen n'auront pas encore une maturité suffisante pour en comprendre la nécessité. Pour autant, il serait dommage d'y renoncer entièrement, du fait en particulier d'une charge esthétique qu'il n'est jamais trop tôt pour tenter de stimuler.

Au total, une application maximaliste et sans concessions du jeu entier de critères ne serait adaptée ni à la maternelle, ni même aux classes de CM.

4.5.1.3. Un jeu de critères très physicien ?

Le jeu de CS développé dans la section 5.3 a été conçu pour l'enseignement de la physique. Un avantage majeur de cette discipline est qu'elle se prête bien à la conception de séquences autour de problèmes réductibles à un petit nombre de paramètres, et à des expériences contrôlées (ne) faisant varier (que) ceux-là.

Or le concept même d'expérience contrôlée n'est pas équivalent dans toutes les disciplines. Sans même aller jusqu'aux "expériences" des cours de français,[209] il n'a par exemple pas le même sens en mathématiques[210] qu'en physique.

D'autre part, même en s'en tenant à des disciplines relevant traditionnellement des sciences de la nature, comme la biologie, on peut rencontrer à l'école primaire des difficultés assez différentes de celles de la physique. Ainsi, le test de la reproductibilité ou de la robustesse des expériences est souvent difficile avec les moyens habituels disponibles en classe[211]. Il arrive aussi que la mise en œuvre des tests soit trop délicate pour de jeunes élèves. Enfin, l'absence de moyens suffisants pour "éteindre" les paramètres dont un enseignant peut souhaiter ne pas vouloir s'encombrer pour simplifier la compréhension de phénomènes complexes peut rendre la tâche périlleuse et aboutir à l'impossibilité de reproduire une expérience. Une application stricte du jeu entier de critères envisagé dans ce travail conduirait

---

209. En grammaire, la comparaison du comportement de certains éléments grammaticaux dans des textes peut être considéré comme une expérience. Communication privée de Frédéric Torterat, Maître de conférence, spécialiste de l'analyse linguistique, ESPE de Nice.

210. Voir à ce propose le dossier de synthèse de l'Institut Français de l'Education, "exemples de mise en œuvre d'une démarche expérimentale dans l'enseignement des mathématiques" (consulté août 2014) : http://ife.ens-lyon.fr/vst/Dossiers/Demarche_experimentale/exemples.htm

211. Ainsi, peut-on lire dans le chapitre "Comment obtenir de bonnes récoltes ?" du manuel *Sciences, 64 enquêtes pour comprendre le monde, cycle 3* des éditions Magnard (2010) : « *Tu vas faire des expériences avec des pousses de haricots. Pour les faire germer, suis l'exemple du doc. 4. Après trois semaines, ne conserve que la plus belle germination dans chaque gobelet ; jette les autres, sinon elles risquent de pourrir* ». Or des graines de haricots placées dans des conditions *a priori* identiques ne germent pas toutes de la même façon : le vivant pose donc des difficultés particulières en termes de reproductibilité. Faute de reproductibilité systématique, il est difficile de tester la robustesse d'une expérience de germination avec des élèves de primaire. Un tel test poserait par ailleurs des difficultés liées au fait que la quasi-totalité des paramètres accessibles en classe sont susceptibles d'être pertinents pour une variété de graine donnée (la température, l'humidité, l'aération...). Il est alors difficile de faire des expériences systématiques avec autant de paramètres différents et d'en tester la robustesse.

alors à considérer la biologie à l'école primaire comme non scientifique, faute de moyens (et peut-être aussi de capacité des élèves à manipuler de nombreux paramètres pertinents).

ll serait sans doute envisageable de bâtir des jeux de critères de scientificité spécifiquement adaptés à ces disciplines. Les recouvrements mais aussi et peut-être surtout les différences avec ceux développés dans le cadre de la physique seraient certainement riches d'enseignement, mais cette question déborde du champ de cette recherche.

4.5.2. Jeux restreints de critères

L'utilisation de jeux restreints de critères lève ces obstacles pour leur utilisation dans un contexte de classe ordinaire. Rien n'empêche alors de choisir un jeu de CS qui n'inclut pas un ou des critères jugés trop sélectifs au regard de la pratique sondée. Se pose alors la question du nombre optimal de critères.

Dans sa propre pratique, le praticien-chercheur emploie majoritairement des jeux de 5 à 7 CS, en adaptant leur choix au contenu traité en D.I. et aux objectifs de formation. De même, chaque enseignant pourra choisir de travailler un nombre de CS adapté au niveau de sa classe et à ses objectifs pédagogiques.

Il y a toutefois un prix à payer pour renoncer à un jeu réputé entier : c'est l'introduction d'une forme d'arbitraire dans la notion de science scolaire. Si le jeu entier par son côté maximaliste excluait trop de disciplines, un jeu restreint présente le risque inverse d'élargissement excessif de la notion de science.[212] Les programmes et des objectifs de formation clairs sont autant d'éléments de réponses possibles pour borner des jeux restreints de CS.

212. En toute rigueur, un élargissement même considérable n'a aucune raison d'être considéré comme excessif s'il résulte d'un choix informé de l'enseignant. On verra ainsi qu'il peut être légitime de considérer comme scientifique, au sens de la science de l'école maternelle, la fabrication méthodique de crêpes par les petits. Cette approche suppose toutefois un minimum de formation épistémologique de l'enseignant ou du formateur qui détermine le jeu restreint de CS.

5.5. Pertinence des CS à l'école

5.5.1. Recouvrement avec les programmes

5.1.1. Recouvrement avec les exigences du programme

Les documents officiels relatifs à l'enseignement des sciences à l'école (programmes et compétences du socle commun de l'école primaire) ne définissent pas explicitement les notions même de *science* ou de *méthode scientifique*. Leur approche, principalement en termes de compétences et d'objectifs, est foncièrement différente de celle du présent travail, basée sur les critères de scientificité. La comparaison présente donc inévitablement une part d'arbitraire et dépend de la lecture qu'on peut faire des programmes. Celle-ci n'a donc qu'un caractère indicatif.

5.1.1.1. Exigences et compétences du programme sans enjeu de scientificité

Sans revenir une fois de plus sur le statut épistémologique des connaissances, techniques ou habiletés, rappelons que leur maîtrise n'est pas *a priori*, *en elle-même*, scientifique. Aussi centrales soient-elles dans les programmes, les compétences « *maîtrise des connaissances scientifique* » et « *exercice d'une habileté manuelle* » ne trouvent donc pas d'écho direct en termes de scientificité.

Pour des raisons sensiblement différentes, il n'y a pas non plus de recouvrement direct entre les compétences « *questionner* » et « *formuler une hypothèse* » des programmes et les critères de scientificité, *stricto sensu*. Si ces compétences sont essentielles et au cœur de toute démarche scientifique, elles ne constituent pas des conditions *nécessaires* de la scientificité du travail de l'individu : la science est en effet une entreprise collective, et même un physicien professionnel reconnu peut, en principe du moins, se revendiquer comme un "pur expérimentateur", et laisser la formulation d'hypothèses aux "théoriciens".[213] Inversement, de nombreuses activités *a priori* non scientifiques impliquent la formulation de questionnements et d'hypothèses, l'exemple-type étant celui du garagiste automobile cherchant systématiquement l'origine d'une panne.

Nous avons aussi fait le choix de ne pas chercher à associer de CS à l'élément du programme de cycle 1 « *il observe* », aux contours trop flous pour ne pas présenter de risques de surinterprétation.

5.1.1.2. Critères de scientificité sans écho explicite dans les programmes

a/ Intégrité

Les programmes ne mentionnent pas explicitement de bonnes et mauvaises pratiques en sciences. Ce que nous avons appelé l'"intégrité", travaillée de façon transversale du point de vue de la morale (honnêteté, rapport à la "triche", etc.), n'y est donc pas explicitement une exigence scientifique de base.

213. Notons toutefois que, dans une lecture plus large, les critères de robustesse d'une loi ou d'une expérience ne peuvent être vérifiés qu'en questionnant ces dernières ; et que, plus généralement, l'examen d'un élément de scientificité est lui-même un questionnement réflexif sur la pratique ou le discours considéré.

La discussion de ce choix officiel sortirait du cadre du présent travail, mais ce n'en est pas moins une question essentielle, sur laquelle nous reviendrons dans la synthèse générale.

Les critères d'économie et de relativité, les plus abstraits de notre ensemble, ne trouvent pas non plus d'écho direct dans les programmes (sauf si l'on choisit une interprétation résolument large de ces termes, et de celui de « rationalité » au cycle 1 en interprétant de façon arbitrairement large le terme "rationalité").

b/ Scientificité d'une loi

Plus surprenante est l'absence d'éléments du programme associés aux CS relatifs à la scientificité d'une loi, alors même que les élèves apprennent à manipuler et à construire des lois à l'école.

c/ Modélisation et recul

Les programmes des cycles 1 & 2 n'intègrent pas non plus de référence claire à la modélisation, à laquelle le CS de recul aurait pu être associé. Les progressions du cycle 3 mentionnent uniquement la modélisation, sans autre précision, en lien avec l'apprentissage de contenus très spécifiques : en physique quand il s'agit de comprendre les phases de la Lune et de savoir interpréter le mouvement apparent du Soleil, en biologie quand il est demandé de modéliser les mouvements respiratoires et de concevoir des modélisations de mouvements de flexion/articulation.

5.1.1.3. Méthodologie et "esprit de la Main à la Pâte"

D'une façon générale, la méthodologie scientifique n'apparaît explicitement ni dans les programmes 2008, ni dans les modifications des programmes d'enseignement de 2012 qui les complètent. Dans les programmes de 2008, on pourrait éventuellement considérer qu'elle est intégrée à la notion de "démarche d'investigation",[214] mais cette dernière n'y est pas non plus explicitement définie. Elle disparaît d'ailleurs entièrement du texte de 2012, seul demeurant le terme de "investigation", sans plus de précision :

> « *Les élèves dépassent leurs représentations initiales par l'observation et la manipulation. Ils mènent des investigations qui les amènent à décrire leurs observations et à maîtriser un vocabulaire de plus en plus précis. /.../ C'est en menant les différentes investigations que l'élève pourra mobiliser et s'approprier le vocabulaire nécessaire qui sera systématiquement repris dans le cahier de sciences, particulièrement dans les résumés de connaissances acquises.* »[215]

Les documents d'accompagnement des programmes 2002, qui précisaient les divers aspects d'une démarche expérimentale d'investigation, semblent également avoir été supprimés du site du Ministère de l'Education Nationale en 2008.[216]

---

214. Voir la section 2.4.2. pour une discussion sur les relations entre démarche d'investigation et méthodologie scientifique.

215. *Bulletin Officiel* n°1 du 5 janvier 2012, NOR MENE1131499A, pp. 6 & 17.

216. On les trouve toujours sur les sites de certaines circonscriptions de l'inspection de l'éducation Nationale, avec toutes les précautions d'usage. A titre d'exemple : « *Même si les documents d'accompagnement des programmes de 2002 ne correspondent pas aux programmes de 2008 et qu'ils ont perdu leur aspect prescriptif, ils contiennent des informations qui peuvent être utiles aux enseignants. Ils ne sont donc*

La mention explicite de « *l'esprit de la Main à la pâte* » constitue toutefois une indication indirecte de méthodologie :

> « *Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la Main à la pâte sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.* »[217]

Le site[218] de la Fondation[219] *La Main à la Pâte*, ne propose cependant pas non plus explicitement de document spécifiquement dédié à la méthodologie /démarche scientifique en général ; il propose en revanche un forum de discussion dans lequel des experts du site donnent leur point de vue sur des questions méthodologiques.

On y retrouve par ailleurs des extraits des documents d'accompagnement 2002, ainsi qu'un guide méthodologique consacré à la démarche d'investigation, *La Démarche d'investigation, comment faire en classe ?*, par Edith Saltiel,[220]qui fournit des outils concrets pour sa mise en œuvre en classe et inclut, en filigrane, des éléments de scientificité.

> e.g. importance de la reproductibilité : « *Afin qu'il n'y ait pas de contestation sur les résultats expérimentaux, il est important que l'enseignant veille à ce qu'une expérience soit réalisée plusieurs fois soit par le même groupe soit par deux groupes différents afin de vérifier qu'aucune erreur expérimentale n'a été commise, ce qui donnera une meilleure confiance dans les résultats obtenus et ce qui, au passage, officialise le droit de se tromper ! Il peut arriver qu'il soit nécessaire de refaire une expérience…* » p. 21.

5.1.1.4. Recouvrement CS/programmes au cycle 1

Sans surprise, il s'avère compliqué avec les tout-petits de faire des recouvrements entre le programme et les CS, un certain arbitraire régnant inévitablement dans le périmètre des termes considérés.

Le programme du cycle 1 met l'accent sur la verbalisation, sur la description du monde sans entrer dans l'expérimentation "scientifique" ni *a fortiori* sur la modélisation ou la scientificité d'une loi, pourtant dans une certaine mesure accessibles aux élèves de cycle 1, comme nous le montrerons en détail dans la section 7.

---

proposés qu'en tant que ressources annexes pratiques. » sur le site de l'I.E.N. de la circonscription de Martigues :

http://www.martigues.ien.13.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article28 (consulté août 2014)

217. Programmes 2008, *Bulletin Officiel* Hors-série n°3 du 19 juin 2008, NOR MENE0813240A (c'est nous qui soulignons).

218. Site de la Main à la Pâte : http://www.fondation-lamap.org (consulté août 2014).

219. Notons que *La Main à la* Pâte n'est devenue une fondation qu'en 2011 ; en 2008, elle n'était encore qu'une initiative de l'académie des sciences. Son site, quoique en évolution permanente, est toutefois dans la continuité de celui de 2008.

220. Edith Saltiel, *Guide méthodologique La Démarche d'investigation, comment faire en classe ?*, publication en ligne le 21/10/2005 sur le site de la Main à la Pâte :

http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe (consulté août 2014)

	Méthodologie scientifique					Observation/Expérience				
	Comportement			*Représentation du monde*			*Fiabilité*		*Documentation*	
	Loyauté	**Transmission**	**Primauté de l'expérience**	**Recul**	**Agilité**	**Opportunité**	**Reproductibilité**	**Robustesse**	**Exhaustivité**	**Economie**
Il observe										
Il pose des questions										
Il progresse dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité										
Il apprend à adopter un autre point de vue que le sien propre			✓							
Sa confrontation avec la pensée logique lui donne le goût du raisonnement			✓	✓	✓					
Il devient capable de décrire, grâce au langage		✓								
Il devient capable de décrire, grâce à des formes variées de représentation (dessins, schémas)		✓								

	Discours & Représentations						Argumentation & Théorisation				
	Cohérence lexicale et symbolique		*Non contradiction*						*Scientificité d'une loi*		
	C. Lexicale	**C. Symbolique**	**N.C. interne**	**N.C. externe**	**Non vacuité**	**Relativité**	**Cohérence logique**	**Non scolasticité**	**Univocité**	**Robustesse**	**Economie**
Il observe											
Il pose des questions											
Il progresse dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
Il apprend à adopter un autre point de vue que le sien propre											
Sa confrontation avec la pensée logique lui donne le goût du raisonnement							✓	✓			
Il devient capable de décrire, grâce au langage	✓										
Il devient capable de décrire, grâce à des formes variées de représentation (dessins, schémas)		✓									

Tableau 5.1.1.4. : Relation entre les directives du programme et les CS au cycle 1

5.1.1.5. Recouvrement CS/programmes au cycle 2

Le programme au cycle 2 continue de mettre l'accent sur la verbalisation et la description du monde. On peut tout de même faire apparaître des éléments de scientificité liés à l'expérimentation et à l'observation, en particulier *l'opportunité*, sans interpréter de façon excessivement large les programmes. Les CS de *reproductibilité* et de *robustesse* ont été cependant associés ici à des compétences relevant *a priori* plutôt des mathématiques et incluses dans le domaine d'activité "découverte du monde" des programmes que de la culture scientifique, dans une interprétation large de ces compétences.

	Méthodologie scientifique					Observation/Expérience				
	Comportement			*Représentation du monde*			*Fiabilité*		*Documentation*	
	Loyauté	**Transmission**	**Primauté de l'expérience**	**Recul**	**Agilité**	**Opportunité**	**Reproductibilité**	**Robustesse**	**Exhaustivité**	**Economie**
Il maîtrise le vocabulaire spécifique/Il mène des investigations qui l'amènent à maîtriser un vocabulaire de plus en plus précis										
Il dépasse ses représentations initiales en observant et en manipulant.			✓			✓				
Il mène des investigations qui l'amènent à décrire ses observations						✓				
Une courte trace écrite pouvant inclure des croquis légendés est indispensable pour permettre aux élèves de mémoriser les connaissances et le vocabulaire associés		✓								
être précis et soigneux dans les tracés, les mesures et les calculs							✓	✓		
estimer une mesure							✓	✓		
observer pour mener des investigations						✓				
décrire pour mener des investigations						✓			✓	

	Discours & Représentations						Argumentation & Théorisation				
	Cohérence lexicale& symbolique		*Non contradiction*						*Scientificité d'une loi*		
	C. Lexicale	**C. Symbolique**	**N.C. interne**	**N.C. externe**	**Non vacuité**	**Relativité**	**Cohérence logique**	**Non scolasticité**	**Univocité**	**Robustesse**	**Economie**
Il maîtrise le vocabulaire spécifique/mène des investigations qui l'amènent à maîtriser un vocabulaire de plus en plus précis	✓										
Il dépasse ses représentations initiales en observant et en manipulant.											
Il mène des investigations qui l'amènent à décrire ses observations	✓		✓		✓						
Une courte trace écrite pouvant inclure des croquis légendés est indispensable pour permettre aux élèves de mémoriser les connaissances et le vocabulaire associés	✓	✓									
être précis et soigneux dans les tracés, les mesures et les calculs		✓									
estimer une mesure											
observer pour mener des investigations											
décrire pour mener des investigations	✓		✓		✓						

Tableau 5.1.1.5. : Relation entre les directives du programme et les CS au cycle

5.1.1.6. Recouvrement CS/programmes au cycle 3

Au cycle 3, la gamme des compétences travaillées et des exigences du programme s'élargit et permet un meilleur recouvrement avec les CS. Même si la marge d'interprétation reste importante, les descriptifs des programmes et des compétences sont plus étoffés et permettent un prise de risque moindre dans l'interprétation.

	Méthodologie scientifique					Observation/Expérience				
	Comportement			*Représentation du monde*			*Fiabilité*		*Documentation*	
	Loyauté	**Transmission**	**Primauté de l'expérience**	**Recul**	**Agilité**	**Opportunité**	**Reproductibilité**	**Robustesse**	**Exhaustivité**	**Economie**
Les sciences expérimentales ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel										
Leur étude contribue à faire saisir la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part			✓							
Observation, expérimentation sont essentielles						✓				
Questionnement essentiel										
Argumentation essentielle										
Les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une D.I. qui développe curiosité, créativité, esprit critique et intérêt pour le progrès scientifique et technique										
Les travaux font l'objet d'écrits divers consignés dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences		✓							✓	
L'élève pourra mobiliser et s'approprier le vocabulaire nécessaire en menant différentes D.I.										
Le vocabulaire nécessaire sera systématiquement repris dans le cahier d'expériences, particulièrement dans les résumés de connaissances acquises		✓								
Les données pourront être issues des mesures réalisées durant les observations, des calculs effectués durant la D.I.							✓	✓	✓	
Les données pourront figurer dans les documents fournis aux élèves.										
Les données seront présentées sous forme de tableaux et de graphiques.		✓								
L'interprétation de ces données aidera à la validation des hypothèses de départ et à la formulation des conclusions										
... en travaillant la compréhension des textes documentaires lors de séances de recherches sur documents										
pratiquer une D.I. : savoir observer						✓	✓	✓		
pratiquer une D.I. : questionner										
manipuler et expérimenter						✓	✓	✓		
formuler une hypothèse										
tester une hypothèse			✓		✓	✓	✓	✓		
mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions							✓	✓		
argumenter										
exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral										
maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques										
mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante					✓					
exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques										

	Discours & Représentations						Argumentation & Théorisation				
	Cohérence lexicale et symbolique		*Non contradiction*						*Scientificité d'une loi*		
	C. Lexicale	**C. Symbolique**	**N.C. interne**	**N.C. externe**	**Non vacuité**	**Relativité**	**Cohérence logique**	**Non scolasticité**	**Univocité**	**Robustesse**	**Economie**
Les sciences expérimentales ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel	✓	✓	✓	✓	✓						
Leur étude contribue à faire saisir la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part								✓			
Observation, expérimentation sont essentielles											
Questionnement essentiel											
Argumentation essentielle							✓				
Les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une D.I. qui développe curiosité, créativité, esprit critique et intérêt pour le progrès scientifique et technique											
Les travaux font l'objet d'écrits divers consignés dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences	✓		✓	✓	✓						
L'élève pourra mobiliser et s'approprier le vocabulaire nécessaire en menant différentes D.I.	✓										
Le vocabulaire nécessaire sera systématiquement repris dans le cahier d'expériences, particulièrement dans les résumés de connaissances acquises	✓										
Les données pourront être issues des mesures réalisées durant les observations, des calculs effectués durant la D.I.		✓									
Les données pourront figurer dans les documents fournis aux élèves.			✓	✓							
Les données seront présentées sous forme de tableaux et de graphiques.		✓									
L'interprétation de ces données aidera à la validation des hypothèses de départ et à la formulation des conclusions			✓	✓			✓				
... en travaillant la compréhension des textes documentaires lors de séances de recherches sur documents			✓	✓							
pratiquer une D.I. : savoir observer											
pratiquer une D.I. : questionner											
manipuler et expérimenter											
formuler une hypothèse							✓				
tester une hypothèse											
mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions											
argumenter							✓				
exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral	✓										
maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques											
mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante											
exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques											

Tableau 5.1.1.6. : *Relation entre les directives du programme et les CS au cycle 3*

5.1.2. Possibilité de séquences adaptées

On se contentera de renvoyer aux quarante séquences complètes en démarche d'investigation que nous avons développées (cf. *Science à l'école, côté jardin. Le Guide pratique de l'enseignant*, Annexe 2.A.) et systématiquement testées avec des élèves et des enseignants, en particulier dans le contexte de "Jardins des sciences".

Les 24 séquences de ce *Guide pratique* adaptées à l'école élementaire permettent effectivement aux enseignants de travailler tout jeu arbitraire d'éléments de scientificité, à l'exception peut-être de celui d'économie d'une loi, particulièrement abstrait[221] (tableau 5.1.2.a.).

Les 16 séquences du même *Guide pratique* adaptées à l'école maternelle permettent également de commencer à travailler explicitement une part significative de ces éléments de scientificité, à commencer par les exigences de loyauté et de cohérence lexicale et symbolique, qui constituent des enjeux majeurs à ce niveau, mais également, déjà, des critères un peu plus abstraits, comme le recul et l'exploitation du spectre de généralité (tableau 5.1.2.b.). D'autres contraintes, comme celles liées à l'économie ou à la relativité, semblent

221. Plus précisément, la prise de conscience de l'importance d'une approche économique d'une loi scientifique peut constituer un travail transversal, qu'il est possible d'illustrer dans toute confrontation entre une analyse théorique et une séquence expérimentale.

en revanche difficilement applicables à ce niveau. Nous reviendrons en détail sur cette discussion dans la section 7, *Une science pour les petits ?*

Lien CS et séquences de Sciences à l'école côté jardin

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22	E23	E24
Méthodologie scientifique																								
Loyauté	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Transmission								✓		✓								✓				✓	✓	✓
Primauté de l'expérience	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Représentation du monde																								
Recul				✓									✓	✓		✓	✓							
Agilité	✓	✓	✓				✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Observation/Expérience																								
Opportunité							✓	✓	✓	✓	✓					✓		✓				✓		
Fiabilité																								
Reproductibilité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Robustesse			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			
Documentation																								
Exhaustivité	✓	✓		✓	✓	✓			✓				✓	✓	✓	✓		✓	✓					
Economie															✓	✓	✓	✓						
Discours & Représentations																								
Cohérence lexicale	✓	✓	✓		✓	✓			✓			✓			✓	✓		✓		✓		✓	✓	
Cohérence symbolique	✓	✓	✓				✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓					✓			
Non contradiction interne			✓		✓	✓	✓		✓			✓	✓		✓				✓					
Non contradiction externe			✓		✓	✓								✓								✓		
Non vacuité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Relativité							✓									✓			✓					
Argumentation & Théorisation																								
Cohérence logique			✓			✓	✓					✓					✓	✓			✓	✓		
Non scolasticité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scientificité d'une loi																								
Univocité					✓	✓							✓	✓		✓	✓							
Robustesse	✓		✓		✓	✓	✓					✓	✓	✓		✓	✓	✓						
Economie																								

Tableau 5.1.2.a. : Séquences permettant de travailler les éléments de scientificité en élémentaire. (en rouge : éléments de scientificité non travaillés ; en vert : éléments de scientificite travaillés de façon transversale sans insistance sur la scientificité de la contrainte)

	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
Méthodologie scientifique																
Loyauté	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Transmission																
Primauté de l'expérience	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Représentation du monde																
Recul							✓				✓		✓			✓
Agilité			✓			✓	✓	✓		✓	✓					✓
Observation/Expérience																
Opportunité								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Fiabilité																
Reproductibilité			✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Robustesse			✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓
Documentation																
Exhaustivité																
Economie																
Discours & Représentations																
Cohérence lexicale	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cohérence symbolique							✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓
Non contradiction interne	✓	✓		✓		✓				✓				✓		
Non contradiction externe													✓			
Non vacuité																
Relativité																
Argumentation & Théorisation																
Cohérence logique	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Non scolasticité	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Scientificité d'une loi																
Univocité																
Robustesse						✓	✓	✓			✓					✓
Economie																

Tableau 5.1.2.b. : Séquences permettant de travailler les éléments de scientificité en maternelle (mêmes conventions)

5.5.2. COMPATIBILITE AVEC LA DEMARCHE D'INVESTIGATION

5.2.1. Éléments de scientificité intrinsèques ou implicites

5.2.1.1. Analyse *bottom-up* des contraintes de la DI

Il ressort de l'analyse des diverses approches de la démarche d'investigation[222] qu'elles partagent quatre éléments de scientificité :

— primauté de l'expérience : la pédagogie par démarche d'investigation par nature vise à à amener les élèves à tester et vérifier expérimentalement les idées qu'ils formulent ; et à les remettre en cause en cas de contradiction avec les résultats obtenus au cours de leurs recherches.

Remarque : La vérification de la primauté de l'expérience ou la non scolasticité peut s'avérer complexe lorsque l'approche choisie pour la démarche d'investigation permet de substituer une source secondaire (e.g. un compte-rendu d'expérience ou un documentaire) à la confrontation systématique à l'expérience des affirmations des participants[223]. Toutefois, le type de démarche d'investigation considéré sans ce travail lève cette difficulté.

— non scolasticité : le maître ne fournit pas les réponses aux questions posées et n'accepte pas d'idées de la part des élèves avant qu'elles n'aient été passées au crible de l'expérience.

— opportunité : la démarche d'investigation repose sur la recherche de réponse à un questionnement bien défini.

— aspect collectif de la recherche : les élèves travaillent en petits groupes et mettent en commun leurs résultats.

C'est ce dont rend compte la définition proposée dans l'État des lieux (§ 2.1.4.1) :

La démarche d'investigation est une façon d'induire un questionnement et de le laisser se développer, spontanément mais dans un cadre soigneusement chorégraphié, en encourageant tout à la fois la discussion entre pairs, pour élaborer les réponses, et le recours aussi systématique que possible à l'expérience pour éprouver les réponses des uns et des autres ; le meneur de jeu se faisant guide et accoucheur, plutôt que figure d'autorité détentrice du savoir.

Au delà de ces quatre éléments de scientificité intrinsèques à toute démarche d'investigation, la mise en œuvre concrète telle qu'elle est encouragée par les programmes suggère fortement 8 autres éléments de scientificité.

— transmission : les discussions entre pairs impliquent la transmission des résultats obtenus par les uns et les autres au sein de la classe.

— intégrité : l'enseignant exige le respect d'un certain nombre de bonnes pratiques.

— cohérence lexicale, symbolique et logique, non contradiction interne et externe, non vacuité : il s'agit là d'objectifs permanents à l'école primaire.

---

222. cf. l'État des lieux du chapitre 2, § 2.4.2. & § 2.4.3. ainsi que l'*Addendum* 2.b.

223. Le rapport de la démarche d'investigation à la primauté de l'expérience est développé dans le chapitre suivant, en section 6.1.1.1.

Onze de ces éléments de scientificité sont directement liés à l'un ou l'autre des critères de scientificité formulés en 5.3. Le douzième, le caractère collectif de la démarche l'est
indirectement lié par le biais du critère de transmission.

Caractère discriminant des contraintes de la DI

On peut donc considérer que le simple respect des contraintes associées à une démarche d'investigation bien menée suffit à discriminer un nombre significatif de pratiques non scientifiques (Tableau 5.2.1.1.)

Un tel jeu restreint de critères s'avère relativement discriminant puisqu'il discrimine 10 des 14 pratiques testées dans les sections précédentes.

	Vulgarisation pt de vue interne	Rayons N	*Le Vagabond de l'espace*	Ingénieur F1	Vulgarisation pt de vue externe	Kepler Astrologue	Discours d'expert	Artisan garagiste	Sherlock Holmes	Inspecteur de police	Astrologue consultant	Rédacteur de rubrique astrologique	*Matrix*
Transmission	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✔	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Non scolasticité	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✗	✔	✗	✗	✗	✗
Primauté de l'expérience	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✗	✔	✗	✗	✔	✗	✔
Non contradiction externe	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✔	✔	✔	✗
Cohérence lexicale	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✗
Intégrité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔✗	✗
Cohérence symbolique	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔✗
Cohérence lexicale, logique, non contradiction interne et externe	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Tableau 5.2.1.1. : Capacité discriminante du respect des contraintes générales de la démarche d'investigation (Extrait du Tableau 4.4.2.a.)

5.2.1.2. Comparaison avec une analyse *top-down*

De même trois des sept caractéristiques de la science retenues par N. G. Lederman[224] pour qualifier la nature de la science découlent naturellement des principes de la démarche d'investigation :

— La connaissance scientifique est provisoire : La D.I. implique une remise en cause des interprétations précédemment établies au regard des nouveaux résultats trouvés.

— La connaissance scientifique est fondée sur une base empirique : La D.I. cherche à tester et vérifier expérimentalement les idées.

— La connaissance scientifique implique des déductions, l'imagination et la créativité d'êtres humains : La D.I. implique l'émission d'idées et d'explications par les participants.

224. Pour mémoire les 4 autres sont : la connaissance scientifique est subjective, enracinée socialement et culturellement, observations et inférences sont des éléments distincts tous comme les théories scientifiques et les lois. cf. § 2.3.2.3.1.

	Vulgarisation pt de vue interne	Rayons N	*Le Vagabond de l'espace*	Ingénieur F1	Vulgarisation pt de vue externe	Kepler Astrologue	Discours d'expert	Artisan garagiste	Sherlock Holmes	Inspecteur de police	Astrologue consultant	Rédacteur de rubrique astrologique	*Matrix*
La connaissance scientifique est provisoire	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗[225]	✔
La connaissance scientifique est fondée sur une base empirique	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✗	✔
La connaissance scientifique implique des déductions, l'imagination et la créativité	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Tableau 5.2.1.2. : Capacité discriminante du respect des contraintes générales de la démarche d'investigation par rapport aux caractéristiques proposées par N. G. Lederman

On peut noter que ces trois caractéristiques très générales possèdent un très faible pouvoir discriminant et en particulier ne disqualifient que la pratique du rédacteur de rubrique astrologique.

5.2.2. Objectifs de formation

En termes didactiques, les critères de scientificité constituent un outil pédagogique double :

— méthodologique : ils peuvent être utilisés pour transmettre des éléments méthodologiques.

— épistémologique : ils peuvent être utilisés pour transmettre une vision de la nature de la science *bottom-up* (voire le cas échéant, de la notion même de scientificité).

Ces deux aspects peuvent être travaillés séparément, indépendamment de tout contenu scientifique spécifique.

Les objectifs de formation, méthodologiques ou épistémologiques, peuvent donc être différents en fonction du public considéré, enfant ou adulte. De même le jeu de critères pertinents ou des éléments méthodologiques travaillés peut dépendre du public visé.

5.2.2.1. Formation des élèves

Enseigner l'épistémologie à l'école primaire ?

La question de l'utilité d'un enseignement explicite de la nature de la science à l'école primaire reste vivement débattue en didactique des sciences. Valarie Akerson[226] et N.G. Lederman[227] en sont des tenants, dans le cadre d'une approche *top-down* qui a inspiré les *Next Generation Science Standards*

225. On adopte de nouveau ici la pratique définie en 5.4.2.1.3. Si on peut considérer que chaque thème astral est contingent, cette connaissance n'est pas intrinsèquement provisoire.

226. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? ». *International Journal of Science Education*, op. cit.

227. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit.

américains au contraire d'autres didacticiens éminents comme Richard Duschl[228].

Une difficulté récurrente est en effet le risque d'un discours contre-productif, du fait du défaut de formation des enseignants du primaire à cet égard.[229]

Dans le cadre d'une approche *bottom-up* par critères de scientificité, il est possible :

— de familiariser les élèves avec des éléments de méthodologie scientifique et de s'approprier des bonnes pratiques, le plus tôt étant le mieux.

— d'identifier ces éléments méthodologiques comme des critères de validité "scientifique" des pratiques dans lesquelles ils s'engagent.

En supposant ces points acquis, il ne nous semble pas indispensable d'imposer par surcroît aux élèves de l'école primaire un cours systématique sur la nature de la science qui relève traditionnellement en France des cours de philosophie de Terminale. En revanche, leurs éventuelles questions à cet égard doivent pouvoir recevoir une réponse, de même que celles sur le statut scientifique ou non de telle ou telle pratique ; la contrainte de formation épistémologique explicite porte donc sur les enseignants plutôt que sur les élèves.

Des enjeux généralistes : intégrité et langage

Certaines contraintes méthodologiques majeures ne sont pas spécifiques aux disciplines scientifiques. Il s'agit en particulier du respect :

— de l'intégrité

— de la cohérence (lexicale, symbolique, logique)

— de la non contradiction (interne et externe)

— de la non vacuité

Il convient, en cours de science, d'insister particulièrement sur ces éléments et d'être vigilant sur leur respect effectif, mais il ne nous semble pas nécessaire de les présenter comme des éléments de méthode spécifiques, même si les enseignants doivent les conserver à l'esprit pendant leur enseignement des sciences[230].

228. R. Duschl, présentation des Next Generation Science Standards à Esera 2013. Conférence "Contemporary Issues in Science Education: Perspectives from the NARST Community", Esera 2013, Chypre. http://www.esera2013.org.cy/invited-sessions/narst-sponsored-session-at-esera-confere/ (consulté août 2014).

229. Des études réalisées dans des pays où l'enseignement de la nature de la science est au programme du secondaire (avec des enseignants spécialistes) montrent que cet enseignement est rarement effectivement mis en œuvre par les enseignants. Il est peu probable que des enseignants du primaire français, volontairement, soient plus enclins à transmettre une vision explicite de la nature de la science à leurs élèves que leurs collègues contraints et spécialistes en sciences. Voir Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit.

230. On aurait également pu évoquer ici le critère de transmission. Pour les élèves, la mise en commun des résultats et leur institutionnalisation relèvent toutefois du fonctionnement habituel de la démarche d'investigation.

Des enjeux expérimentaux

Les expériences contrôlées menées en cours de science sont en revanche les premières auxquelles les élèves de l'école primaire sont confrontées et il est important qu'ils leur associent d'entrée des réflexes méthodologiques qui leur seront utiles tout au long de leur scolarité, et au-delà :

— reproductibilité de l'expérience

— robustesse de l'expérience

Pour des élèves de l'école primaire, il ne va pas de soi *a priori* qu'il convient de tester la reproductibilité et la robustesse des résultats d'une expérience avant de pouvoir s'en prévaloir. Ces éléments de la méthode expérimentale fournissent pourtant aux élèves des éléments pour évaluer la validité de leur pratique.

De plus, ils leur permettent de saisir des contraintes auxquelles s'astreint la recherche scientifique et prendre du recul par rapport à certains discours publicitaires revendiquant des résultats "scientifiquement prouvés".

Prise de conscience de l'application d'une démarche scientifique

— recul

— exploitation du spectre de généralité

L'appréhension de l'existence de différents niveaux de représentation du monde physique (recul) et celle de différents niveaux de généralité entre lesquels naviguer (exploitation du spectre de généralité) sont, depuis Descartes, au fondement de la méthode scientifique. L'apprentissage de ces distinctions est un premier pas vers la compréhension du fonctionnement de la science pour les élèves.

Par ailleurs, une familiarisation précoce avec la navigation entre monde physique et représentations et général et particulier, peut contribuer à leur assimilation.[231] Le travail sur la modélisation reste cependant encore à l'état embryonnaire à l'école primaire et on n'y manipule pas de réelles théories scientifiques.

Quel jeu de critères ?

On ne peut pas envisager de travailler explicitement et simultanément les 21 contraintes méthodologiques associées aux CS. Un choix d'un sous ensemble de CS est donc nécessaire. Un objectif de 5 à 6 éléments nous semble e raisonnable à l'école primaire.[232,233]

---

231. On connaît les difficultés rencontrées par les collégiens pour intégrer ces éléments, sans doute encore renforcées par le cumul de cet apprentissage avec celui des difficultés formelles associées à la relation parfois complexe qu'entretiennent les élèves avec les mathématiques. cf. 7.3.1.

232. Une étude réalisée avec des enseignants de maternelle montre que ceux-ci ne considèrent que rarement plus de 6 éléments. cf. 6.5.2.2. et 7.4.1. Les sondages menés par le praticien-chercheur parmi des enseignants d'élémentaire en formation indiquent qu'ils se comportent de façon semblable.

233. Le praticien-chercheur travaille lui-même le plus souvent avec un jeu de 5-6 critères de scientificité lorsqu'il fait vivre des démarches d'investigation aux adultes en formation, pour ne pas alourdir la démarche et pour conserver l'attention et le plaisir des participants.

Leur nature peut dépendre à la fois des élèves considérés et des choix pédagogiques de l'enseignant. Les enseignants de l'école primaire bénéficient en effet d'une grande liberté pédagogique. Les programmes scolaires précisent des contenus et une approche souhaitable générale mais laissent les enseignants relativement libres dans la mise en place effective des activités proposées aux élèves.

5.2.2.2. Formation des enseignants

Faire acquérir des éléments de méthodologie scientifique aux élèves du primaire suppose *a minima,* d'une part, que les enseignants qui en ont la charge en aient eux-mêmes conscience et d'autre part, que ceux-ci soient prêts à les mettre en œuvre et à les transmettre à leurs élèves.

Aucune de ces conditions ne semble aujourd'hui remplie de façon satisfaisante. Des études réalisées hors de France ont en effet montré que les enseignants ont souvent une connaissance non adéquate de la nature de la science,[234] et nos propres résultats semblent confirmer ce résultat en ce qui concerne les enseignants et futurs enseignants français.[235] Dans ces conditions, il n'est pas surprenant qu'une proportion importante d'enseignants du primaire s'estiment eux-mêmes incapables d'enseigner les sciences, même à un niveau élémentaire.[236]

Or les programmes français de l'école primaire ne fournissent pas aux enseignants d'éléments susceptibles d'évaluer la pertinence des observations et expériences menées ou de leur exploitation avec les élèves (cf. 2.3.3.1.1.). Ils leur laissent toute liberté pédagogique pour juger de la méthodologie à mettre en œuvre pour s'assurer de la fiabilité des D.I. qu'ils mettent en œuvre.

En termes très généraux, deux objectifs essentiels de formation des enseignants doivent donc être :

— de leur procurer une compréhension minimale de la nature de la science
— de les rassurer sur leur propre capacité à enseigner les sciences.

Des outils élémentaires en guise de bases épistémologiques

On envisagera plus loin en détail les différentes stratégies possibles, plus ou moins explicites, pour transmettre aux enseignants les bases épistémologiques utiles pour leur pratique de classe (§ 6.3 et 6.4).

Dans tous les cas, elles passent par l'apport d'outils pratiques que l'enseignant considère à la fois efficaces et à sa portée. Ceux-ci visent aussi à permettre aux enseignants d'apprivoiser une méthodologie qui leur semble bien souvent à la fois complexe et monolithique, trop exigeante voire effrayante faute de suffisamment d'éléments précis.

---

234. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit.

235. Cette étude fait l'objet du § 6.2.

236. Jean Salençon, Allocution d'introduction du colloque « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », Paris, avril 2010.

La stratégie *bottom-up* basée sur l'énoncé de CS vise à répondre à cette double exigence. D'une part, les éléments méthodologiques associés aux CS fournissent les éléments de base d'une boîte à outils directement applicable en classe, la formulation des CS ayant été pensée pour permettre la mise en œuvre de tests opératoires des CS. D'autre part, la présentation d'une liste limitée d'éléments peut rassurer les enseignants sur leur capacité à tous les gérer.

Choix d'un jeu restreint de critères

Demeure toutefois, comme pour les enfants, la difficulté associée à un nombre excessif de CS.

D'un point de vue pragmatique, il est en effet nécessaire que l'outil paraisse simple d'utilisation pour que les enseignants s'en emparent. Notre expérience de praticien-chercheur indique qu'il est préférable d'en proposer peu (au rique sinon du découragement devant l'ampleur de la tâche) et que s'astreindre au respect de 3 à 5 critères nécessite déjà un effort d'attention amplement suffisant pour des enseignants du primaire peu aguerris à l'enseignement des sciences.

Il paraît peu utile dans ces conditions de mettre un accent spécifique sur des critères "évidents" pour les enseignants, comme par exemple ceux de cohérence logique ou de non contradiction interne. Leur usage déborde largement le champ des pratiques scientifiques et qu'ils les appliquent pour la plupart spontanément quasi-systématiquement en classe.

Remarque : La communication des résultats et leurs discussion au sein de la classe sont des éléments intrinsèques à la démarche d'investigation correctement menée. Le critère de transmission est donc systématiquement vérifié dans les démarches d'investigation menées par le praticien-chercheur et présenté *a minima* sous son aspect pédagogique (e.g. la phase d'institutionnalisation facilite la mémorisation des élèves).

Sélection des critères retenus

A contrario, les critères que l'on privilégiera :

— portent sur des éléments régulièrement impliqués dans les activités scientifiques et sont donc les plus susceptibles d'être utilisés par les enseignants

— ne vont pas forcément de soi pour les enseignants

— peuvent enrichir les démarches d'investigation mises en place

— permettent aux enseignants de travailler des compétences identifiées comme problématiques chez les élèves

Les enseignants sont souvent d'autant plus motivés à mettre en place de nouveaux outils dans leur classe que le rapport "*avantages pour mes élèves et moi-même / coût du changement à opérer dans mes pratiques*" leur semble favorable. Une manière de promouvoir l'appropriation et l'utilisation des CS par les enseignants consiste à leur faire prendre conscience que le jeu de CS leur permet de répondre à des questions épistémologiques pour lesquelles

leurs outils habituels sont peu opératoires[237]. Pour cela, on peut interroger les enseignants sur la scientificité d'investigations séculières (e.g. pratique de type garagiste) et leur faire réaliser que leurs critères spontanés ou de "bon sens" sont peu opératoires, puis d'apporter des critères dont ils sont à même d'apprécier par eux-mêmes le caractère opératoire, tant d'un point de vue épistémologique que pour leur pratique de classe.

On s'assurera donc que le jeu de critères proposé discrimine des pratiques susceptibles d'être discutées à l'école primaire (cf. 5.4.4.2.). Par ailleurs, on s'autorise bien évidemment la possibilité de l'élargir "en temps réel" pour répondre aux besoins de formation où à une situation particulière.

Proposition d'un jeu de critères restreint

Plusieurs combinaisons de CS sont susceptibles de satisfaire à ces contraintes. Un jeu restreint opératoire régulièrement déployé et testé par le praticien-chercheur (chapitre 6) inclut :

— *primauté de l'expérience* : C'est un critère dont l'application paraît naturelle mais dont la vérification ne va pas toujours de soi[238].

— *reproductibilité et robustesse de l'expérience* : Ces critères nous semblent à la fois peu connus des enseignants[239] et très utiles pour la menée d'une D.I.

Le test de la reproductibilité permet typiquement de mettre en évidence un problème dans l'identification de paramètres pertinents ou la nécessité d'une documentation suffisamment précise suite à la comparaison de différents résultats expérimentaux. Elle évite aussi les situations où l'enseignant ayant à disposition un seul résultat qui ne lui "convient" pas se sent autorisé à violer la primauté de l'expérience pour donner *ex cathedra* le "bon" résultat.

Le test de la robustesse d'une expérience permet de s'assurer de l'identification de paramètres pertinents, ouvre le champ à de nouvelles découvertes et enrichit la démarche d'investigation.

— *recul et exploitation du spectre de généralité* :

L'appropriation de la distinction entre représentations et monde physique est à la base de la compréhension de ce que signifie modéliser en science. Or il s'avère que cette compétence pose de nombreuses difficultés aux élèves alors qu'il est possible de travailler cette compétence dès la maternelle (chapitre 7.).

---

237. Un témoignage parmi d'autres : « *Au début, j'ai pensé que c'était intéressant de connaître les critères de scientificité pour moi-même car c'était une vision des sciences que je n'avais pas auparavant. Et je ne pensais pas m'en servir beaucoup pour les cours car cela me semblait un peu complexe. Cependant en restant un peu plus sur mon atelier avec les élèves, nous avons été beaucoup plus dans le détail, pour expérimenter et pour les guider dans leur démarche, je me suis servi des critères finalement, en partie du moins.* », Annexe 6.R., enseignante 4.

238. Le stéréotype du professeur de physique ratant ses expériences et s'appuyant sur les résultats qu'elles "auraient dû donner" pour faire avancer son cours est par ailleurs suffisamment présent chez les enseignants du primaire pour qu'ils soient tentés de faire de même.

239. Une enquête réalisée par l'institut français de l'éducation en 2011 montre que pour 59% des enseignants de physique dans le secondaire, faire une expérience n'implique pas qu'elle soit réalisée plusieurs fois. Institut Français de l'éducation. *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie. Rapport d'enquête IFE - ENS de Lyon*, décembre 2011, p. 112.

> Il en est de même du travail permettant aux élèves de se situer entre général et particulier. La navigation entre le général et le particulier peut aider les enseignants et leurs élèves à prendre conscience de l'étendue de la généralité de leurs propos et leur rappeler qu'induire une généralité d'un cas particulier n'est pas une pratique recevable.

Ce jeu discrimine toutes les pratiques séculières testées dans la section 5.4. (et au total 9 des 14 pratiques archétypales sondées).

Remarque : ce "jeu de base" est susceptible d'être aménagé et enrichi à la faveur des interactions ayant lieu au cours des formations ou de l'apparition de situations favorables à l'introduction d'autres critères de scientificité (e.g. intégrité, cohérence lexicale...).

5.6. Définitions *bottom-up* de la science scolaire

On se propose de dériver des définitions de la science scolaire à partir des jeux de critères de scientificité précédemment formulés (5.6.1.). On en dégage ensuite les conséquences didactiques (5.6.2.).

5.6.1. CONSTRUCTION DES DEFINITIONS

Un critère de scientificité individuel n'a *a priori* pas vocation à définir la science. Sa vérification est en effet une condition nécessaire *mais non suffisante* pour qu'une production puisse être considérée comme scientifique (cf. 5.5.1.2.).

L'hypothèse supplémentaire du caractère *exhaustif* d'un jeu donné de critères de scientificité lui confère en revanche un statut de condition suffisante. Un jeu exhaustif et explicite de critères de scientificité constitue donc un ensemble de conditions nécessaires *et* suffisantes pour juger de la scientificité d'une production donnée. Il est alors formellement équivalent à une définition implicite de la science. Si la formulation de ces critères est adaptée, il est par surcroît possible d'en dériver une définition explicite.

6.1.1. Principe de construction

Dans une approche pragmatique adaptée à des "êtres humains limités", selon la formule de William Wimsatt,[240] on peut considérer la science comme une méthode particulière pour résoudre des problèmes dans le respect de contraintes spécifiques (cf. Partie 2, § 3.1.2.7.).

Dans la mesure où ces contraintes spécifiques de cette méthode peuvent être exprimées sous la forme d'un jeu de CS explicites, une définition de la science peut être directement dérivée de ces derniers, sous la forme générale :

> Définition 0 : *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que [ensemble des contraintes de scientificité d'un jeu de CS réputé exhaustif].*

La possibilité de complexifier la définition en augmentant le nombre de critères dans le jeu réputé exhaustif découle immédiatement de ce principe de construction.

Remarque 1 : Si la formulation des critères est adaptée, ce qui était l'un des objectifs de ceux énoncés, dans la section 5.3. une formulation possible d'une définition de la science dérive immédiatement de celle du ou des critères afférents.

Remarque 2 : À partir d'un même jeu de CS, il est possible de dériver des formulations de la définition la science légèrement distinctes mais ayant le même sens.

240. William Wimsatt, *Re-engineering Philosophy for Limited Beings*, éd. Harvard University Press, 2007.

6.1.2. Exemples de définitions de la science scolaire

Jeux réduit à un seul CS

Le plus souvent, dans le cas-limite d'un jeu exhaustif de CS réduit à un unique critère (alors supposé nécessaire et suffisant), une définition dérivée peut se contenter de reprendre les termes exacts de la formulation de ce critère.

Ainsi, dans le cas de la reproductibilité de l'expérience :

> De la formulation du critère de reproductibilité :
>
> *Le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur ; son énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.*
>
> dérive immédiatement celle de la définition 1 (Reproductibilité) :
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur et que son énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.*

De même, dans le cas du recul :

> De la formulation du critère de recul :
>
> *Des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations sont identifiables.*
>
> dérive immédiatement celle de la définition 2 (Recul) :
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations sont identifiables.*

Dans certains cas, la paraphrase peut apparaître souhaitable. Ainsi, si l'on admet que la primauté de l'expérience est une condition nécessaire et suffisante de la scientificité d'une pratique :

> De la formulation du critère de primauté de l'expérience :
>
> *Les conclusions ne contredisent aucun fait d'expérience.*
>
> on peut dériver soit la définition 3.1 (Primauté de l'expérience)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que les conclusions ne contredisent aucun fait d'expérience.*
>
> soit la définition 3.2. (Primauté de l'expérience)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes en donnant la primauté à l'expérience en cas de conflit.*
>
> Remarque : En l'occurrence, cette formulation dérive du nom du critère, qui le résume efficacement.

Jeux de deux CS

Dans le cas d'un jeu de critères exhaustif composé de deux CS, on construit une définition de la science en juxtaposant les contraintes explicitées dans la formulation de chacun des deux critères.

Ainsi, si l'on admet que la combinaison des deux critères précédents, Primauté de l'expérience et Recul, constitue un jeu exhaustif de critères de scientificité, on dérive aisément des précédentes la définition 4 :

> Définition 4 (Primauté de l'expérience + Recul)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations sont identifiables, en donnant la primauté à l'expérience en cas de conflit.*

En choisissant la primauté et la reproductibilité de l'expérience :

> Définition 5 (Primauté de l'expérience + reproductibilité)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes en donnant la primauté à l'expérience en cas de conflit, et dont le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur et dont l'énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.*

Ou encore, en choisissant la primauté de l'expérience et l'exploitation du spectre de généralité :

> Définition 6 (Primauté de l'expérience + Exploitation du spectre de généralité)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes en donnant la primauté à l'expérience en cas de conflit et telle que des marqueurs d'une navigation entre le général et le particulier sont identifiables.*

Jeux de trois CS et plus

Le mécanisme de juxtaposition des contraintes se généralise sans difficulté à un nombre quelconque de CS.

Par exemple, en choisissant la primauté et la reproductibilité de l'expérience ainsi que le recul :

> Définition 7 (Primauté de l'expérience + reproductibilité + recul)
>
> *La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations sont identifiables ; en donnant la primauté à l'expérience en cas de conflit ; dont le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur et dont son énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.*

Limites de l'outil

Une conséquence directe du principe de construction des définitions de la science scolaire est que plus le nombre de CS devient important, moins sa formulation est aisée à manipuler.

Par exemple, avec un jeu de 5 CS primauté, reproductibilité et robustesse de l'expérience, recul et exploitation du spectre de généralité :

Définition 8 (Primauté de l'expérience + reproductibilité + robustesse + recul + exploitation du spectre de généralité)

La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle que des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations et des marqueurs d'une navigation entre le général et le particulier sont identifiables ; en donnant la primauté de l'expérience en cas de conflit ; dont le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur, n'est pas dramatiquement modifié suite à une modification mineure de l'expérience et dont l'énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent.

Cette définition apparaît déjà peu "tractable", et trop longue pour être utilisable par des élèves du primaire. Elle apparaît *a fortiori* bien trop lourde en poussant le procédé jusqu'au bout et en considérant les 21 critères :

Définition 9

La science est une méthode pour résoudre des problèmes telle qu'aucune mauvaise pratique n'est identifiable ; que des marqueurs d'une distinction entre le monde physique et ses représentations et des marqueurs d'une navigation entre le général et le particulier sont identifiables ; qui vise à acquérir ou à éprouver des connaissances spécifiques ; dont le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'observateur et dont énoncé peut être testé par n'importe quel observateur présent et pour laquelle les résultats ne sont pas dramatiquement modifiés suite à une modification mineure de l'expérience ; en donnant la primauté de l'expérience ; en communicant formellement les résultats ; en explicitant dans la documentation tous les éléments potentiellement significatifs d'une expérience ou d'une observation et dont seuls les éléments significatifs ou potentiellement significatifs sont présents dans la documentation ; telle que le discours ou la représentation n'inclut pas d'éléments contradictoires entre eux, n'entre pas gratuitement en contradiction avec le corpus accepté, véhicule des connaissances spécifiques ; que tous les termes y ont une définition univoque et que tous les symboles y sont employés de façon univoque ; que la portée du discours est explicitement limitée ; qu'aucune incohérence logique n'est identifiable et qu'il n'est jamais fait appel à l'argument d'autorité ; que l'énoncé des lois est univoque ; que l'introduction dans l'énoncé d'une loi d'un paramètre présumé non pertinent ne modifie pas dramatiquement les comportements prédits et que seuls des éléments significatifs ou potentiellement significatifs sont présents dans son énoncé.

S'il s'avère aisé de dériver des définitions de la science scolaire à partir d'un jeu de critères de scientificité, leur opérationalité dépend du nombre de CS choisi : dès qu'on dépasse 5 à 6 critères, la définition associée devient peu opératoire.

5.6.2. Consequences didactiques

6.2.1. Définitions glissantes

Une conséquence immédiate de la possibilité pour un enseignant de choisir le jeu de CS sur lequel il souhaite travailler est le caractère arbitraire des définitions de la science qu'on peut en dériver. Un corollaire pour les élèves est la possibilité d'être confrontés à des définitions différentes au cours de leur scolarité. Les définitions de la science utilisées à l'école apparaissent donc provisoires, glissantes et arbitraires.

Des attributs "dans l'ordre des choses"

Une définition provisoire et glissante ne pose *a priori* de problème ni aux enseignants, ni aux élèves.

À l'école, les enseignants ont en effet l'habitude d'adapter les contraintes imposées aux élèves à la capacité de ces derniers à se les approprier. Ils les font évoluer pour être de plus en plus exigeants à mesure que les élèves progressent. S'appuyer sur des définitions glissantes et provisoires revient pour l'enseignant à considérer l'enseignement des sciences comme susceptible d'être travaillé en bâtissant une progression dans l'acquisition des éléments méthodologiques[241].

De leur côté, les élèves s'attendent à ce que, comme tous ceux qui l'ont précédé sans doute, l'enseignant complexifie les règles du jeu au fur et à mesure qu'ils se les approprient et en augmente progressivement les contraintes.

Un caractère arbitraire acceptable pour les élèves

Le caractère arbitraire d'une définition de la science scolaire n'est pas plus problématique. Pour un élève de l'école primaire, rarement impliqué dans les choix pédagogiques qui le concernent, tout enseignement scolaire relève d'un certain arbitraire[242].

> Pendant les cours de sciences, des élèves peuvent ainsi revenir sur leurs premières démarches et identifier les points méthodologiques qu'ils pourraient améliorer au regard des nouvelles contraintes qu'ils se sont appropriés. L'enseignant peut guider les élèves dans leur analyse des démarches réalisées et les aider à prendre conscience de leur évolution. Ainsi, *au début* de leur scolarité, il suffisait de vérifier deux contraintes pour que la démarche soit valable. *Maintenant*, il faut vérifier des contraintes supplémentaires pour valider la démarche (et il manque ceci et cela pour que la démarche soit valide au regard des contraintes respectées désormais). *Plus tard*, d'autres contraintes se rajouteront sans doute.

Ce qui importe en revanche pour l'élève, c'est la perception d'une cohérence dans la série de ses apprentissages. Une modification du jeu de contraintes qui n'intègre plus dans le jeu certains CS travaillés antérieurement (e.g. primauté de l'expérience, reproductibilité pour l'un, primauté de l'expérience, recul et robustesse pour l'autre) pourrait donc le perturber. On peut concevoir que des élèves habitués à vérifier le respect d'une contrainte soient surpris de sa disparition et en discutent avec leur enseignant : la solution la plus naturelle est alors d'intégrer cette contrainte au jeu posé.

> Il ne viendrait toutefois pas à l'idée d'un enseignant de changer complètement les règles du jeu à chaque fois que les élèves commencent une nouvelle D.I. ou de valider ce qui ne l'était pas la fois précédente : la coexistence de définitions contradictoires, si elle est possible en théorie, ne l'est donc pas *a priori* en pratique.

---

241. Les programmes de l'école primaire fournissent des progressions dans toutes les disciplines, la plupart de temps en termes de contenus plutôt qu'en termes de méthodologie. On trouve cependant pour les mathématiques une progression méthodologique de la maternelle à la fin de l'école primaire puis une articulation entre les méthodes utilisées en primaire et au collège. Voir le site de l'académie de Nancy-Metz : http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/maths/m2002/institut/programmes/programmes.html#ecole (consulté août 2014)

242. C'est l'enseignant qui décide de ce que l'élève doit apprendre, qui fixe les contraintes qu'il doit respecter et les objectifs de sa formation. Par ailleurs, les élèves sont rarement conscients qu'il existe un programme scolaire.

Un arbitraire décomplexant pour les enseignants ?

La possibilité donnée aux enseignants de choisir le jeu de CS avec lequel ils vont travailler peut convaincre les plus "timides" d'entre eux de leur capacité à faire des sciences, en commençant à leur rythme, avec les critères qui leur paraissent les plus accessibles. Par ailleurs, rien n'empêche un enseignant d'ajouter de nouveaux critères au fur et à mesure qu'il s'aguerrit (ou que ses élèves s'aguerrissent...) ; ou que plus généralement les circonstances y deviennent favorables.

> Par exemple, la non contradiction externe ne fait pas partie des CS que le meneur de jeu a choisi. Des élèves obtiennent des résultats en contradiction avec une conclusion précédemment établie et s'en satisfont. Il lui revient d'expliciter la nécessité de non contradiction externe quand on fait des sciences.

D'une certaine façon, l'arbitraire même du choix du jeu de CS qu'il travaille peut présenter pour l'enseignant un côté décomplexant vis-à-vis de l'enseignement des sciences.

6.2.2. Définitions exclusives

Pour les enseignants, une légitimation des pratiques scolaires

Plutôt que de "mal faire", certains enseignants, conscients des limites de leurs propres connaissances et de leurs pratiques potentielles, peuvent renoncer à faire des sciences avec leurs élèves, et ce d'autant plus qu'ils ne parviennent pas forcément à identifier en quoi consistent ces manquements à une pratique "idéalisée".

À l'inverse, des enseignants peuvent oublier la nécessité des contraintes méthodologiques pour faire des sciences et se satisfaire de pratiques irrecevables au regard des critères dégagés. Le risque est alors d'un "tout se vaut, tout peut faire science". Cette approche "indifférente" des sciences à l'école peut néanmoins susciter un sentiment de malaise chez certains enseignants bien conscients que "faire des sciences" suppose un minimum d'implication et de réflexion.

Dans les deux cas, une définition explicite de la science scolaire peut contribuer à dissiper le malaise des enseignants.

Alors que la compréhension d'aucun élément issu de la science professionnelle peut paraître à certains enseignants comme un objectif inaccessible à atteindre, celle d'un nombre limité de CS peut leur apparaître à leur portée. Une définition de la science scolaire, par le cadre qu'elle pose, explicite également le fait que "tout ne se vaut pas" et que faire des sciences, c'est respecter un certain nombre de contraintes méthodologiques.

Une telle approche peut alors permettre aux enseignants de jauger leurs pratiques de classe et et les rassurer sur leur capacité à faire de sciences à l'école, de façon légitime.

Pour les élèves, la possibilité d'une progression dans leur compréhension de la science

Faire des sciences à l'école consiste entre autres pour les élèves à s'approprier et à respecter systématiquement un jeu de règles. Pour l'enseignant il s'agit de le faire appliquer scrupuleusement.

Idéalement, les enseignants d'une école primaire, maternelle et élémentaire, peuvent se concerter et concevoir un enrichissement progressif de la définition de la science scolaire au fur et à mesure de la scolarité des élèves. Si, déjà à l'école maternelle, les élèves associent par exemple les activités scientifiques au fait de respecter la primauté de l'expérience, la reproductibilité et la robustesse,[243] un enseignant de CP peut enrichir le jeu de CS et y ajouter le recul, puis un enseignant de CE1 un travail sur l'exhaustivité de la documentation etc.

Avec l'introduction progressive de 2 à 3 CS par an de la grande section au CM2 et des enseignants idéaux, on peut imaginer que des élèves soient capables dès la fin de l'école primaire de mener des démarches d'investigation respectueuses d'un nombre conséquent de critères de scientificité. Au lieu de la réduction habituelle à ce niveau du concept de science à sa simple association à celui d'expérience,[244] il serait alors possible de développer une représentation de la science ancrée sur le respect d'éléments de méthodologie plus exigeants.

Pour les enseignants, un enjeu de formation

En pratique, ce type d'approche ambitieuse intégrée sur l'ensemble des classes primaires reste toutefois exceptionnel. Il apparaît donc plus probable que les enseignants choisissent indépendamment les critères sur lesquels ils travailleront, parmi un même jeu restreint de critères particulièrement "populaires".

En dépit d'une connaissance initiale limitée de la méthodologie scientifique par les enseignants,[245] leur formation typique, aussi bien initiale que continue ne consacre toutefois pas à l'épistémologie et à la méthodologie scientifique un temps suffisant pour permettre l'appropriation de plus de quelques critères. Dans ces conditions, le jeu restreint de 5 critères proposés pour la formation des enseignants, autorise déjà une pratique scolaire relativement sophistiquée.

6.2.3. Expression implicite ou explicite des définitions

Aucune définition explicite de la science ne figure dans le programme scolaire français. Les enseignants étant libres de la définir ou pas, la plupart ne le font pas[246]. Il n'est donc pas surprenant que les élèves aient de leur côté des difficultés à définir la science.[247]

---

243. cf. chapitre 7 pour une étude détaillée des CS accessibles aux élèves de maternelle.

244. Les représentations de la science des élèves de primaire seront considérées plus en détail au chapitre 7 § 7.5.

245. cf. chapitre 2 § 2.1. et chapitre 6 § 6.2. pour une étude détaillée des représentations de la science des enseignants.

246. C'est ce qu'il ressort de nombreuses discussions informelles du praticien-chercheur avec des enseignants du primaire. Par ailleurs, des études réalisées dans des pays où le programme scolaire inclut l'appropriation par les élèves de caractéristiques de la science indiquent que les enseignants éprouvent des difficultés à mettre en œuvre cette partie du programme. N.G. Lederman, « Nature of

Néanmoins, même en l'absence d'une définition explicite, un accent placé sur de critères de scientificité explicites revient en quelque sorte à une définition implicite de la science. En effet, faire des sciences à l'école consiste alors à s'approprier et à respecter systématiquement un jeu de contraintes. Les élèves et les enseignants sont alors encouragés à en déduire que *ne sont pas des sciences, les pratiques qui ne respectent pas les contraintes posées en cours de science.* On aboutirait par contraposition à une définition de la science un peu plus sophistiquée que les représentations de la science que peuvent posséder aujourd'hui des élèves de fin de primaire.

> Les critères de scientificité ont été construits de façon à permettre la mise en place de tests opératoires simples (cf. 5.2.2.1.). Il est alors aisé à la fois d'en dériver des questionnements méthodologiques explicites (e.g. pour la robustesse, « *a-t-on vérifié qu'une modification mineure des conditions de l'expérience ne modifie pas les résultats ?* ») et de les ritualiser dans la classe. Préciser explicitement que, si les tests ne sont pas vérifiés, on ne fait pas de science, est une manière simple d'expliciter les critères de scientificité.

Remarque : pour l'enseignant, c'est avant tout du jeu de critères posé pour la pratique de la classe qu'il dérive une définition de la science "en creux". La construction d'une définition de la science scolaire telle que nous les avons formulées plus haut, toujours possible, ne lui est en pratique que de peu d'intérêt s'il ne souhaite pas l'expliciter aux élèves — si ce n'est pour se convaincre lui-même de la légitimité de sa pratique.

Lorsque la notion de critère de scientificité n'est pas explicite, les contraintes méthodologiques que l'enseignant a choisi de travailler demeurent. Elles peuvent être implicites, lorsque l'enseignant se contente de d'assurer de leur vérification par les participants sans les formuler explicitement, ou explicites si l'enseignant choisit de les formuler explicitement pendant le travail. Il est difficile d'évaluer *a priori* l'impact de ces deux approches basées uniquement sur le respect d'un jeu de contraintes sur la représentation de la science des participants. Des études spécifiques sont nécessaires pour y répondre.

Science : Past, Present and Future », op. cit.

247. cf. chapitre 7 section 7.5. pour une étude des définitions spontanées de la science des élèves.

5.7. Implications épistémologiques et stratégiques

Au delà de ces considérations pratiques, l'approche *bottom-up* de la science soulève des questions d'ordre épistémologique. Quel est le statut de la (ou des) "science(s) scolaire(s)" ainsi définie(s) ? Cette approche locale par critères de scientificité encourt-elle, par opposition à une approche *top-down* supposément sans concessions, un reproche de réductionnisme ou d'empirisme naïf ?

5.7.1. La science scolaire comme culture savante

L'objet de cette section n'est pas de définir la science dans toute sa complexité, mais d'élucider le statut épistémologique de la science scolaire au regard aussi bien de ce qu'elle partage avec la "science des scientifiques"[248] que de ce qui l'en distingue. L'approche du chapitre 2 (§ 2.2.2.5.) nous avait amené à considérer la science comme une culture savante particulière. Peut-on, de la même façon, envisager la science scolaire comme une culture savante ?

7.1.1. Subjectivités collectives enseignantes et objets culturels de la science scolaire

On a défini une culture savante comme un ensemble d'objets culturels répondant à des règles de sélection opératoires et consensuelles. Cet ensemble doit en outre reposer sur une subjectivité collective (S.C.) à la fois :

— robuste

— identifiée

— revendiquée

Il ne fait pas de doute que les enseignants participent à diverses subjectivités collectives susceptibles de se qualifier à cet égard. Ainsi, l'expérience même d'appartenir au corps enseignant est constitutif d'une S.C. particulièrement robuste. Ils se perçoivent comme enseignants et en tirent souvent une certaine fierté. Deux individus qui se rencontrent pour la première fois et se découvrent tous deux enseignants se reconnaissent comme membres de la grande communauté enseignante. Il ne fait guère de doute non plus qu'il existe des objets culturels caractéristiques de cette culture commune, comme les programmes scolaires, et qu'on pourrait dégager des règles pour la reconnaissance de leur institutionnalisation.

On peut donc considérer la culture enseignante, au sens le plus large, comme une culture savante. De même, on pourrait définir une culture savante moins large des enseignants du primaire. Pour autant, ces cultures savantes n'ont, du fait même de leur ampleur, rien de spécifiquement scientifique. En outre, si nombre de praticiens de la science scolaire participent plus largement de la culture enseignante, il serait abusif d'en déduire que cela suffit à constituer également la science scolaire en culture savante.

248. Dans cette section, le qualificatif de "scientifique", employé sans autre précision, renvoie à la science académique.

Pour envisager une éventuelle culture savante de la science scolaire, et le cas échéant la comparer à celle de la communauté scientifique proprement dite,[249] il convient donc de considérer des cultures communes à des communautés plus restreintes d'enseignants *ayant effectivement vocation à enseigner les sciences.* Dans la mesure où l'enseignement des sciences ne constitue qu'une petite partie de l'enseignement des professeurs généralistes de l'école primaires, quand il passe par des enseignants spécialisés dans le secondaire, il semble en outre utile de distinguer ces deux cas.

> Dans certains pays comme la Norvège ou le Japon, il existe deux mots distincts pour la science académique et la science telle qu'elle est pratiquée à l'école, ce qui induit des questionnements différents sur la distinction science/science scolaire.[250]

Une culture savante des sciences physiques du secondaire

Le cas de l'enseignement de la physique dans le secondaire (pour focaliser encore le propos[251]) ne semble pas présenter de difficulté particulière.[252] On peut encore se convaincre aisément de l'existence d'une culture savante des sciences physiques du secondaire. En effet, les professeurs de physique-chimie constituent aussi une subjectivité collective robuste, identifiée et revendiquée — et même organisée au sein d'associations professionnelles bien connues comme l'UDPPC — munie de règles de sélection de ses objets culturels — e.g. leur présence dans les programmes scolaires, leur présence dans le monde 3 scientifique.

L'appartenance à cette culture savante des sciences physiques du secondaire n'est nullement exclusive de l'appartenance à la culture scientifique académique, tous les enseignants de physique-chimie du secondaire ayant reçu une formation scientifique universitaire, et bon nombre poursuivi des études de troisième cycle incluant, au moins, une initiation à la recherche. Une conséquence directe en est le fort recouvrement entre les parties accessibles des mondes 3 associés respectivement à la culture de la physique du secondaire et à celle de la physique académique, comme on l'analysera plus en détail en § 7.1.5.

Inversement, seule une minorité des membres de la communauté scientifique académique participe de cette culture de la science scolaire du secondaire, faute d'une quelconque expérience d'enseignement à ce niveau.[253]

---

249. En France, la question de la distinction science/science scolaire constitue un axe de réflexion important pour la communauté de la didactique. Voir par exemple *RDST*, numéro thématique *Sciences des scientifiques et sciences scolaires,* INRP, n°2, Christian Orange et Virginie Albe (coord.), 2010.

250. Edgar Jenkins : « *School Science : a questionnable construct ?* », *Journal of Curriculum Studies*, 2007, vol. 39 (7), pp. 265-282.

251. On pourrait aisément adopter l'argumentaire aux enseignants de sciences de la vie, etc. ou encore l'élargir à l'ensemble des disciplines scientifiques.

252. Pour notre propos du moins. Une étude spécifiquement consacrée à l'épistémologie de la science scolaire du secondaire passerait sans doute par une analyse plus détaillée des différentes sous-cultures savantes impliquées, le rapport à la science — et aux S.C. afférentes — d'un PEGC exerçant en collège après une simple licence scientifique n'étant *a priori* pas le même que celui d'un agrégé ayant bénéficié d'une initiation à la recherche.

253. En toute rigueur, ils participent tous *a priori* de la subjectivité collective associée à une expérience commune d'anciens *élèves* des cours de sciences du secondaire. Mais pour robuste et éventuellement revendiquée que soit cette dernière, elle est distincte de la S.C. associée à une expérience d'enseignement et ne donne pas lieu à une culture savante.

7.1.2. Une culture savante introuvable chez les enseignants du primaire

L'identification, aux côtés de celle (généraliste) des enseignants du primaire, d'une culture savante de la science scolaire du primaire apparaît moins évidente.

D'un point de vue institutionnel, tous les enseignants se doivent d'enseigner les éléments scientifiques du programme. Si tel était vraiment leur expérience professionnelle commune, une subjectivité collective robuste et revendiquée en émergerait naturellement et pourrait conduire à celle d'une culture savante.

Cela semble d'ailleurs avoir été le cas par le passé, du temps des écoles normales primaires.[254] On en retrouve la trace dans les évocations nostalgiques (quoique sans doute idéalisées) des "anciens" ou dans la littérature, comme chez Marcel Pagnol :

> C'est pourquoi, pendant trois années, ils *[les élèves de l'école normale primaire]* dévoraient la science comme une nourriture précieuse dont leurs aïeuls avaient été privés : c'est pourquoi pendant les récréations, M. le directeur faisait le tour des salles de classe pour en chasser quelques trop bons élèves, et les condamner à jouer au ballon.
>
> Marcel Pagnol, *La Gloire de mon père*[255]

Concrètement, cela ne semble toutefois pas être le cas aujourd'hui, de nombreux enseignants du primaire n'enseignant pas effectivement les sciences[256] ou, pire, s'estimant incompétents pour cela.[257]

Non seulement il ne semble donc pas possible d'identifier une culture savante de la science scolaire dont participeraient l'essentiel des enseignants concernés, mais la subjectivité collective même qui pouvait la rendre possible en d'autres temps semble perdue.

Ce constat désabusé n'est évidemment pas général. Il reste des enseignants du primaire éminemment aussi compétents dans l'enseignement des sciences que des autres matières, que des communautés plus larges susceptibles de les regrouper.

---

254. Tous les enseignants y suivaient des cours de sciences pendant lesquels ils apprenaient à utiliser un matériel scientifique pédagogique adapté à l'école primaire, dans le cadre typiquement de l'enseignement des leçons de choses. Tous les enseignants du primaire considéraient comme de leur mission d'enseigner les sciences à leurs élèves, partageaient un même matériel pédagogique et se constituaient en conséquence en subjectivité collective robuste, identifiée et revendiquée. Celle-ci possédait des règles de sélection de ses objets culturels, par exemple leur présence dans les programmes et donnait donc lieu à une culture savante.

255. Marcel Pagnol, *La Gloire de mon père*, 1957 ; édition de Fallois, 2004, p. 36.

256. Il reste difficile d'avoir une idée exacte de la proportion des enseignants qui enseignent les sciences en respectant le programme officiel. Les inspecteurs de l'éducation nationale avec lesquels le praticien-chercheur a eu l'occasion d'aborder le sujet considèrent généralement que dans leur circonscription de nombreux enseignants n'enseignent pas, ou peu, ou mal les sciences. Par ailleurs, les enseignants sondés lors d'animations pédagogiques et de formation reconnaissent souvent faire peu ou pas de sciences en classe (i.e. ne pas respecter les programmes dans ce domaine).

257. Pour mémoire, Jean Salençon, alors Président de l'Académie des Sciences, se désolait en 2010 que près de la moitié des enseignants de cycle 3 s'estiment incompétents pour enseigner les sciences. Dans les Alpes-Maritimes, tous cycles confondus, on peut estimer à 80% la part des enseignants du primaire qui ne se considèrent pas suffisamment compétents lorsqu'il s'agit d'enseigner les sciences. cf. chapitre 2, § 2.1.

Micro-cultures savantes du primaire

On peut ainsi, par exemple, identifier des *micro-cultures savantes* constituées autour de certains projets de promotion de la science à l'école, et en particulier de la démarche d'investigation :

— À l'échelle nationale française, on peut identifier une subjectivité collective robuste et revendiquée[258] d'enseignants du primaire s'étant approprié l'approche de La Main à la Pâte. La culture commune afférente étant dotée de règles de sélection des objets culturels institutionnalisés dans ce cadre (e.g. le respect des 10 principes de La Main à la Pâte, la publication des séquences sur le site LaMAP), elle constitue de plein droit une (micro-)culture savante.

  On peut estimer que celle-ci concerne plusieurs milliers d'enseignants, ainsi que des scientifiques prestigieux (Georges Charpak, Pierre Léna, Yves Quéré) qui assurent sa reconnaissance, plus largement, par les instances ministérielles (les programmes de l'école primaire citant à plusieurs reprises "l'esprit de la Main à la Pâte") et scientifiques.

— À une échelle plus locale, on pourrait de même identifier une subjectivité collective robuste et revendiquée[259] d'enseignants du primaire qui participent, par exemple, à des Jardin des sciences réguliers dans la circonscription de Mouans-Sartoux (Alpes-Maritimes).[260] Cette culture locale de la science scolaire s'est constituée en 4 ans.[261] Elle apparaît robuste, autonome et revendiquée à cette échelle, respecte des règles de sélection des objets culturels (e.g. le respect de critères de scientificité énoncés en formation par le praticien-chercheur), et constitue donc également une micro-culture savante impliquant plusieurs dizaines d'enseignants[262].

---

258. Dont un marqueur est l'affirmation de l'implication dans les projets développés dans les centres ou sur le site de La Main à la Pâte.

259. Dans l'expérience du praticien-chercheur, des enseignants ayant participé à des Jardins des sciences dans la circonscription de Mouans-Sartoux se prévalaient longtemps par la suite de leur participation à de tels évènements et encourageaient leurs collègues à faire de même. Par ailleurs, au sein même de leurs écoles, de nombreux enseignants ont incité leurs collègues à participer à des formations afin de les rejoindre, ce qu'ils ont fait. Cette subjectivité collective présente donc, à l'échelle locale, un caractère viral.

260. La première année (2011), 12 enseignants et leurs classes ont animé le premier Jardin des sciences de la circonscription. L'année suivante, deux jardins des sciences ont eu lieu, et 29 classes en tout y ont participé. En 2013, deux jardins des sciences regroupant 38 classes au total ont été organisés sur Mouans-Sartoux et Peymeinade. L'année suivante (2014), le jardin des sciences de la circonscription a cédé la place à 5 Jardins des sciences organisés localement par les écoles et rassemblant au total 42 classes.

261. Avec le soutien bienveillant de l'inspection d'académie, cette micro-culture s'est installée en 4 années. L'I.E.N. de Mouans-Sartoux a ainsi proposé pendant 3 années consécutives un stage de formation d'une semaine à ses enseignants. En parallèle, les enseignants d'une commune limitrophe s'organisaient pour réaliser "leur" jardin des sciences et bénéficiaient d'une animation pédagogique dédié à l'organisation, avec le soutien de la commune.

262. Environ 50 enseignants participent aujourd'hui de la micro-culture savante jardin des sciences sur Mouans-Sartoux. Par ailleurs, le marché des sciences de Cagnes-sur-Mer fête ses 5 années d'existence en 2014 et accueille tous les ans une quinzaine de classes. Plus localement, l'école de Nice Flore et ses 8 enseignants organisent de même une cours des sciences depuis 2010. De nombreuses autres initiatives existent mais il reste difficile d'évaluer leur pérennité, les enseignants, une fois autonomes, ne renvoyant que rarement les informations relatives à leur manifestation. Les subjectivités collectives créées s'avèrent donc robustes pour le moment.

Il existe sans doute également une subjectivité collective assez robuste associée à l'expérience de l'enseignement en démarche d'investigation au primaire, partagée par un nombre plus important d'enseignants. Il n'est cependant pas évident que cette subjectivité collective s'identifie en tant que telle, et encore moins qu'elle se revendique comme subjectivité collective spécifique. Elle ne semble donc pouvoir être considérée comme une culture savante.

La science scolaire du secondaire constitue une culture savante et, de ce point de vue, peut être considérée comme de même nature épistémologique que la science académique. Les S.C. correspondantes ne se recouvrent pas cependant pas et l'existence de cette culture savante ne dit rien du recouvrement possible de son monde 3 avec celui de la science académique. En revanche, la science du primaire ne peut pas être considérée comme une culture savante. Elle ne peut guère alors être abordée que sous l'angle des S.C., c'est à dire soit de la psychologie, soit de la sociologie, soit de la didactique. On peut toutefois identifier des micro-cultures savantes du primaire, qui, elles, ont essentiellement le même statut épistémologiques que la science du secondaire.

7.1.3. Habitants des mondes 3 de la science scolaire

Sous les réserves évoquées en 7.1.2., ou sous l'hypothèse optimiste qu'elles pourraient être levées dans l'avenir, on admettra ici que la science scolaire [ou la composante que l'on en considère] pourrait constituer une culture savante, associée à un "monde 3 de la science scolaire" stable et raisonnablement consensuel. Quels en seraient alors les habitants ?

Science scolaire du secondaire

Par souci de simplicité, on traitera d'abord de la science scolaire du secondaire.

Les objets culturels institutionnalisés dans le Monde 3 de la science scolaire du secondaire sont essentiellement de trois sortes :

— des objets culturels proprement physiques, comme de nombreuses lois et théories scientifiques (e.g. la loi d'Ohm, la théorie maxwellienne de l'électromagnétisme, le modèle de l'atome de Bohr) ;

— des objets culturels spécifiquement liés à la pratique enseignante, comme les programmes, ou des concepts pédagogiques, comme la démarche d'investigation.

— des objets culturels relevant des sciences de l'homme et des sciences cognitives, comme les théories de l'apprentissage.

En revanche, n'y figurent pas *a priori* des objets dont l'intérêt historique justifie la présence dans le Monde 3 scientifique, mais sans intérêt pédagogique ou pratique ou scientifique actuel, comme :

— les théories et modèles les plus sophistiqués (e.g. le "modèle standard" en physique des particules[263]) ;

— des objets culturels obsolètes (e.g. théorie du phlogistique[264]) ou considérés comme fautifs (théorie des rayons N) ;

— des objets culturels relevant purement de la recherche, comme les normes de publication dans les revues scientifiques.

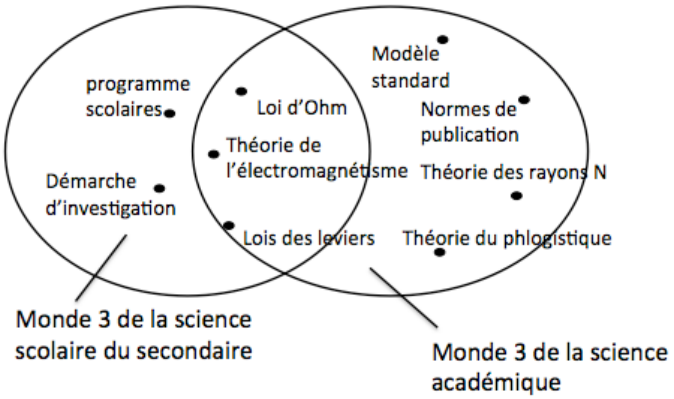


Figure 7.1.3.a. : Intersection des mondes 3 de la science et de la science scolaire du secondaire

Le Monde 3 scientifique et le Monde 3 de la science scolaire du secondaire sont donc distincts mais possèdent une intersection conséquente. On retrouve ici un écho de la construction des deux cultures savantes correspondantes à partir de subjectivités collectives très différentes, mais partagées par un nombre significatif (mais pas tous) d'individus partageant les deux expériences. [265]

Les règles de sélection permettant d'identifier les habitants du Monde 3 de la science scolaire du secondaire sont principalement[266] de deux types :

— Hiérarchiques : Un objet culturel l'intègre de plein droit s'il en est ainsi décidé par l'institution scolaire. [267] C'est typiquement le cas des programmes en tant que tels, mais également de tous les objets culturels qui y sont mentionnés. Ainsi, certains éléments des théories de la relativité générale ou de la mécanique quantique, longtemps exclues *a priori* du Monde 3 de la science secondaire au même titre et pour les mêmes raisons de difficulté technique que le modèle standard, l'ont

263. En physique théorique, le "modèle standard", réputé très difficile, combine l'électrodynamique quantique et la chronodynamique quantique, elles-mêmes hors de portée de la plupart des enseignants du secondaire.

264. La théorie du phlogistique, développée au XVIIe siècle, tentait quant à elle d'expliquer la combustion par le déplacement d'un fluide calorique, ou « phlogistique ». Elle a été rendue obsolète par la compréhension du rôle de l'oxygène dans la combustion, et n'a plus qu'un intérêt historique.

265. Les notions de transposition didactique et de pratique sociale de référence (cf. 2.3.2.2.) permettent des analyses similaires à celle proposée ici, *via* la notion de culture savante.

266. On peut par ailleurs envisager des objets culturels émergeant de la communauté enseignante. Il s'agit toutefois *a priori* plutôt d'objets de basse généralité comme une séquence ou un T.P. classique.

267. A tout le moins pour un pays donné. Comme ils sont le plus souvent définis par des politiques, influencés par des théories de l'apprentissages parfois très différentes, les programmes scolaires peuvent conduire à l'intégration d'objets culturels très divers selon le pays (ou la période) considéré.

intégré lorsqu'une initiation à ces sujets a été introduite au programme de terminale S.

— Académiques : l'institutionnalisation d'un objet culturel par la communauté scientifique suffit à justifier son intégration éventuelle dès lors que la question se pose dans le monde 3 de la science scolaire du secondaire. Ainsi, la constance de la vitesse de la lumière est-elle acceptée sans discussion[268] comme canonique du simple fait de son prestige dans la communauté scientifique.

Micro-cultures savantes du primaire

Si l'on suppose la science scolaire du primaire constituée en culture savante ou si l'on se limite à une micro-culture savante de la science scolaire du primaire, il est possible de procéder de la même façon qu'avec le secondaire et d'identifier le monde 3 qui leur est associé. Les règles de sélection, hiérarchiques et académiques, y sont en effet de même nature.

Leur monde 3 partage avec celui des cultures savantes scientifique et du secondaire des objets culturels, comme des lois et des théories scientifiques. Il partage également avec le monde 3 de la science scolaire du secondaire certains objets culturels qui n'appartiennent pas au monde 3 de la science, comme des programmes scolaires. Il possède également des objets culturels qui lui sont propres.

Les mondes 3 des micro-cultures se distinguent par la présence d'objets culturels qui relèvent de règles de sélection propres à ces micro-cultures.

Par exemple, la culture savante associée à La Main à la Pâte a pour objets culturels spécifiques les "10 principes de La Main à la Pâte", ainsi que des séquences mises à disposition sur le site.

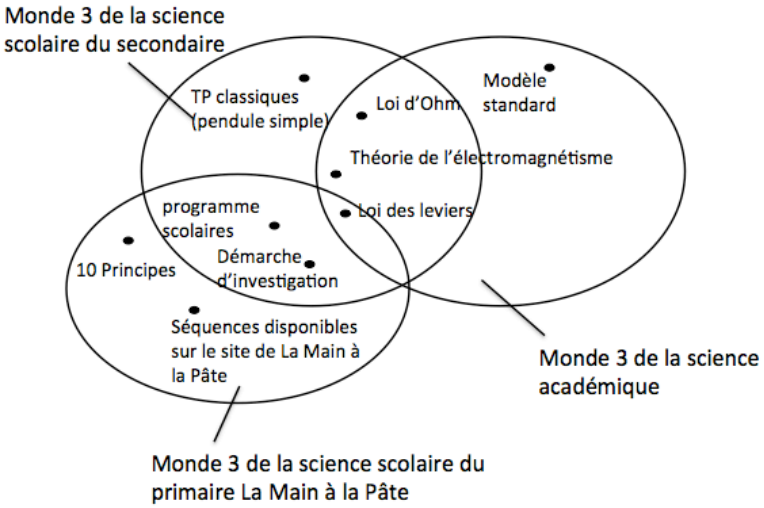


Figure 7.1.3.b. : Monde 3 de la science scolaire du primaire La Main à la Pâte

268. Alors même que, pour le physicien, il est souvent nécessaire de distinguer plusieurs types de vitesses de la lumière (de phase, de groupe, de signal, etc.), parmi lesquelles seules les vitesses de transport de l'énergie et de l'information sont contraintes par la théorie de la relativité restreinte, des vitesses de *groupe* supraluminiques étant banales. Voir par exemple L. Brillouin, *Wave Propagation and Group Velocity*, Academic Press, 1960.

De même, la culture savante du "Jardin des sciences" possède des objets culturels spécifiques, comme des ouvrages de littérature de jeunesse autour desquels des séquences de sciences ont été bâties,[269] ou les critères de scientificité promus auprès des participants.

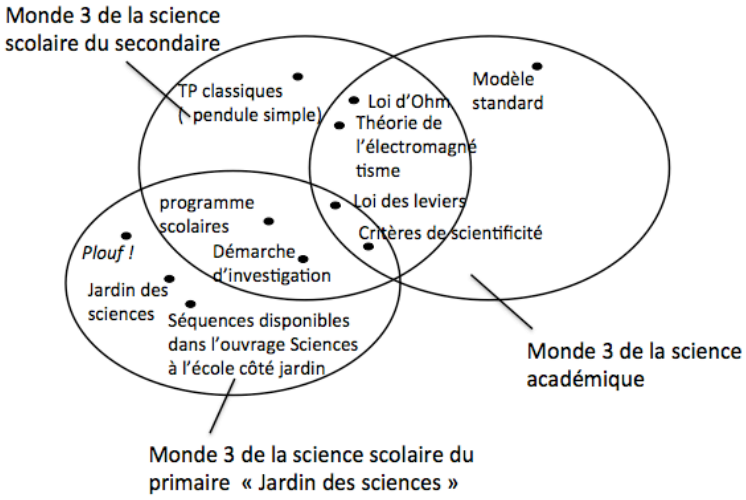


Figure 7.1.3.c. : Monde 3 associé à la micro-culture "Jardin des sciences"

Objets culturels de la science scolaire du primaire

On peut s'interroger plus généralement sur les objets culturels qu'intègrerait une culture savante de la science scolaire du primaire, si celle-ci était dûment constituée. La démarche d'investigation, recommandée par les programmes, en serait un objet culturel canonique, d'ailleurs partagé avec la science scolaire du secondaire. Son monde 3 pourrait également intégrer des concepts et des lois physiques simples, comme la loi des leviers ; des guides du maître et des manuels scolaires ; ou encore des séquences d'investigation classiques (figure 7.1.3.d.).

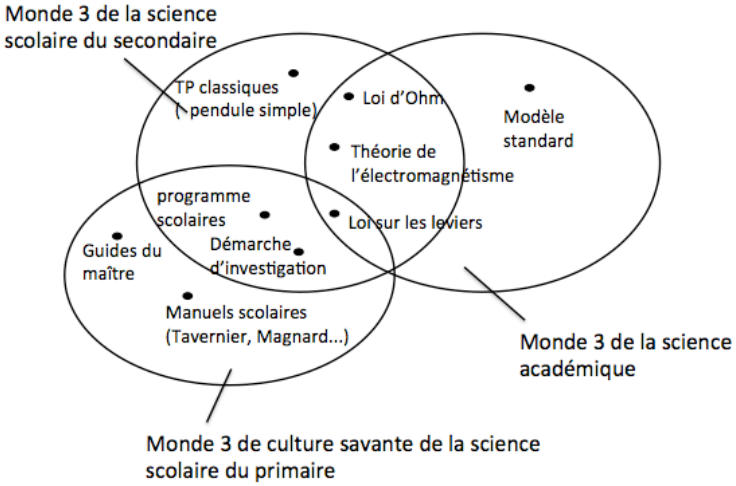


Figure 7.1.3.d. : Intersection du Monde 3 d'une hypothétique culture savante de la science scolaire du primaire avec ceux des sciences académique et du secondaire

269. Comme *Plouf !*, de Philippe Corentin, qui fait l'objet d'une séquence très populaire parmi les enseignants des Alpes-Maritimes (séquence M-11, annexe 2.A.).

Remarque : L'inclusion de l'intersection entre les mondes 3 de la science scolaire du primaire et de la science académique dans l'intersection entre ce dernier et celui de la science scolaire du secondaire dérive à la fois d'une construction en grande partie *top-down* des programmes scolaires par allègements successifs du contenu — qui génère un recouvrement des deux mondes 3 scolaires — et de l'origine sociologique de la subjectivité collective des enseignants du primaire — qui peut être un frein à un transfert direct d'objets culturels du monde 3 de la science académique à celui de la science scolaire du primaire

7.1.4. Monde 3 émergent *vs.* monde 3 "clef en main"

La plupart des objets culturels habitant le "monde 3 scientifique" (lois, modèles, etc.) sont des créations de sujets se revendiquant eux-mêmes comme membres de la communauté scientifique et participant en tout cas de la subjectivité collective afférente. De même, les règles de sélection de ces objets culturels émanent de cette même communauté, au sein de laquelle elles sont appliquées. Même si la construction du monde 3 scientifique fut un processus très lent, impliquant de nombreuses générations, on peut donc considérer qu'il a émergé de cette S.C.

Ce n'est pas le cas des mondes 3 associés à la science scolaire, ou aux différentes cultures savantes qui en participent. Comme on l'a vu, les règles de sélection de leurs habitants sont principalement *externes* : sont éligibles des objets culturels *existant déjà* dans les mondes 3 d'autres cultures savantes, physicienne (lois, théories physiques, etc.), didacticienne (théories de l'apprentissage, etc.) ou institutionnelle (programmes).

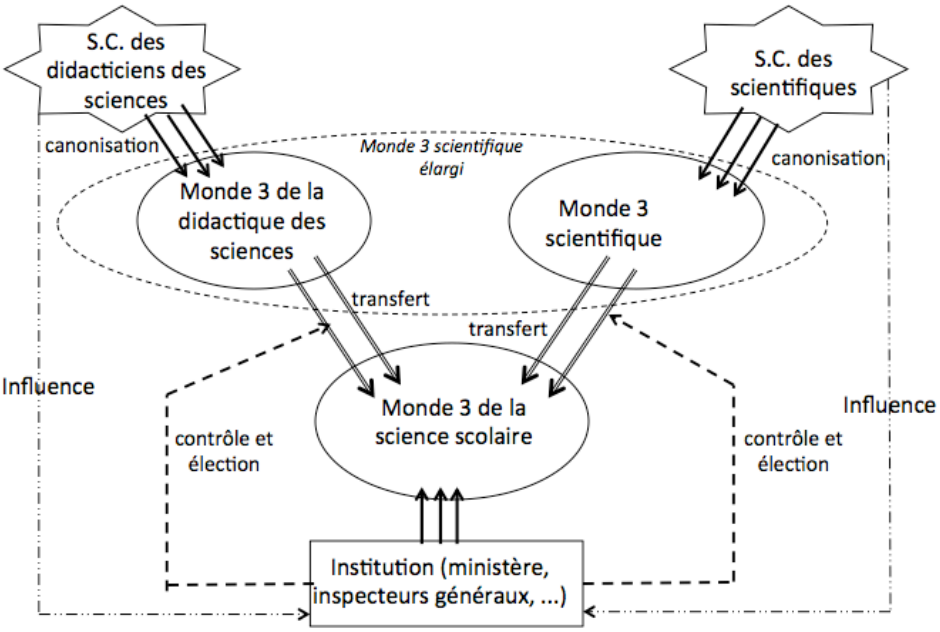


Figure 7.1.4. : Origine et modalités d'intégration d'habitants du Monde 3 de la science scolaire du primaire[270]

270. L'institution est à l'échelle de la collectivité politique pertinente.

Remarque 1 : Une approche plus intégrative considérerait un monde 3 scientifique "élargi" incluant la didactique des sciences ou la psychologie.[271] Dans un souci de clarté, on a ici distingué le monde 3 associé aux sciences couramment qualifiées de "dures" (physique, chimie, biologie, ...) et et ceux associés à ces différentes disciplines.

Remarque 2 : Même lorsque les objets culturels d'une culture savante émergent de son sein même, cela ne signifie pas que chaque sujet participant de cette culture ait une activité créatrice à ce niveau. Ainsi, nombre de membres de la communauté scientifique, techniciens, ingénieurs et même chercheurs, se contentent comme les praticiens de la science scolaire d'utiliser les objets culturels développés par d'autres.

Dès lors qu'une subjectivité collective de la science scolaire primaire est identifiée et revendiquée, la science scolaire se constitue en culture savante, dont l'analyse n'est pas forcément très difficile, dans la mesure où elle emprunte l'essentiel à d'autres cultures savantes bien connues. Tout le problème est donc d'identifier, et le cas échéant, de créer, la subjectivité pertinente, et cela à suffisamment grande échelle.

7.1.5. Des critères de scientificité légitimés de l'extérieur

Il en va des critères de scientificité comme de la plupart des objets culturels abstraits du monde 3 de la science scolaire : lorsqu'ils existent en tant qu'objets culturels, ils sont empruntés "clefs en main" à l'extérieur de cette culture savante, à d'autres cultures savantes.

Compte tenu de la très grande diversité des CS envisagés par les épistémologues (cf. § 5.2.1.), leur sélection procède d'un certain arbitraire. Pour garantir la légitimité de ces choix, on rencontre en didactique des sciences deux stratégies principales :

— l'emprunt direct de CS à des cultures savantes non scolaires reconnues comme la culture savante des épistémologues.

Ainsi, N. Lederman extrait tout ses critères de scientificité de l'épistémologie, de la sociologie et de l'histoire des sciences ainsi que du monde 3 scientifique.[272] C'est également la stratégie que nous avons adopté dans ce travail (cf. § 5.2.2.)

Le choix des CS pertinents à l'école conserve toutefois un caractère arbitraire, et dépend de l'épistémologue et de la science scolaire qui y procède.

— l'élaboration par consensus d'experts d'un jeu de CS empruntés à des cultures savantes non scolaires.

Il s'agit d'une procédure indirecte, se voulant plus objective que la précédente. En dernière analyse, même pondéré par le nombre des experts

271. C'est en particulier ce que fait N. Lederman lorsqu'il cherche à caractériser la science de façon consensuelle. N. G. Lederman, F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell & R. Schwartz. « Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». *Journal of Research in Science Teaching, 39(6)*, 2002, pp. 497–521.

272. N. G. Lederman, F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell & R. Schwartz. « Views of nature of science questionnaire : Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». op. cit. Notons que R. Duschl lui reproche de ne pas prendre en compte également l'anthropologie des sciences… R. Duschl & R. Grandy. « Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science ». *Science and Education, 22(9)*, 2013, pp. 2109–2139.

interrogés, l'arbitraire de chacun n'est pas moindre ; et le choix même de ces experts par le chercheur introduit une nouvelle source de subjectivité.

C'est typiquement l'approche suivie par l'équipe d'Osborne[273] qui s'entoure de 23 experts (scientifiques, vulgarisateurs, historiens et sociologues des sciences, etc.) ou, en France, de La Main à la Pâte qui s'appuie sur des experts pour élaborer des notions clefs. cf. 2.3.3.2.1.

Remarque 1 : L'hypothèse que les CS empruntés sont déjà des objets culturels canoniques d'une autre culture savante implique l'existence de règles de sélection développés par cette autre culture ; leur adoption revient implicitement à emprunter également ces règles de sélection elles-mêmes.

Remarque 2 : Inversement, la simple affirmation par un auteur de ses propres critères de scientificité ne saurait en général en faire des habitants du monde 3 de la science scolaire. Cette opération suppose en effet l'existence de règles de sélection consensuelles, *a priori* absentes dans ce cas de figure.

5.7.2. SCIENTIFICITE DES PRATIQUES *VS*. SCIENTIFICITE DES CONNAISSANCES

Fabuleusement riche et diverse, paradoxale parfois, la science est tout à la fois une aventure collective et une somme de pratiques individuelles, une entreprise de création et d'augmentation du savoir humain à la pointe de la recherche et génératrice de basses besognes de laboratoire quotidiennes et répétitives. La considérer comme une culture savante, collective par essence, fondée sur une subjectivité collective (c'est-à-dire, en dernière analyse, sur un ensemble d'expériences personnelles partagées) permet dans une certaine mesure de prendre en compte cette diversité.

Celle-ci ressurgit néanmoins chaque fois qu'il est question de préciser les contours de la science, et *a fortiori* de définir explicitement un critère de scientificité — ou plutôt, un ensemble de critères de scientificité, la quête du CS unique et universel s'étant, on l'a vu, brisée sur cette difficulté. Même en supposant, dans l'idéal, un large consensus sur la nature de la science, on aboutira à des critères différents selon que l'on choisira de mettre l'accent sur son aspect collectif ou individuel. Le premier choix amène par exemple, dans les termes de Norman Lederman, à considérer la science « *comme un moyen d'accès à la connaissance, ou aux valeurs et croyances inhérentes à la connaissance scientifique et à son développement* »[274] ; les critères de scientificité correspondants portent alors principalement sur le statut des connaissances, voire sur leur représentation par celui qui les manipule. Inversement, le second choix induit des critères portant d'abord sur la scientificité de pratiques individuelles (ou à l'échelle d'un petit groupe).

Les deux approches ne sont bien sûr pas mutuellement exclusives, et on peut *a priori* envisager des jeux de critères incluant des CS des deux types.

273. J. Osborne, S. Collins, M. Ratcliffe, R. Millar & R. Duschl. *What should we teach about science ? A Delphi study* . Londres, éd. King's College, 2001.

274. N. G Lederman. « Nature of Science : Past, Present and Future », *Handbook of Research on Science Education*, op. cit., p. 833.

7.2.1. Critères portant sur des connaissances et leur représentation

Des connaissances intrinsèquement scientifiques ?

Une vision archaïque de la science, assez répandue dans le grand public et volontiers promue, à leur propre bénéfice, par toutes sortes d'"experts" médiatiques, revient à considérer certaines connaissances — $E = mc^2$, la théorie de l'évolution — comme intrinsèquement scientifiques. D'autres — l'astrologie, les idées créationnistes — ne sauraient l'être, également par nature.

En pratique, les critères de scientificité (souvent spontanés et implicites) afférents relèvent soit de l'argument de pure d'autorité (telle connaissance est scientifique, parce qu'elle émane d'une présumée autorité "scientifique"), soit de la pétition de principe (…parce qu'elle relève d'un domaine réputé "scientifique").[275]

Il va de soi qu'une analyse aussi naïve ne saurait rendre compte de la réalité d'une science moderne qui s'est au contraire construite, au moins depuis Descartes, sur le doute et le refus de l'argument d'autorité.

L'un des paradoxes auxquels elle aboutit immédiatement est de reconnaître pour "scientifiques" des connaissances énoncées par un sujet qui ne les maîtrise pas lui-même, pas plus que leur origine ou leur nature.

> Ainsi l'expression $E = mc^2$ est probablement l'une des équations les plus connues au monde, au point qu'elle est souvent utilisée comme archétype de la "formule" scientifique par excellence et détournée de mille et une façons. Quoique "juste", ou du moins amplement validée par la communauté scientifique dans le cadre de la relativité restreinte, elle est donc souvent employées dans d'autres contextes, humoristiques ou non, par des non-physiciens. Cette même "connaissance" pourra donc être tantôt scientifique pour celui qui la maîtrise et l'énonce en connaissance de cause, et tantôt non-scientifique dans la plupart des autres emplois.

Fig. 7.2.1. : Un exemple de détournement non scientifique de la formule d'Einstein

Prendre en compte le statut des connaissances

Pour éviter cet écueil, plusieurs auteurs, comme Norman Lederman[276] ou William Sandoval,[277] ont développé des approches de la nature de la science portant sur la scientificité, non pas directement des connaissances, mais du *rapport* qu'un sujet donné entretient avec une connaissance particulière.

275. Notons que les deux arguments se renforcent mutuellement, si l'on n'y prend garde, pour les connaissances relevant de la science scolaire, cautionnées *en cours de "sciences"* par l'autorité du maître ou du professeur, ainsi que par celle des programmes.

276. N. G. Lederman & al., « Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». op. cit.

277. W. A. Sandoval. « Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry ». *Science Education, 89(5),* 2005, pp. 634–656.

Une même connaissance peut alors être considérée comme scientifique chez un sujet et pas chez un autre, selon les *représentations* qu'ils s'en font respectivement.

D'autre part, on sait qu'une même personne peut avoir des représentations différentes de différentes connaissances, et un rapport scientifique à certains concepts, non scientifique à d'autres. Il est ainsi courant qu'un physicien d'une parfaite rigueur intellectuelle dans sa discipline ait au regard de la santé une posture passionnelle de patient, non scientifique. Pour rendre compte de cette difficulté, Bachelard a développé la notion de *profil épistémologique*, valable pour un concept et une personne donnés.[278]

Un exemple de CS portant sur des connaissances : la science selon Lederman

Le jeu de critères formulé par Norman Lederman[279] porte explicitement sur des connaissances :

> La connaissance scientifique :
> (a) est provisoire (susceptible d'être modifiée)
> (b) est fondée sur une base empirique (elle est basée sur et/ou dérivée d'observations du monde naturel)
> (c) est subjective (elle implique des biais, des antécédents personnels et/ou dérive de choix théoriques [*theory-laden*])
> (d) implique des déductions (inference), l'imagination et la créativité d'êtres humains (elle implique l'invention d'explications)
> (e) est enracinée socialement et culturellement.
> Deux aspects additionnels importants sont :
> (f) la distinction entre observations et inférences
> (g) la distinction entre les théories scientifiques et les lois.

On peut souligner sa grande généralité. La pertinence de ces critères ne se limite pas à la physique ou aux sciences "dures", et peut s'étendre aux connaissances relevant des sciences humaines et sociales, pourvu que celles-ci soient fondées sur une base empirique.

Pour reprendre les archétypes de la section § 5.4, la scientificité de l'astrologie et des rayons N dépendrait selon ces critères du statut empirique que l'on peut ou non reconnaître aux "observations" correspondantes (critère (b)) ; l'ombrellologie et l'activité du garagiste ne seraient pas reconnues pour scientifiques, dans la mesure où elles ne font pas appel à l'imagination (d) ; en revanche, les connaissances d'un vulgarisateur idéal le seraient, que son point de vue soit interne ou externe.

7.2.2. Empirisme naïf et autres dérives

La mise en œuvre de critères de scientificité portant sur des *pratiques* locales lève la plupart des difficultés liées à la scientificité des *connaissances*, mais n'est pas sans en soulever de nouvelles. En particulier, mettre l'accent sur la primauté de l'expérience suscite chez de nombreux didacticiens un questionnement sur la place de la théorie. Ainsi Jean-Yves Cariou souligne-t-il l'existence chez les

278. G. Bachelard, *La Philosophie du non*, 1940, p. 11, éd. PUF, 2008. Pour plus de détails voir chapitre 6, § 6.2.1.1.

279. N.G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », *Handbook of Research on Science Education*, op. cit., p. 833.

enseignants d'une épistémologie de nature *empiriste* et *inductiviste*, que les didacticiens tentent de modifier.[280]

Empirisme naïf

De fait, il s'avère que pour de nombreux enseignants du primaire, la science se réduit à la mise en place d'expériences (25% des participants de notre étude[281]). Ces enseignants expriment donc spontanément une version très naïve de la primauté de l'expérience, sans référence aucune à un éventuel contexte théorique. Cette approche strictement (et naïvement) empiriste peut s'exprimer en termes de CS, dont certains peuvent être identiques à ceux portant sur l'expérience parmi l'ensemble proposé en 5.3.2.

L'emploi de critères portant exclusivement sur l'expérience est donc susceptible, dans ce contexte, de renforcer leur vision empiriste naïve. Par exemple, les critères de *reproductibilité* et d'*exhaustivité de la documentation* peuvent être vérifiés en dehors de toute référence explicite à un discours théorique. Le danger d'une dérive empiriste naïve existe donc. En conséquence, une vigilance toute particulière s'impose dans le choix du jeu de critères de scientificité et de leur formulation, afin d'éviter d'encourager une représentation naïve de la science.

Inductivisme exclusif

Une autre dérive possible concerne le renforcement d'une représentation purement inductiviste de la science. Il s'avère en effet que bon nombre des enseignants du primaire ont une représentation de la science qui se réduit à faire des expériences pour *vérifier des hypothèses* ou prouver quelque chose (18% des participants de notre étude, cf. chapitre 6, § 6.2.2.1.1).

Si cette représentation est légèrement plus sophistiquée que la précédente, dans la mesure où un discours est présent, elle reste très naïve et à dominante inductiviste. Une lecture naïve de la démarche d'investigation est également susceptible d'encourager une telle perception strictement inductiviste de la science, la D.I. mettant souvent un accent exclusif sur le test et la validation d'hypothèses par l'expérience, à l'exclusion en particulier d'une approche hypothético-déductive.[282]

L'emploi de critères s'intéressant uniquement à la formulation de lois pourrait alors encourager cette dérive inductiviste en laissant croire, implicitement, que les lois naissent de l'expérience et en omettant le fait qu'il n'existe que peu d'expériences qui ne soient empruntes de préjugés ou d'une théorisation préalable. Encore une fois, une vigilance toute particulière s'impose dans la formulation des critères de scientificité et le choix du jeu de CS afin d'éviter de prêter le flanc à un empirisme naïf ou à l'inductivisme.

---

280. J.-Y. Cariou. « Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire ». *RDST*, 2011, n°3, pp. 83–105.

281. cf. chapitre 6, § 6.2.2.1.1. Les résultats de la section 6.2.1.4. du chapitre 6 confirment par ailleurs que la représentation de la science de plus de la moitié des participants enseignants ou futurs enseignants du primaire à cette étude est à dominante empiriste (64%).

282. J.-Y. Cariou. « Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire », op. cit., p. 83.

Positivisme hyperbolique

Une autre dérive souvent associée à une mauvaise compréhension de l'approche empirique est la revendication hyperbolique de sa pertinence exclusive dans tous les domaines. Justifiée en partie, historiquement, par les tendances globalisantes et, dans une certaine mesure, intégristes d'Auguste Comte lui-même, à la fin de sa vie,[283] une telle inquiétude n'a pas lieu d'être à l'école primaire : les enseignants ne s'y considèrent en effet pas plus comme des épistémologues que comme des scientifiques, et il ne leur viendrait pas à l'idée d'imposer les critères de scientificité de la science scolaire à d'autres disciplines (ni même d'ailleurs à la physique elle-même…).

7.2.3. Critères portant sur des pratiques et empirisme rationnel

Une vision un tant soit peu sophistiquée de la nature de la science moderne permet toutefois d'esquiver ces écueils, y compris en s'en tenant à des CS basés sur les pratiques. En effet, plusieurs de ceux-ci disqualifient, au moins dans les formulations proposées en 5.3., une pratique exclusivement expérimentale. Ainsi :

— La *primauté de l'expérience* ne s'applique que dans la mesure où il existe un *discours* auquel confronter l'expérience.[284] Il ne s'agit donc pas de donner la primauté à l'expérience au sens où l'expérience serait première, mais bien de donner la primauté à l'expérience en cas de contradiction entre celle-ci et un discours.

— Le critère *d'exploitation du spectre de généralité* suppose une largeur fini de celui-ci, donc un dépassement du cas particulier d'une expérience donnée.

— Le critère de *recul* encourage la navigation entre le monde physique et ses représentations et disqualifie toute pratique qui ne prendrait pas en compte la distinction entre les deux.

— Le critère de *robustesse* implique pour sa part un recourt minimal à la modélisation puisque son test nécessite l'identification des paramètres pertinents et de ceux supposés indifférents pour une expérience.

De même, excluent une approche strictement inductive, à l'exclusion de la déduction :

— Le critère *d'exploitation du spectre de généralité,* qui encourage la navigation entre général et particulier — c'est à dire un aller-retour, inductif puis déductif, ou inversement. Il exclut donc une approche purement empirique.

— La vérification du critère de *robustesse,* qui encourage par ailleurs la mise en place de procédures hypothético-déductives puisque il est nécessaire de prévoir le résultat d'une modification d'un paramètre sur le résultat d'une expérience pour le confronter à l'expérience.

283. Auguste Comte. *Catéchisme positiviste* (1852) ; Paris, édition du Sandre, 2009.
284. Pour mémoire : « *Les conclusions ne contredisent aucun fait d'expérience* ».

Il suffit donc de prendre en compte au moins l'un de ces deux derniers critères pour se garantir des dérives naïves envisagées plus haut.

5.7.3. APPROCHE *TOP-DOWN*

La transition entre la science académique, "de haut niveau", et la science scolaire peut s'aborder de deux points de vue :

— de "haut en bas" c'est à dire en partant de la science des scientifiques (ou de la conception qu'on en a) pour "redescendre" ensuite vers l'école primaire. On parlera alors d'approche *top-down*, ou *descendante.*

— de "bas en haut", en partant des pratiques réelles dans les classes (ou de celles qu'on pourrait y envisager de façon plausible) et en remontant vers une définition plus générale de la science. C'est l'approche *bottom-up,* ou *ascendante.*

Nous verrons que ces approches complémentaires induisent par ailleurs des stratégies différentes de promotion des visions correspondantes de la science.

7.3.1. Un projet ambitieux, des difficultés pratiques

Même en s'en tenant aux seuls travaux des didacticiens, il existe une multitude d'implémentations de l'approche *top-down*.[285] Deux des plus caractéristiques sont celles de Norman Lederman et de Richard Duschl qui ont directement influencé la conception des standards américains : *National Science Education Standards* de 1996 (pour N. Lederman), puis *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013 ; pour le même et R. Duschl).

Par principe, son point de départ étant une vision supposément claire et cohérente de la nature de la "science des scientifiques", l'approche *top-down* se heurte de front aux difficultés relatives à la définition de celle-ci.[286]

Périmètre de la science

Une première difficulté est donc la détermination du périmètre de la science, et par suite de celui de la "communauté scientifique" et de la culture savante correspondante. Le fait même d'expliciter une frontière entre "science" et "non science" peut alors susciter des polémiques. La plupart des auteurs choisissent donc de s'en abstenir, ce qui revient à définir un champ scientifique incluant non seulement la physique et les sciences dites "dures", mais également, souvent, les sciences humaines et sociales.

Un corollaire en termes de critères de scientificité est la préférence accordée à des formulations transversales et d'une grande généralité, applicables dans des connaissances ou des pratiques variées issues de disciplines très différentes.

285. Voir à ce sujet la revue de littérature de Norman Lederman. N. G. Lederman. « Nature of Science : Past, Present and Future ». *Handbook of Research on Science Education,* op. cit.

286. Voir § 2.3.1.

Sensibilité au contexte culturel

D'autre éléments peuvent peser sur la détermination du point de départ d'une approche *top-down* de la science scolaire.

En premier lieu, la langue même dans laquelle elle s'exprime peut induire des différences assez significatives. Dans certaines langues, comme le norvégien ou le japonais, [287] le concept même de science est distribué entre plusieurs termes, certains convenant mieux à la science scolaires, d'autres à celle des chercheurs. D'autre part, un terme neutre et univoque dans une langue peut s'avérer ambigu, voire péjoratif ou polémique dans une autre.

> Ainsi, le mot |théorie|, essentiellement technique en français, ne rend-il pas compte des connotations anglaises de |theory|. Il y a, au delà de son sens dans un contexte scientifique, le sens d'*opinion,* avec une connotation péjorative (e.g. "Untel avait sa propre théorie sur la meilleure façon de planter les choux").
>
> Ce deuxième sens étant bien plus prégnant dans la culture anglo-saxonne qu'en France, la confusion des deux sens peut porter sérieusement atteinte à la compréhension du fait que les connaissances scientifiques sont *theory-laden.* Elle fournit également des arguments aux climato-sceptiques ou aux tenants du créationnisme pour affaiblir la fiabilité de théories scientifiques ramenées à la simple expression d'opinions polémiques. [288]

Une vision défensive de la science

D'autre part, des enjeux culturels nationaux peuvent également influencer le choix des critères choisis. Ainsi, dans un contexte américain où la théorie de l'évolution de Darwin est fortement remise en cause par les tenants du créationnisme, tout comme le réchauffement climatique, des didacticiens peuvent considérer qu'il leur revient de promouvoir auprès des jeunes esprits une vision moins idéologique de la science. La compréhension de ce qu'est une théorie ou un modèle et la distinction entre lois, modèles et théories deviennent alors des apprentissages cruciaux pour les prémunir contre des arguments ressassés. On peut alors concevoir que des critères de scientificité puissent être choisis afin de contrer les arguments proposés par les détracteurs de ces théories et permettre aux élèves de développer un regard critique sur ces arguments.

7.3.2. Une approche heuristique (Lederman)

Pour Norman Lederman, la science est par nature « *un moyen de connaître le monde* ».[289] Il s'appuie donc sur des CS portant sur les connaissances pour définir sa nature. Il admet qu'il existe des critères de scientificité sur lesquels les épistémologues, historiens et sociologues des sciences s'accordent, même s'il reste des points de divergence. Il fait alors le choix délibéré de les reformuler à un niveau de généralité tel qu'ils échappent aux controverses[290]. Il sélectionne

287. Edgar Jenkins : « *School Science : a questionnable construct ?* », *Journal of Curriculum Studies*, 2007, vol. 39 (7), pp. 265-282.

288. Voir par exemple : T. Ghose, « "Just a Theory : 7 misused science words », *Scientific American*, 2 avril 2013. Accessible en ligne : http://www.scientificamerican.com/article/just-a-theory-7-misused-science-words/ (consulté septembre 2014)

289. N. G. Lederman. « Nature of Science : Past, Present and Future ». *Handbook of Research on Science Education,* op. cit. p. 833.

290. Lederman, N. G. & al. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. op. cit., p. 499.

ensuite parmi ces derniers ceux qui lui paraissent susceptibles d'être accessibles aux lycéens.

Des critères globaux

Dans cette approche la science est alors définie par un ensemble de *valeurs* partagées par la communauté scientifique au sens large. Les critères de scientificité promus par Lederman sont réputés susceptibles d'être appliqués à n'importe quel type de connaissance scientifique, indépendamment de l'âge des élèves et de la discipline considérée.

Ce jeu de CS de N. Lederman présente en outre un caractère heuristique marqué, puisqu'il s'agit de considérer les connaissances scientifiques d'un point de vue dynamique, dans leur devenir possible ("les connaissances sont provisoires") à l'échelle de l'élève individuel comme à celle de la communauté. Ainsi, Richard Duschl et Richard Grandy les qualifient-ils de « principes heuristiques basés sur le consensus » (*Consensus-based Heuristic Principles*[291]).

L'universalité au risque de la dilution

Cet ensemble de CS revendique un caractère universel qui les rend pertinents pour tous les individus, qu'ils soient chercheurs de haute volée ou lycéens.

Une difficulté que suscite cette approche réside dans l'adaptation des CS aux classes du primaire, les contraintes initiales ayant été conçues au regard de la science professionnelle et les formulations choisies pour être accessibles à des lycéens. Ces critères de scientificité très généraux peuvent en effet nécessiter, pour être compris, un niveau de sophistication langagière significatif.

> Ainsi la contrainte « d'enracinement social et culturel » fait-elle appel à des concepts eux-mêmes aussi abstraits (culture, société) et, dans une certaine mesure, polysémiques que celui de science.

Au primaire, une dilution du sens

Si l'on souhaite les utiliser avec des individus dont la maîtrise du langage (ou le développement cognitif) est limité comme de jeunes enfants, on est conduit à adapter la formulation des critères de scientificité initialement conçus pour des lycéens à un niveau accessible pour ce public. Il peut alors s'avérer délicat voire impossible d'adapter à tous les niveaux de langage des critères portant sur les connaissances.

C'est ce qu'entreprend Valarie Akerson qui va jusqu'à adapter les expressions des critères de N. Lederman pour des élèves de maternelle. Elle échoue toutefois à conserver le sens des valeurs auxquelles elle ne touche pas et laissent la porte ouverte à des interprétations très larges de ce qu'une connaissance doit être pour se qualifier comme "scientifique"[292]. Les valeurs sont alors conservées au prix de la dilution de leur sens et de leur caractère discriminant.

> Par exemple, le critère de N. Lederman « La connaissance scientifiques est subjective (elle implique des biais, des antécédents personnels et/ou dérive de choix théoriques [*theory-laden*] » devient, adapté à l'intention d'élèves de primaire (K1-K2) : « *Les*

291. R. Duschl & R. Grandy. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education, 22(9),* 2109–2139.

292. cf. partie 2, § 3.3.2.2.

scientifiques sont des gens qui ont leur propre savoirs de base et leurs propres perspectives théoriques. Quand ils font des observations ils "voient" (comme tout le monde) les informations à la lumière de leurs perspectives personnelles. »[293]

On peut s'interroger sur ce qu'un enfant de 7 ans peut retenir de la notion de "perspective théorique". Mais surtout, le critère ainsi reformulé perd toute capacité discriminante et se réduit à l'affirmation que les scientifiques sont "comme tout le monde".

A cette difficulté de formulation de critères adaptés à de (très) jeunes élèves s'ajoute celle de caractériser leur propre représentation des connaissances concernées, *via* un discours lui-même encore en cours d'acquisition. consistant à formuler des discours sur des connaissances.

Il s'agit alors d'identifier un niveau de réponse que l'on juge satisfaisant au regard du niveau de maîtrise de la langue (de développement cognitif) considéré. Valarie Akerson propose ainsi des exemples de réponses considérées comme acceptables au regard des CS proposés.

Ainsi, la réponse « *les scientifiques utilisent les idées des autres pour améliorer leurs inventions* » est considérée comme adéquate pour des élèves de CP-CE1, pour rendre compte de leur perception du caractère provisoire des connaissances scientifiques.[294]

De telles formules sont souvent trop peu discriminantes pour conserver un caractère opératoire.

Ainsi, une maman cuisinière "utilise les idées des autres" pour améliorer ses inventions culinaires

Test des critères et profils personnels

Une autre difficulté consiste à élaborer des tests opératoires pour ces CS portant sur des représentations des connaissances. Leur identification pour un sujet donné implique en effet inévitablement une part d'interprétation et donc de subjectivité. Il s'avère nécessaire de développer des outils d'analyse et de calibrage. N. Lederman propose en conséquence des tests standardisés, les tests VNOS (pour "*vues de la nature de la science*")[295]. Il en existe différentes variétés, adaptées à des publics différents (enfants du primaire, lycéens, étudiants, professeurs de sciences du secondaire...). Ces questionnaires à réponses ouvertes proposent à la fois des questions générales portant sur la façon dont la science se construit (e.g. « *À votre avis, qu'est-ce que la science ? Y-a-t-il une différence entre une théorie scientifique et une loi scientifique ? »)* et des questions relatives à des connaissances spécifiques (e.g. l'extinction des dinosaures ou les modèles d'un atome).

Pour chaque CS, deux niveaux de compréhension sont distingués (e.g. représentation naïve ou informée, *naïve or informed views*) et des exemples de réponses appartenant aux différents niveaux de compréhension des CS sont fournis pour le calibrage. En effet l'identification de ces représentations nécessite selon lui un certain savoir-faire et un apprentissage du sens donné à certains

293. Valarie L. Akerson et al. « Evidence-based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children ». *Journal of Kirsehir Education Faculty*, op. cit., p. 69.

294. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? ». *IJSE,* op. cit., p. 108.

295. N. G. Lederman et al. « Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science ». *JRST*, op. cit., p. 499.

mots-clefs et à certaines phrases par les participants. Des entretiens peuvent contribuer à les éclaircir. [296]

Enfin, s'ajoute la dépendance possible des réponses aux connaissances sondées. On sait en effet depuis Bachelard que des connaissances différentes peuvent induire des représentations différentes de la connaissance scientifique. Or à notre connaissance, N. Lederman et son équipe n'intègrent pas cet élément dans leur analyse. Ils constatent souvent lorsqu'ils proposent que les réponses à plusieurs questions testant un même CS ne sont pas cohérentes entre elles. Les réponses d'élucidation posées en cours d'entretien confirment souvent d'après N. Lederman une représentation de la connaissance scientifique qui manque de cohérence. Ces participants sont alors catégorisés comme ayant une vision naïve de la science au regard du CS exploré. [297]

Indépendamment de cette difficulté, l'existence de questionnaires standardisés avec des connaissances spécifiques déterminées permet toutefois une comparaison tenant compte de la répartition des participants sur différents profils.

D'un point de vue pratique, l'identification des représentations des connaissances, et donc la mise en place des CS de Lederman, fait appel à une certaine expertise et nécessite des moyens relativement lourds. [298]

7.3.3. Approche valorisant les modèles (Duschl)

L'approche de Richard Duschl s'appuie quant à elle sur une vision de la nature de la science basée sur la notion de modèle, ou plus précisément sur « *la construction et l'amélioration de pratiques scientifiques basées sur des modèles* » (*Building and Refining Model-Based Scientific Practices*). [299] Son approche repose alors implicitement sur des CS pratiques mais avec une forte composante transversale et donc d'une grande généralité.

Cette approche est typiquement celle suivie dans les *Next Generation Science Standards*[300]. Comme dans l'approche de N. Lederman, un jeu de 8 pratiques très générales est identifié.

1. Les investigations scientifiques déploient une grande variété de méthodes
2. La connaissance scientifique est fondée sur des preuves empiriques
3. La connaissance scientifique est ouverte à des révisions à la lumière de nouvelles preuves
4. Le rôle des modèles, des lois, des mécanismes, et des théories scientifiques est d'expliquer les phénomènes naturels

296. Afin d'éviter une mauvaise compréhension du vocabulaire employé par les participants. Lederman, N. G.& al. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. op. cit.

297. Lederman, N. G. & al. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. op. cit.

298. Lederman préconise des entretiens post-questionnaire de tous les participants pour un chercheur débutant et de 15-20% d'entre eux pour un chercheur expert.

299. R. Duschl & R. Grandy. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education, 22(9),* 2109–2139.

300. *Next Generation Science Standards*, op. cit., Appendice F portant sur les pratiques des scientifiques et des ingénieurs.

5. La science est un moyen d'accéder à la connaissance
6. La connaissance scientifique repose sur l'hypothèse qu'un ordre et une cohérence sous-tendent les systèmes naturels
7. La science est un accomplissement humain
8. La science tente de répondre à des questions sur le monde naturel et matériel

"Descendre" jusqu'à l'école primaire

Chacune de ces pratiques est ensuite subdivisée en une sous-liste de pratiques plus explicites dont les attentes varient en nombre et en difficulté avec l'âge des élèves. Il n'y a ainsi pas moins de 36 pratiques distinctes identifiées pour les élèves de CE1 et 47 pour des lycéens en Terminale.

D'un point de vue pratique, une telle approche ne nécessite pas au contraire de la précédente de compétences sophistiquées pour l'analyse de la scientificité des productions des élèves. En revanche, elle peut devenir rapidement ingérable si l'on tient compte de l'ensemble des pratiques exprimées.

7.3.4. Stratégies d'implémentation

Lederman comme Duschl considèrent implicitement qu'il existe une culture savante établie et bien identifiée de la science scolaire. Pour faire passer leurs critères de scientificité dans le monde 3 de la science scolaire, leur stratégie commune est d'influencer non pas les enseignants individuels mais les rédacteurs des programmes officiels en prise directe avec l'ensemble de cette population. Les règles de sélection institutionnelles sont en effet un moteur puissant pour l'intégration dans le monde 3 de la science scolaire d'objets culturels ayant reçu cet *imprimatur* officiel.

Cette stratégie semble donc pertinente pour la science scolaire du secondaire. Il semble clair que, dans le cas de ces deux éminents didacticiens, cette stratégie a effectivement abouti à la prise en compte par les programmes américains de la nécessité de permettre aux élèves de se construire une première vision de la nature de la science, et de ses méthodes. On peut toutefois noter une certaine instabilité en ce qui concerne ces éléments épistémologiques, les nuances entre plusieurs approches concurrentes ayant pu induire des luttes d'influence assez sévères et des arbitrages politiques difficiles.

Faute d'études à une échelle suffisante, il est en revanche trop tôt pour évaluer son efficacité réelle auprès des élèves et de leurs enseignants.

Stratégie d'implémentation dans le primaire

La même stratégie a été mise en œuvre aux États-Unis pour l'école primaire, et les programmes américains étendent désormais cette approche à l'école primaire. Pour autant, l'hypothèse de disponibilité d'une culture savante de la science scolaire, on l'a vu, ne vaut pas automatiquement à ce niveau, où l'on n'a pu identifier que des *micro*-cultures savantes. Même en admettant qu'il pourrait exister une culture savante bien identifiée de la science scolaire du primaire, la plupart des professeurs des écoles actuels n'y participeraient pas. On peut donc douter de leur capacité à s'approprier, et *a fortiori* à mettre en pratique ces nouveaux programmes.

Une faiblesse majeure des principales stratégies d'implémentation *top-down* de telle ou telle vision de la science scolaire à l'école primaire est par conséquent qu'elles ne semblent pas prévoir de voie d'accès efficace[301] à cette culture savante pour les — nombreux — enseignants qui ne participent pas de la subjectivité collective afférente.

À cette difficulté théorique s'ajoutent, dans le cas de N.L. Lederman les difficultés techniques et sémantiques liées à la reformulation de critères de scientificité d'une grande généralité pour les mettre à la portée d'enfants de l'école élémentaire, et *a fortiori* de l'école maternelle.

5.7.4. Approche *Bottom-up* de la nature de la science

À l'inverse de l'approche *top-down*, l'approche *bottom-up* part des pratiques réelles dans les classes (ou de celles qu'on pourrait y envisager de façon plausible), qu'on associe chacune à un ou plusieurs éléments de scientificité, pour ensuite remonter vers une vision plus générale de la science.

7.4.1. Stratégie d'implémentation d'une approche *bottom-up*

Le point de départ d'une approche *bottom-up* de la science scolaire est donc une subjectivité collective partagée entre tous les enseignants ayant l'expérience de l'une de ces pratiques dans leurs classes ou (plus souvent) lors de formations spécifiques. La stratégie consiste alors, d'une part, à renforcer la composante épistémologique de cette S.C., par exemple en explicitant les critères qui permettent de qualifier leur pratique de scientifique ; et d'autre part à l'élargir progressivement, ou plutôt à faire accéder les enseignants, par une série de S.C. gigognes, à une subjectivité collective impliquant une vision opératoire de la science scolaire.

Elle peut donc prendre en compte très naturellement le fait que de nombreux enseignants du primaire ne participent pas initialement à la culture savante de la science scolaire du primaire.

Prendre appui sur la formation professionnelle

Partir des pratiques des enseignants pour faire évoluer leur vision de la nature de la science suppose un effort de la part de ces derniers pour confronter ces pratiques aux éléments épistémologiques qu'on se propose de leur fournir. Si rien n'interdit *a priori* qu'il s'agisse d'un travail personnel, par exemple à partir de textes ou de présentations en ligne, l'expérience commune suggère que la proportion d'enseignants susceptibles de s'y engager sérieusement pourrait être assez limitée — voire ne concerner que ceux qui en auraient le moins besoin.

Une stratégie plus efficace semble être de profiter des moments de formation professionnelle des enseignants, initiale ou permanente, pour accompagner cette confrontation.

---

301. Dans cette stratégie institutionnelle, *via* les programmes. Nous ne préjugeons pas ici de l'efficacité de la formation directe d'enseignants du primaire par les équipes de didacticiens évoquées ; mais, par construction, celles-ci opèrent à une échelle beaucoup plus réduite.

Inséminer des micro-cultures virales

Une stratégie complémentaire consiste à provoquer la nucléation de nouvelles micro-cultures savantes, intégrant dès l'origine ces éléments épistémologiques parmi leurs objets culturels canoniques, et à laisser de nouveaux enseignants venir s'y agréger spontanément.

Un tel objectif peut être atteint par la mise en place d'événements festifs et valorisants pour les enseignants qui y participent, comme les "Jardins des sciences". Une fois le noyau initial créés lors d'une formation traditionnelle, le succès de l'événement et le désir de le pérenniser permet, avec la complicité de la hiérarchie (IEN) et un accompagnement des formateurs (décroissant au fil des éditions) d'étendre cette micro-culture à la plupart des enseignants d'une circonscription.

Approches bottom-up *basées sur des CS*

Il est possible d'envisager des approches *bottom-up* de la nature de la science basées sur des critères de scientificité[302] portant sur des connaissances aussi bien que sur des pratiques.

Cette possibilité a été démontrée par l'exemple au début de ce chapitre (§ 5.3) : nous y renvoyons le lecteur pour le cas des critères portant sur des pratiques.

Celui de CS portant sur des connaissances ne pose pas plus de problèmes de principe. Ainsi, si l'on admet la possibilité de reformuler des critères issus d'une approche *top-down* à l'usage des enfants du primaire, comme le propose par exemple Valarie Ackerson,[303] on pourrait partir de la version la plus minimaliste de cette vision de la science, c'est-à-dire de la formulation d'un seul de ses critères adaptée aux enfants de maternelle, pour "remonter" progressivement, à mesure qu'ils grandissent et gagnent en maturité, vers des visions de plus en plus sophistiquées, d'une part en adaptant les formulations de ces critères au niveau des enfants, et d'autre part en introduisant de nouveaux CS, jusqu'au jeu complet dans sa formulation la plus générale.

> On pourrait typiquement commencer à travailler sur la nature empirique de la connaissance scientifique, avant d'introduire son aspect provisoire puis le fait qu'une connaissance scientifique implique une part de créativité et d'imagination etc.

7.4.2. Limites de l'approche *bottom-up*

Des stratégies essentiellement locales

Si la prise en compte des pratiques effectives des enseignants favorise une forme de proximité, voire de complicité avec les formateurs, la rançon de cette approche *bottom-up* est le caractère essentiellement local de son implémentation. Son échelle naturelle est celle du rayon d'influence d'un formateur individuel ou

302. Ou d'ailleurs sur d'autres objets épistémologiques. Ainsi, on pourrait imaginer une approche de la nature de la science basée, plutôt que sur des CS, sur une série de *définitions*-gigognes de la science, comme celle esquissée au § 5.6.1.2.

303. En pratique, ces reformulations s'avèrent problématiques, cf. § 5.7.3.2.

d'un groupe cohérent de formateurs, de quelques étudiants à l'échelle d'une Inspection Académique, soit au plus quelques milliers d'enseignants.[304]

La dépasser pour envisager une action à l'échelle nationale supposerait une coordination des formateurs à cette échelle, et donc une démarche elle aussi nationale. Les stratégies à mettre en œuvre seraient alors de même nature politique que celles envisagées dans le cas de l'approche *top-down*, à commencer par celles visant à influencer les programmes de l'école primaire.

Le risque d'une solution de continuité

Un problème que rencontre l'approche *bottom-up* est celui de "remonter" des pratiques de classe vers la science des scientifiques.

La querelle des épistémologues autour de la question d'un critère de scientificité universel se ramène, en grande partie, à la difficulté de prendre en compte les moments de pure création, donc des phases de découverte, et *a fortiori* de révolution scientifique au sens de Kuhn. Dans ce contexte, pour reprendre la célèbre formule de Feyerabend, "*anything goes*". La recherche scientifique pratiquée dans les laboratoires est, dans toute sa diversité, irréductible à une liste de pratiques ou de connaissances.

Elle est *a fortiori* moins réductible encore à une liste de pratiques *observables dans un contexte scolaire*. Basée sur de telles pratiques, l'approche *bottom-up* de la nature de la science scolaire renonce donc d'entrée à saisir toute la complexité de la science des scientifiques, et en particulier à décrire la recherche scientifique en marche. Elle introduit donc une solution de continuité entre la science scolaire et celle des scientifiques, ce qui en constitue une limite intrinsèque.

Une telle solution de continuité, potentiellement problématique au lycée, ne constitue toutefois pas un inconvénient significatif à l'école primaire (et sans doute guère plus au collège). Pour donner néanmoins aux élèves une idée de ce qu'est la science, telle que la pratiquent les professionnels, il apparaît nécessaire de compléter la démarche *bottom-up* avec des éléments qui n'en relèvent pas (comme, le cas échéant, des critères de scientificité issus d'une approche *top-down*).

Une nature de la science disciplinaire

Une autre difficulté liée à l'approche *bottom-up* fondée sur des pratiques réside dans le caractère disciplinaire des pratiques considérées — délibérément associées à la physique dans notre cas. Même si les CS développés s'avèrent, pour la plupart, de pertinence largement transdisciplinaire, cette transversalité n'apparaît pas spontanément comme une caractéristique de la science.

304. L'ouvrage *Sciences à l'école, le guide pratique de l'enseignant* (Annexe 2.A.) a été diffusé, avec l'aide de l'ESPE et de l'Inspection Académique, à plus de 2000 enseignants des Alpes-Maritimes.

Addendum 5

Les mauvaises pratiques au sens de Babbage

Les enseignants de sciences anglo-saxons sont souvent plus sensibles que leurs collègues français à la notion de “mauvaise pratique” (*malpractice*), contre laquelle ils mettent en garde leurs étudiants, en plus de tenter de leur inculquer de “bonnes pratiques” scientifiques. Au-delà des fraudes et des entorses délibérées à l'intégrité, ces mauvaises pratiques peuvent être involontaires, voire inconscientes. Elles concernent alors tout particulièrement le traitement et la publication des données expérimentales.

Cette tradition remonte en grande partie à Charles Babbage, l'un des premiers à avoir développé, dès 1830,[1] une typologie des mauvaises pratiques. L'anglais les désigne sous le terme générique de "fraudes" (*fraud*), dans un sens plus large que l'acception française.

Babbage distinguait quatre types de mauvaises pratiques, intentionnelles ou non :

— le Faux (*forging*) consiste à rapporter des données qu‘on a purement et simplement inventées, en totalité ou en partie ; ou même de prétendues expériences, observations ou découvertes qui n'ont jamais été réalisées. Cette catégorie correspond à des fraudes caractérisées dans l'acception française du terme.

— le Canular (*hoaxing*) est similaire au Faux, mais son intention est différente. Alors que le faussaire cherche à ne jamais être découvert, l‘auteur d‘un canular prévoit *a priori* de le dévoiler après un temps, souvent pour ridiculiser ceux qui y auront cru. Notons que l‘intention peut évoluer au fil du temps, un canular qu'on avait initialement l'intention de révéler le moment venu se transformant en faux lorsque son auteur renonce à l'assumer. Un exemple classique est celui de “l‘homme de Piltdown”.[2]

Les deux dernières catégories concernent explicitement le traitement des données lorsqu'on y procède en violation de l'exhaustivité de la documentation et de la primauté de l'expérience :

— le Rabotage (*trimming*) consiste à éliminer, de part et d‘autre de la valeur moyenne, des données “extrêmes” pour faire paraître les mesures réalisées plus précises et pertinentes.

---

1. Charles Babbage. *Reflections on the Decline of Science in England,* 1830. Accessible en ligne sur le site du projet Gutenberg (consulté août 2014) : http://www.gutenberg.org/files/1216/1216-h/1216-h.htm

2. En 1913, le jeune Pierre Teilhard de Chardin, participant avec un fameux paléontologue, le Pr. Woodward, à une expédition visant à découvrir les restes du supposé “chaînon manquant” entre le singe et l‘homme, “découvrit” opportunément des fragments de crâne répondant idéalement aux attentes du scientifique — mais dont on sait aujourd‘hui qu‘ils avaient été prélevés dans une collection. Aussitôt proclamée, la découverte fit grand bruit et suscita une intense polémique. Même si le faux était sans doute, à l'origine, un simple canular, le faussaire ne l‘avoua jamais formellement, probablement du fait des proportions inattendues prises par l‘affaire et du coup que l'aveu aurait alors porté au prestige de Woodward. Voir par ex. Stephen Jay Gould. « L‘Affaire de l‘homme de Piltdown », in *Le Pouce du panda - les grandes énigmes de l’évolution*, Paris, Bernard Grasset, 1982.

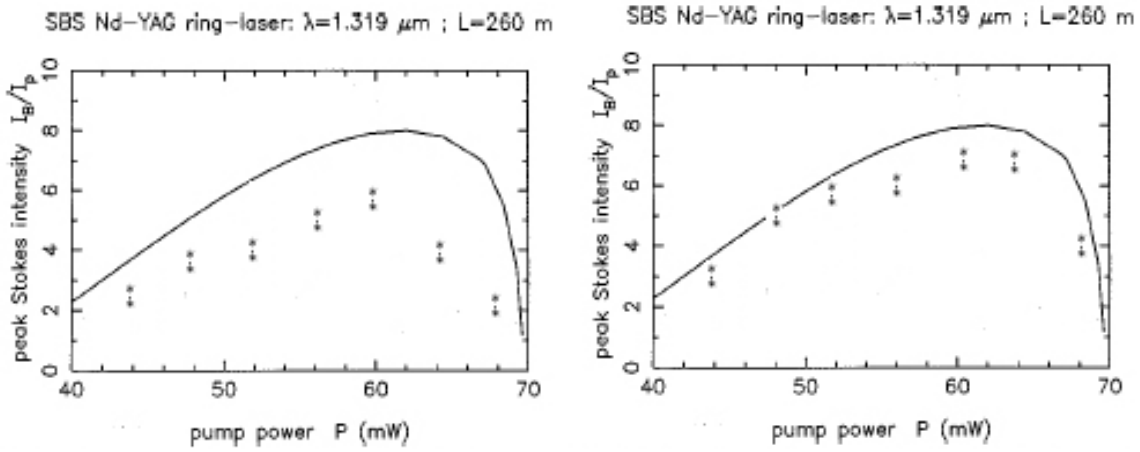
— la Réduction (*cooking*) consiste à ne retenir que les résultats qui concordent avec la théorie et à rejeter les autres.

Notons que l'élimination de données non pertinentes, qui revient à une forme de rabotage de bonne foi, est souvent une nécessité pratique.[3] Mais, même très prudente et aussi bien justifiée que possible, elle n'est jamais sans risque. La réduction, elle, est souvent soit inconsciente, soit de mauvaise foi.

Une illustration moderne

On peut illustrer ces mauvaises pratiques en les appliquant à des données effectivement publiées dans une revue d'optique prestigieuse. L'article comparait le comportement non linéaire d'un laser tel que prédit par une simulation numérique (courbe pleine) et des données expérimentales.

Si l'on procède à un rabotage judicieux (Figure 1a), l'expérience artificiellement améliorée paraît satisfaisante, le composant stable et son comportement en bon accord qualitatif avec la théorie (courbes expérimentales et théoriques pratiquement parallèles) ; le désaccord quantitatif suggère un paramètre mal ajusté *dans le modèle*. On aurait également pu choisir de procéder à une réduction bien menée des mêmes données expérimentales (Figure 1b), suggérant alors un accord *quantitatif aussi bien que qualitatif* satisfaisant, et une étude pratiquement achevée.[4]



Figures 1 Exemple de manipulation de données expérimentales : (a) à gauche : données rabotées (*trimming*) ; (b) à droite, données réduites (*cooking*)

Or la prise en compte de l'ensemble des données expérimentales, comme sur la Figure 2, effectivement publiée, induit une conclusion très différente, avec un accord au mieux approximatif, aussi bien du point de vue qualitatif que quantitatif.

3. Typiquement, l'expérimentateur distrait qui a oublié de brancher un détecteur peut sans grand risque éliminer les "données" correspondantes à ces "mesures" fautives, et s'abstenir sans trop de remords de le mentionner dans ses publications…

4. Éric Picholle, comm. privée. Article scientifique paru dans le *Journal de l'Optical Society of America* (C. Montes, E. Picholle et al., JOSA B, 1999).

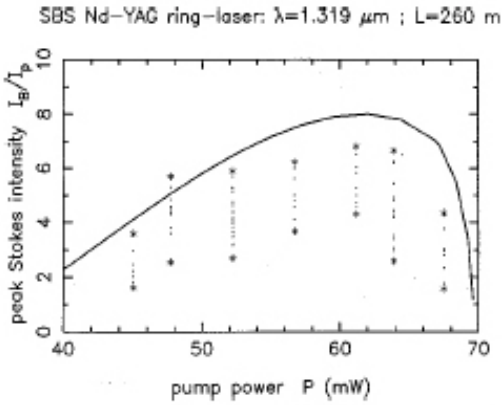


Fig. 2: *idem.* Données “complètes” (effectivement publiées)

La dispersion considérable des mesures montre surtout l’instabilité du composant étudié. La suite de l'article discute cette difficulté sous l'hypothèse d'un paramètre *expérimental* non contrôlé, ce qui sera confirmé et corrigé dans une publication ultérieure.

Le jeu de critères de scientificité développé pour la science scolaire prend en compte ces mauvaises pratiques.

— Le critère d'*intégrité* disqualifie *a priori* non seulement toute publication de fausses données, mais aussi toute manipulation de ces données pour suggérer au lecteur des conclusions incorrectes.

— Le critère de communication implique que *tous* les résultats pertinents soient mis à dispositions de la communauté pour y être discutés, excluant donc dans une large mesure la pratique du rabotage et *a fortiori* de la réduction, au moins délibérée.

— Le critère d'exhaustivité de la documentation disqualifie la pratique consistant à choisir les résultats que l'on publie : une documentation avec des données "rabotées" ou "réduites" ne vérifie pas le critère. Par ailleurs, la primauté de l'expérience impose qu'en cas de conflit avec l'expérience, un discours, en particulier théorique soit remis en cause (après les vérifications d'usage pour s'assurer de leur pertinence) : éliminer ou ne pas rapporter des données en désaccord avec une théorie est également une pratique non scientifique.

Partie 6

Appropriation de critères de scientificité par les enseignants et futurs enseignants du primaire

Nombre de formateurs semblent tenir pour implicite que la simple participation à des démarches d'investigation suffit à modifier la vision de la science des enseignants. Après un point sur les représentations de la nature de la science et les critères de scientificité spontanément mis en œuvre — ou non — par les enseignants et futurs enseignants du primaire, nous évaluerons quelques stratégies pédagogiques incluant des apports épistémologiques croissants pour tenter de déterminer quels éléments il est utile d'intégrer à la démarche d'investigation pour favoriser l'émergence d'une vision claire de la nature de la science chez les enseignants.

6.1. Impact de la D.I. sur le rapport à l'expérience

L'observation personnelle et l'expérimentation sont au cœur de la pédagogie par la démarche d'investigation telle que la préconisent les programmes de l'école primaire[1]. L'image même de "mettre la main à la pâte", récurrente dans ce contexte, est sans ambiguïté à cet égard. Avant d'envisager des éléments de scientificité plus sophistiqués, il est donc nécessaire d'enquêter sur l'impact de la démarche d'investigation sur le rapport des participants à l'expérience.

Après avoir dégagé dans un premier temps les relations entre le statut de l'expérience et les éléments de scientificité associés à ce statut (6.1.1.), on s'intéressera dans un second temps à l'évolution du rapport à l'expérience de participants à des démarches d'investigation au travers du prisme de ces éléments (6.1.2.).

6.1.1. STATUT DE L'EXPERIENCE EN DEMARCHE D'INVESTIGATION

Le statut de l'expérience lors d'une démarche d'investigation[2] influe directement sur la perception de la notion plus technique de "primauté de l'expérience". En tant que substitut à l'argument d'autorité, l'expérience influe également sur la perception de la notion de "non scolasticité". Enfin, le statut de l'expérience en démarche d'investigation peut influer sur la perception de la notion d'"opportunité", l'expérience étant le moyen privilégié pour répondre à un questionnement. On s'intéresse dans cette section aux rapports qu'entretient l'expérience en D.I. avec ces différents éléments de scientificité.

1.1.1. Rapport à la primauté de l'expérience

Programme fort

Une première approche de la démarche d'investigation consiste à imposer la confrontation systématique à l'expérience des affirmations des participants. Aucun résultat n'est alors reconnu comme concluant sans confirmation expérimentale.

> Le choix de séquences compatibles avec le programme fort de la démarche d'investigation est rendu possible par le programme de physique élémentaire enseignée à l'école primaire. La principale exception concerne l'astronomie.

Cette contrainte, que nous qualifierons de "programme fort d'investigation", est *a priori* plus sévère que la simple reconnaissance de la primauté de l'expérience *en cas de contradiction* avec un discours. Le critère de scientificité correspondant est donc toujours vérifié lors d'une séquence en démarche d'investigation *dûment menée à son terme* dans cet esprit.

---

1. « *Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de la Main à la pâte sont essentiels pour atteindre ces buts ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.* ». Bulletin Officiel, Hors série, n°3, 19 juin 2008, p. 24.

2. Edith Saltiel, *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, op.cit., p. 9.

> Par principe, lors d'une démarche d'investigation expérimentale, le meneur de jeu utilise les résultats obtenus pour aboutir avec les participants à une formulation de réponse acceptable qui sera ensuite institutionnalisée. Ce fonctionnement implique souvent un travail important sur la formulation pour prendre en compte les résultats obtenus avec toutes les précautions d'usage. S'il est mené correctement, la primauté de l'expérience est automatiquement vérifiée.

Dans les séquences animées par le praticien-chercheur, ce programme fort a été ritualisé *via* un échange constitué de la question récurrente "*Comment fait-on pour savoir ?*" et de la réponse qu'elle appelle, "*On essaie*".

Séquences d'investigation basées sur un témoignage extérieur

Lorsque l'expérimentation n'est pas possible, les participants sont le plus souvent conduits à confronter les modèles qu'ils élaborent à des témoignages (e.g. en astronomie : observations réalisées dans l'hémisphère sud). En amont de la démarche d'investigation, le meneur de jeu doit donc s'assurer de la plausibilité et de la fiabilité des témoignages proposés. Sous cette condition, les participants, confrontés à des modèles incompatibles avec ces témoignages garantis par le meneur de jeu, sont conduits à invalider leurs modèles plutôt ces derniers.[3] On peut alors considérer que la primauté de l'expérience est étendue aux expériences "par procuration", le critère de scientificité proprement dit restant inchangé.

Séquences d'investigation sans base expérimentale

La Main à la Pâte propose également des démarches d'investigation sans base expérimentale. « *Une recherche sur documents, une enquête, la réalisation d'une émission de radio, d'un petit film, une visite* »[4] sont alors autant de méthodes possibles pour mener une investigation, la recherche documentaire procédant « *par la lecture de documents papiers ou électroniques ou l'interview de personnes compétentes* »[5].

Cette diversité des méthodes peut en particulier s'avérer utile en biologie.[6] En effet, l'expérimentation sur le vivant y est souvent problématique, l'utilisation de photos d'observation brutes trop complexe pour de jeunes élèves ; le recours aux documents secondaires ou à l'expertise s'avère alors souvent le seul moyen disponible à l'école primaire pour répondre aux questions posées. [7]

La question de la primauté de l'expérience devient alors assez complexe, dans la mesure où on ne la connaît que de façon indirecte. Sa résolution peut alors être

---

3. Cette règle générale n'exclut pas des exercices spécifiquement orientés vers la remise en cause de l'autorité d'un témoignage ou d'un manuel. Mais celle-ci est *a priori* seconde, n'intervenant qu'après qu'on s'est dûment convaincu expérimentalement de la validité des modèles contraires. D'autre part, si cette remise en cause n'est pas préméditée par l'enseignant et intégrée à sa séquence, elle exige de sa part une solide maîtrise à la fois du domaine concerné (ici, la physique) et de la conduite d'une séance en démarche d'investigation.

4. Edith Saltiel, *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?*, op.cit., p. 9.

5. p. 11, *ibid*

6. Voir par exemple le manuel scolaire *Sciences Cycle 3, 64 enquêtes pour comprendre le monde*. J.-M. Rolando, P. Pommier, M.-L. Simonin, G. Simonin, J. Nomblot, J.-F. Laslaz, & S. Combaluzier, , éd. Magnard, coll. Odysseo 2010.

7. Cf. discussion sur la vulgarisation scientifique de la partie 5, § 5.4.3.

assez différente selon que l'intermédiaire, auteur du document ou du discours, est ou non lui-même un témoin direct de l'expérience, ou un simple relais d'un autre discours d'autorité.[8]

Le choix de restreindre les méthodes de résolution des investigations à l'expérimentation directe et, dans les rares cas où cela n'est pas possible, à l'usage de témoignages, facilite grandement le traitement de la question de la primauté de l'expérience. Cette dernière devient alors une contrainte méthodologique intrinsèque à la démarche d'investigation.

1.1.2. Rapport à l'autorité et à l'opportunité

Les démarches d'investigation considérées ici imposent la confrontation de toute affirmation à l'expérience, directement ou (plus rarement) "par procuration". Elles impliquent par conséquence le rejet de tout argument d'autorité au profit de résultats expérimentaux.

Le statut de l'enseignant n'est alors plus le même qu'en pédagogie frontale. Il renonce à sa position d'autorité pour devenir celui qui facilite les échanges entre élèves ; il les guide dans la mise en œuvre expérimentale ainsi que dans la procédure de validation des résultats, etc. La *non scolasticité* se retrouve donc naturellement vérifiée lors d'une séquence en démarche d'investigation menée dans cet esprit.

Les démarches d'investigation que vivent les participants sont provoquées par une situation de départ génératrice d'un questionnement. Par construction, chaque investigation vise à répondre à une question des participants. Les expériences réalisées à cet effet vérifient donc toujours le critère d'*opportunité*.

6.1.2. ÉVOLUTION DU RAPPORT A L'EXPERIENCE

Pour évaluer l'impact de la démarche d'investigation sur le rapport des participants à l'expérience, on s'appuie sur des questionnaires et discussions en amont et en aval des démarches d'investigation vécues (1.2.1.). On évaluera l'évolution globale du rapport des participants à la démarche scientifique (1.2.2.) puis on rentrera plus en détail dans l'évolution de leur rapport à l'expérience au regard de la primauté de l'expérience (1.2.3.), de la non scolasticité (1.2.4.) et de l'opportunité (1.2.5).

1.2.1. Formations sondées

Une étude systématique de l'évolution du rapport à l'expérience des participants a été réalisée lors de deux formations initiales et de trois stages de formation continue à la démarche d'investigation.

Les deux formations initiales, d'une durée de 24 h, impliquent des étudiants en Master 1 EEF et en PE1[9]. La mise en œuvre est comparable, à la différence que

8. Voir la discussion sur la distinction entre vulgarisation de points de vue externe ou interne, § 5.4.3.1.2. On peut également envisager le statut documentaire d'un texte fictionnel (cf. § 5.4.3.).

9. Selon la nomenclature du 4.2.1.4.3., respectivement : gr. 32-37 (2010-1011) pour le Master 1 EEF et gr. 20-27 (2009-2010) pour les PE1.

les étudiants de Master préparent un concours dont l'épreuve est exclusivement basée sur des questions de connaissance et les PE1 une épreuve associant contrôle des connaissances et maîtrise de la démarche d'investigation.

Les trois stages de formation continue ont des modalités et un public différents :

— un stage de 12h (FC 12 h) concentré sur deux journées et choisi par 10 enseignants motivés (gr. 29)

— un stage de 17h (FC 17 h) concentré sur deux semaines (5 jours de stage) choisi par 12 enseignants motivés (gr. 38)

— un stage filé (SF) d'une journée par semaine sur l'année scolaire avec 6 journées (36 h) de cours de sciences choisi par 15 enseignants dont 5 d'entre eux précisent en début de formation qu'ils sont venus « *pour souffler* » (gr. 14).

Les participants ont répondu, à différents stades de leur formation, à des questionnaires visant à déterminer leur représentation de la nature de la science.[10] Les questionnaires soumis en début de formation sont qualifiés de "pré-DI" ; les autres de "post-DI".[11] L'ensemble des réponses aux questionnaires des groupes 14, 32-37 et 38 est disponible en annexes 6.A.a. à 6.A.c. Le tableau 1.2.1. synthétise ces informations.

	M1EEF	PE1
Nature des éléments recueillis	Questionnaires[12] soumis en début et en fin de cours	Questionnaires[13] intermédiaires après 3 et 6 h de démarche d'investigation Questionnaire soumis en fin de formation
Nombre d'éléments recueillis	54 questionnaires couplés pré/post + 21 pré-questionnaires seuls + 27 post-questionnaires seuls	36 questionnaires après 3h de D.I. 31 questionnaires après 6h de D.I. 17 questionnaires en fin de formation

10. Les questions et questionnaires soumis à chaque groupe de participants sont disponibles dans la partie méthodologie § 4.2.1.8.2. et mis en note pour rappel.

11. On se contentera parfois d'écrire "pré-questionnaire", ou "post-questionnaire".

12. Gr. 32-37. Questions posées en début de cours : « *Quels critères utilisez-vous pour identifier un document comment étant scientifique (par exemple en physique, autrement dit, comment reconnaissez-vous qu'un document est scientifique ou pas) ?* » et « *Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique (un physicien) ? C'est quelqu'un qui...* ». Questions posées en fin de cours : « *Comment reconnaissez-vous qu'un document, traitant par exemple de physique, est ou non scientifique ? Quels critères appliquez-vous pour cela ? Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ?* », « *Pour vous, qu'est-ce qu'un scientifique ?* » et « *Avoir personnellement mené une démarche d'investigation a-t-il changé votre compréhension de la démarche scientifique ? En quoi ?* ».

13. Gr. 20-27. Après les trois premières heures de cours en D.I. sur les ombres colorées, il leur était demandé s'ils avaient fait des sciences et de justifier leur réponse (gr. 20, 25 & 26). Après trois nouvelles heures de cours en D.I. sur l'astronomie (alternance du jour et de la nuit et saisons), la même question leur était posée. Il leur était également demandé s'ils avaient des idées pour rendre la séance plus scientifique (gr. 20, 21, 24). Questions posées en fin de cours (gr. 22) : « *Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ? / Qu'est-ce qu'un scientifique ? / Votre pratique personnelle de la D.I. a-t-elle changé votre compréhension de la démarche scientifique ? En quoi ?* ».

	SF	FC 12h	FC 17h
Nature et nombre d'éléments recueillis	15 Questionnaires[14] soumis en début 14 Questionnaire soumis en fin de formation	10 Questionnaires[15] soumis en début de formation 10 Questionnaires intermédiaires après 6h de démarche d'investigation 11 Questionnaires soumis en fin de formation	12 Questionnaires[16] soumis en début de formation 10 Questionnaires soumis en fin de formation Transcription des discussions entre stagiaires sur leurs réponses au questionnaire final et échange collectif avec le praticien-chercheur

Tableau 1.2.1. : Éléments recueillis au cours des différentes formations

1.2.2. Une meilleure compréhension de la démarche scientifique

Un premier enjeu est l'évolution de la compréhension de la démarche scientifique induite par la formation. Pour l'évaluer, on s'appuie sur les réponses des participants à la question : « *Avoir personnellement mené une démarche d'investigation a-t-il changé votre compréhension de la démarche scientifique ?* ».

Au total, 93 participants sur 119 déclarent que leur compréhension de la démarche scientifique a changé (Figure 1.2.2.a.). Une large majorité des participants déclarent donc que *vivre des démarches d'investigation conduit à une modification de leur compréhension de la démarche scientifique.*

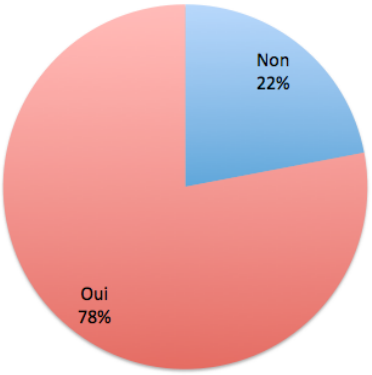


Figure 1.2.2.a. : Proportion des participants dont la compréhension de la démarche scientifique a changé après l'expérience de démarches d'investigation (119 réponses)

14. Gr. 14. Questions posées en début de cours : « *Comment savoir si quelque chose est scientifique ?* » et «*Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique ?*». Questions posées en fin de cours : « *Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ?* », «*Pour vous, qu'est-ce qu'un scientifique ?* » et « *Votre pratique personnelle de la démarche d'investigation a-t-elle changé votre compréhension de la démarche scientifique ? En quoi ?* ».

15. Gr. 29. Questions posées en début de cours : « *Qu'est-ce qui fait que qq chose est scientifique ?/ Comment définir la science ?/ Qu'est-ce qu'un scientifique ?/ Avez-cous déjà mené des D.I. ?*». Questions posées après 6h de formation : « *Pensez-vous que nous avons fait des sciences ?/ est-ce qu'un des approches était plus scientifique (matinée avec expérimentation et après-midi avec recours à des témoignages pour travailler sur la pression atmosphérique)* ». Questions posées en fin de cours : « *Est-ce qu'on a fait des sciences ? / Qu'est-ce qui caractérise la démarche scientifique ?* ». Les questionnaires sont anonymes mais il été possible d'identifier l'écriture des différents participants et de rassembler ceux appartenant à un même individu.

16. Gr. 38. Questions posées en début de cours : « *À votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une production scientifique d'une production qui ne l'est pas ?/ A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une approche scientifique d'une approche qui ne l'est pas ?/ Pour vous, qu'est-ce qu'un scientifique ? C'est quelque qui...* ». Questions posées en fin de cours : « *Les situations d'investigation vécues ensemble ont-elles changé votre façon de voir les sciences ? Votre façon de voir l'enseignement des sciences ? Vos idées sur ce qu'il faut transmettre aux enfants sur la nature de la science ?* ».

Leurs réponses à la question « *En quoi* [votre compréhension de la démarche scientifique a-t-elle changé] *?* » conduit cependant à relativiser ce résultat encourageant. En effet, alors que certains participants justifient bien leur réponse en termes d'évolution de leur compréhension de la démarche scientifique, d'autres mêlent dans leur justification des éléments non directement liés à la démarche scientifique.

Exemples de justifications directement pertinentes :

> *« Ma pratique personnelle de la démarche d'investigation a changé ma compréhension de la méthode scientifique car j'ai réalisé l'importance des expériences par rapport à un problème scientifique bien défini. »* (PE1, Q3)
>
> *« Oui, prise de conscience que l'expérience ne veut rien dire sans hypothèse formulée, et qu'une seule expérience ne peut pas toujours vérifier la véracité d'une hypothèse.»* (M1EEF, Q50)
>
> *« Cela change des années de physique théorique. Je comprends mieux comment travaillent les scientifiques ainsi que l'intérêt d'étudier l'élaboration d'une théorie et sa démonstration. »* (M1EEF, Q65)

Une analyse plus détaillée de ces réponses montre en particulier une dépendance significative des types de justification en fonction de l'objectif affiché de la formation, qui varie selon le public considéré.

Ainsi, 30% des étudiants de MIEEF (25 ét.) qui passent un concours focalisé sur les connaissances, affirment que la D.I. permet de *mieux comprendre*, et 14% qu'elle permet de *mieux retenir* (12 étudiants).

Exemples de justifications liées aux processus d'apprentissage :

> *« Oui, cela permet de mieux comprendre des phénomènes extérieurs complexes par la réalisation d'expériences simples et accessibles à tous. »* (M1EEF, Q2)
>
> *« Le fait de pratiquer la démarche d'investigation permet réellement d'apprendre puisque le fait d'expérimenter soi-même un phénomène permet de mieux l'assimiler, le garder en mémoire. »* (M1EEF, Q7)

En formation continue, les enseignants s'expriment beaucoup plus d'un point de vue pédagogique que d'un point de vue personnel.

Exemple de justification d'ordre pédagogique :

> *« Elle a indéniablement changé, car je me suis lancée, sans appréhension, dans un projet, où cette démarche a été menée. J'ai essayé d'évacuer, lors des séances avec les élèves, la peur de dire une bêtise sans m'en rendre compte. Pour m'améliorer, je sais que je dois encore laisser davantage de temps aux élèves, afin de ne pas les stopper dans un élan, porteur de découvertes. »* (SF, Q6)

On isole donc les questionnaires pour lesquels au moins une partie de la réponse inclut des éléments relatifs à la démarche scientifique (Tableau 1.2.2.b).

Exemple de justification mixte :

> *« Jusqu'à présent j'osais très peu pratiquer en classe par crainte de ne pas être à la hauteur. Je le ferai désormais beaucoup plus facilement car je pense maintenant que les réponses aux questions que l'on se pose ne doivent pas être uniquement être apportées par l'enseignant. »* (SF, Q4)

	PE1 (17)	M1EEF (81)	SF (11)	FC 17h (10)	**Total (119)**
Participants pour lesquels vivre des D.I. a changé leur vision de la démarche scientifique (ou formulation équivalente)	14	62	9	8	**93**
	82%	77%	81%	80%	**78%**
Participants intégrant des éléments relatifs à la démarche scientifique dans leur justification	10	52	8	10[17]	**80**
	59%	64%	71%	100%	**67%**

Tableau 1.2.2.b. : Proportion des réponses considérant que la compréhension de la démarche scientifique a changé et des justifications intégrant des éléments relatifs à la démarche

Globalement, 78% des participants déclarent donc que vivre des démarches d'investigation a changé leur compréhension de la démarche scientifique et 67% fournissent des justifications qui confortent cette réponse.
Ces justifications semblent toutefois dépendre significativement de l'origine des participants. On distinguera les différentes populations dans la suite de l'étude.

Il reste difficile d'évaluer dans quelle mesure la compréhension de la démarche scientifique des 11% des participants qui n'en donnent pas d'indices a, ou non, effectivement évoluée.

1.2.3. Une primauté de l'expérience en construction

Dans cette section, on s'intéresse à l'impact de la démarche d'investigation sur le rapport à la primauté de l'expérience des participants. On commence dans un premier temps par identifier les différents usages qu'ils attribuent à l'expérience. On évalue ensuite l'évolution *pour chaque formation* du nombre de participants qui se positionnent d'une part sur l'ensemble de ces usages et d'autre part sur chaque usage avant de synthétiser les résultats.

Hiérarchie des rapports à l'expérience

On constate que les usages de l'expérience proposés sont de sophistication variable. Cinq niveaux sont identifiés, du plus avancé (U1) au plus rudimentaire (U5) :

— U1 : l'expérience (le témoignage) sert à valider ou non une idée ou une hypothèse

e.g. « *Une personne qui recherche par l'expérimentation à vérifier ce qu'il pense.* » (gr. 14, Q15)

— U2 : L'expérience sert de preuve

e.g. « *Un scientifique fait des recherches, des expériences afin de prouver des hypothèses sur les phénomènes qui nous entourent.* » (gr. 32-37, Q62)

— U3 : L'expérience permet d'accéder à la vérité

e.g. « *Un scientifique cherche la vérité par l'expérimentation* » (gr. 32-37, Q7)

— U4 : L'expérience permet de démontrer ou vérifier des théories

e.g. « *Un scientifique est une personne qui se penche sur des théories et essaie de les démontrer par des expériences* » (gr. 32-37, Q26)

17. Deux enseignants ont indiqué que vivre des D.I. n'avait pas changé leur vision de la démarche scientifique mais précisent dans leurs commentaires l'évolution de leur compréhension de certains éléments méthodologiques.

— U5 : L'expérience est citée sans plus de précision

e.g. « *Les termes utilisés ne seront pas les mêmes, l'approche sera différente, nécessité souvent de valider par différents moyens (schémas, expériences, etc.).* » (gr. 38, Q2)

La catégorie U5 rassemble les réponses les plus rudimentaires. Les sciences y sont associées aux expériences sans qu'il ne leur soit attribué aucun rôle précis.

Les catégories U2, U3 et U4 sont intermédiaires : U2 rassemble des réponses moins sophistiquées que U1, dans la mesure où les participants considèrent l'expérience comme une preuve en soi plutôt que comme un élément d'un processus plus complexe impliquant la confrontation à un discours. Dans la catégorie U3, l'expérience est perçue comme un moyen d'accès à une vérité "absolue" et pose la question du recul. En l'absence d'information sur le sens du mot "théorie" pour les participants, il est difficile d'évaluer le niveau de sophistication des réponses en U4. On considérera par défaut qu'elles expriment un rapport à l'expérience proche de celui de la catégorie U2 en prenant comme sens du mot "théorie" pour les participants celui d'"explication".

Les participants pour lesquels l'expérience est l'arbitre de la validation ou non d'une hypothèse (U1) mobilisent, au moins implicitement, la notion de primauté de l'expérience — sous réserve qu'en cas de contradiction entre l'hypothèse et les résultats expérimentaux, ce soit l'hypothèse qu'ils remettent en cause, ce que l'on suppose.

L'accès au niveau U1 constituant l'un des objectifs de ces formations, on s'intéressera tout particulièrement à son évolution dans les différentes formations.

1.2.3.1. Formation initiale (M1 EEF & PE1)

On constate à la fois une nette augmentation du nombre d'étudiants qui associent la scientificité à l'expérimentation et une progression de la sophistication des réponses chez les étudiants en master EEF et en PE1.

Sur les 54 étudiants de master EEF qui ont répondu à la fois au questionnaire initial et au questionnaire final[18], on identifie 14 nouvelles réponses[19] dans les catégories U1-U5 (+ 25%) entre les deux questionnaires. Après formation, 31 étudiants sur 54 accèdent à la catégorie U1 contre 12 initialement. Le nombre d'étudiants dans la catégorie U1 augmente donc significativement (+ 37%) entre le début et la fin de formation. (Tableau 1.2.3.1.a. & b.)

	PréQ. (54)	PostQ. (54)
U1 L'expérience sert à valider ou non une idée ou une hypothèse	11 (20%)	31 (57%)
U2 L'expérience sert de preuve	3	4
U3 L'expérience permet d'accéder à la vérité	2	1
U4 L'expérience permet de démontrer ou vérifier des théories	4	2
Sous total des réponses fixant un objectif de validation à l'expérience	*20 (37%)*	*38 (70%)*
U5 L'expérience est citée sans plus de précision	15	11
Nb. de réponses évoquant explicitement l'expérience	35 (65%)	49 (90%)

Tableau 1.2.3.1.a. : Distribution catégorielle des réponses des étudiants M1EEF

18. Et sont identifiés en tant que tels, ce qui n'est pas toujours possible, en cas d'anonymisation des questionnaires.

19. Ce sont en fait 15 nouveaux étudiants qui entrent et un étudiant qui sort de ces catégories. Ce dernier précise toujours que les sciences procèdent en testant des hypothèses mais sans préciser l'expérience comme modalité de test.

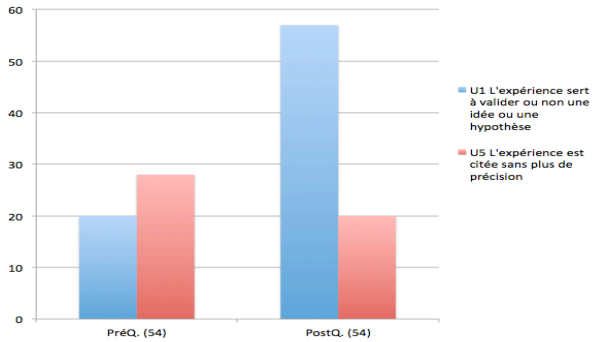


Tableau 1.2.3.1.b. : Évolution de la proportion de participants aux niveaux extrêmes U1 & U5 avant/après formation (en pourcentage)

Les étudiants en PE1 ont répondu sur la base du volontariat, par écrit chez eux. Après 3h ou 6h de démarche d'investigation,[20] un nombre comparable d'étudiants exprime l'idée que science et expérience sont associées (77%). On constate en revanche une augmentation significative (+28%) du nombre des étudiants dans la catégorie U1 : ils sont 36% après 3h de D.I. et 64% après 6h de D.I. En fin de formation, les résultats sont comparables à ceux trouvés après 6h de formation.

	3h D.I.		6h D.I.		Fin de formation	
Nb Total de réponses	36		31		17	
U1 L'expérience sert à valider une hypothèse	13	(36%)	20	**(64%)**	10	**(59%)**
U2 L'expérience sert à prouver	1				2	(12%)
U5 L'expérience est citée sans plus de précision	15	(41%)	4		3	(18%)
Nb. de réponses évoquant explicitement l'expérience	29	**(80%)**	24	**(77%)**	15	**(88%)**

Tableau 1.2.3.1.c. : Évolution des éléments recueillis en PE1 après 3h, 6h et en fin de formation

Avec toutes les précautions qui s'imposent au regard du peu d'étudiants sondés et de l'utilisation de groupes d'étudiants différents à chaque fois, il semble que la sophistication des réponses fournies s'améliore après la participation à deux séances en démarche en démarche d'investigation.

Par ailleurs, *les résultats trouvés avec les M1EEF sont cohérents avec ceux des PE1 et vont dans le sens d'une intégration par les étudiants au cours des démarches d'investigation de l'idée que l'expérience est le moyen pour valider des hypothèses* (Tableau 1.2.3.1.d.).

	Début de formation	3h de D.I.	6h de D.I.	Fin de formation
L'expérience sert à valider une hypothèse	20% (M1EEF)	36% (PE1)	64% (PE1)	52% (M1EEF) 59% (PE1)

Tableau 1.2.3.1.d. : Comparaison de l'évolution des PE1 et M1EEF

20. Les réponses obtenues après 3 et 6 h de formation émanent d'étudiants différents.

1.2.3.2. Stages en formation continue

Stage de 12 h, groupe 29

On constate entre le début et la fin de formation une augmentation importante tant du nombre de réponses évoquant explicitement l'expérience que de celles entrant dans la catégorie U1 (de 1 sur 10 à 7 sur 11) (Tableau 1.2.3.3.a.).

(Nb Total de participants)	Début de formation (10)		6h D.I. (10)		Fin de formation (11)	
U1 L'expérience sert à valider une hypothèse	1	(10%)	2	**(20%)**	7	**(63%)**
U5 L'expérience est citée sans plus de précision	3	(30%)	5		2	(18%)
Nb. de réponses évoquant explicitement l'expérience	4	**(40%)**	7	**(70%)**	9	**(81%)**

Tableau 1.2.3.3.a. : Évolution des réponses des stagiaires du groupe 29.
Les catégories U2 à U4 ne contiennent aucune réponse.

Par ailleurs, suite à deux demi-journées de travail sur l'air, l'une très expérimentale et l'autre plus formelle, 8 enseignants sur 10 considèrent qu'une approche formelle n'est pas plus scientifique qu'une approche expérimentale (sur les deux autres réponses, l'unique justification fournie est que « *c'est plus théorique donc c'est plus scientifique* »).

Stage Filé, groupe 14

On constate une augmentation du nombre de participants évoquant explicitement l'expérience comparable à celle du stage de 12h (Tableau 1.2.3.3.b.).

	Début de formation		Fin de formation	
Nb Total de participants	15		14	
U1 L'expérience sert à valider une hypothèse	4	(27%)	6	**(43%)**
U5 L'expérience est citée sans plus de précision	3	(20%)	4	(28%)
Nb. de réponses évoquant explicitement l'expérience	7	**(47%)**	10	**(72%)**

Tableau 1.2.3.3.b. : Évolution des réponses des stagiaires du groupe 14.
Les catégories U2 à U4 sont vides.

L'évolution du nombre de participants dans la catégorie U1 est, quant à lui, moindre (passage de 27% à 43%) que pour le stage de 12h (passage de 10% à 63%). Il semble donc que, de ce point de vue, cette formation ait été moins efficace que la précédente. Même si cette différence demeure difficile à interpréter, il est possible qu'un problème de motivation y ait contribué.[21]

21. Ce groupe comportait de nombreux enseignants dont l'objectif n'était pas de se former mais de "souffler". La dispersion de la formation sur 6 journées dans l'année sans contrainte institutionnelle (e.g. mise en place dans la classe) peut être un autre facteur défavorable.

1.2.3.3. Synthèse

Après avoir participé à des démarches d'investigation simples, 80% des participants (toutes origines confondues) associent les sciences à l'expérimentation. Cette proportion finale élevée semble peu sensible aussi bien à la nature de la formation, initiale ou continue qu'à la proportion initiale de participants associant science et expérience.

Formation	M1EEF		PE1		SF		FC 12h	
	Q.initial	Q. final	Init.	Fin.	Init.	Fin.	Init.	Fin.
Nb. stagiaires	54	54	36	17	14	14	10	11
Nb. de réponses évoquant explicitement l'expérience	65%	**90%**	80%	**88%**	47%	**72%**	40%	**81%**
Catégorie U1	20%	**57%**	36%	**59%**	27%	**43%**	10%	**63%**

Tableau 1.2.3.3. : Tableau récapitulatif

Toutes formations confondues, en début de formation, 30% des participants mettent en relation l'expérience avec le test d'hypothèses (U1) et 30% citent l'expérimentation sans préciser son utilisation.

Ils sont en fin de formation 60% à mettre en relation l'expérience avec le test d'hypothèses (U1) ce qui représente une augmentation de 30%.

Les démarches d'investigation proposées aux participants ont pour fondement le recours à l'expérience pour tester les idées émises. Leurs réponses montrent qu'ils perçoivent effectivement cet élément des démarches d'investigation auxquelles ils participent et qu'ils s'approprient majoritairement cet usage de l'expérience.

1.2.4. Rapport à l'autorité

On cherche maintenant dans les réponses des stagiaires des traces d'une évolution de leur rapport à l'autorité, et plus précisément à la non-scolasticité, associée à la participation à des démarches d'investigation.

Formation initiale

Les étudiants en PE1 et M1EEF expriment peu leur rapport à l'autorité. On trouve une occurrence en PE1 et deux en M1EEF.

— *« Plutôt que des connaissances apportées par le professeur, nous avons observé, manipulé, constaté. »* PE1, anonyme

— *« Un scientifique doit tout remettre en cause, laisser les certitudes au "placard" pour mettre en expérimentation les hypothèses. »* M1EEF, Q 25

— *« Oui, car ce qui nous paraît de prime abord évident ne l'est en fait pas car plusieurs hypothèses pourraient expliquer un phénomène, il faut donc les vérifier. »* M1EEF, Q 37

Stages en formation continue

Plus de la moitié (8 sur 14) des stagiaires du groupe 14 et *8 enseignants sur 10* du groupe 38 expriment la volonté de modifier leur façon d'enseigner les sciences en réduisant les apports magistraux de connaissances au profit de l'expérimentation.

Exemple de réponses de stagiaires du groupe 14 à la question « *Votre pratique personnelle de la démarche d'investigation a-t-elle changé votre compréhension de la démarche scientifique ?* » indiquant une évolution du rapport à l'autorité :

— « *Ne pas donner des réponses toutes faites mais amener à réfléchir, au delà des certitudes implicites* ». (Q5)
— « *Pour éviter aux enfants de toujours poser la question « pourquoi ? », aux adultes alors qu'ils peuvent mettre en place des expériences pour trouver la réponse eux-mêmes !* (Q13)
— « *Pour amener les enfants à faire des hypothèses, à concevoir par eux-mêmes certaines données /.../ pour trouver eux-mêmes, résoudre eux-mêmes l'énigme donnée.* » (Q10)
— « *Jusqu'à présent j'osais très peu. Je le ferai désormais beaucoup plus facilement car je pense maintenant que les réponses aux questions que l'on se pose ne doivent pas être uniquement être apportées par l'enseignant. /.../ Pour comprendre que les savoirs ne sont pas qu'une accumulation de connaissances.* » (Q4)

Exemple d'expression au cours de la formation d'une évolution du rapport à l'autorité des stagiaires du groupe 38 :

— « *C'est la démarche qui aboutit à un savoir. Ce n'est pas le savoir qui est prioritaire. Ce n'est pas juste une transmission de connaissances. Il faut les faire expérimenter, c'est eux qui vont construire.* » (2635 -2637- 2639)
— « *Je me servais plutôt de l'expérimentation pour illustrer une connaissance que j'imposais, et non pour la découvrir.* » (2673)
— « *Maintenant je pense qu'il faudrait mettre en place un schéma pour répondre à leurs questions, et suivre la démarche d'investigation pour qu'ils trouvent eux-mêmes les réponses aux questions.* » (2677)
— « *Avant, c'était plus dans la transmission d'un savoir plutôt que transmettre une attitude à avoir pour construire une connaissance avec la démarche d'investigation.* » (2606)
— « *Oui, mais le fait de se poser pleins de questions ça peut les intéresser. Plutôt que de croire ce qu'on leur raconte.* » (2653)

Synthèse

On observe donc une évolution marquée du rapport à l'autorité en formation continue, mais non en formation initiale.

Les enseignants en poste ont l'habitude d'être la figure d'autorité dans la classe. Cette expérience personnelle pourrait expliquer au moins en partie leur plus grande sensibilité à la modification du rapport à l'autorité en œuvre en démarche d'investigation.

1.2.5. Rapport au questionnement et à l'opportunité

En démarche d'investigation, l'expérimentation est le moyen privilégié pour trouver la réponse aux questions que se posent les participants. Les expériences y sont donc, par construction, opportunes, les participants sachant toujours pourquoi ils font une expérience. On s'intéresse donc à l'évolution du nombre de participants intégrant le *questionnement* dans leurs réponses aux questionnaires.

Formation	M1EEF Q. initial/Final		PE1 Q. initial/Final		SF (gp. 14) Q. initial/Final		FC 12h (gp. 29) Q. initial/Final		FC 17h (gp. 38) Q. initial/Final	
Présence du Questionnement	21%	**36%**	17%	**71-76%**	33%	**79%**	30%	**60%**	58%	**90% (discussion)**

Tableau 1.2.5. : Proportion de participants incluant le questionnement dans leurs réponses pour chaque formation

À l'exception des étudiants en master EEF, le rapport au questionnement des participants évolue significativement. **Ils sont plus de 70% en fin de formation à associer les sciences au fait de poser des questions.**

Les réponses aux questionnaires des stagiaires SF sont révélatrices de la nature de la modification de leur relation au questionnement : essentiellement son intégration dans un processus plus vaste de recherche.

Exemples de réponses révélatrices d'une modification de la relation des participants au questionnement :

— « *Oui. Toute question doit être prise en compte. Tout questionnement ouvre des portes. Ne pas donner des réponses toutes faites mais amener à réfléchir, au delà des certitudes implicites.* » (SF, Q5)
— *Plus d'expériences réalisées par les élèves. Acceptation de toutes les hypothèses émises par les élèves. – Pour faire acquérir par les élèves qu'il faut toujours se poser des questions et admettre qu'il n'y a pas toujours de réponses définitives.* » (SF, Q11)

L'association questionnement/expérience/démarche scientifique apparaît plus nettement encore dans les échanges du groupe 38 entre stagiaires et avec le praticien-chercheur.

Exemples de réponses révélatrices de l'association questionnement/expérience/démarche scientifique :

— « *Mais au départ c'est toujours d'une question qu'un scientifique va chercher, il ne va pas chercher au hasard. Et après il va chercher dans cette orientation là, dans un domaine précis. Est-ce qu'il s'oriente dès le départ vers un point précis ou c'est avec des chercheurs qu'ils cherchent ?* » (2730)
— « *C'est la formulation de la question qui fait qu'on va avoir une démarche scientifique ou pas pour répondre à la question.* » (2769) /(Pr.-Ch.) *Qu'en pensez-vous ?* (accord collectif)
— « *J'avais déjà mis en place la démarche d'investigation mais je vais m'appuyer sur ce qu'on a fait : se poser des questions. Je vais me baser sur ce qu'on a fait pour me poser des points de repères.* » (2605)
— « *Ce que j'ai retenu dans ce stage, c'est partir d'une question. (2621) / Une question bien formulée.* » (2622)
— « *J'ai mis qu'on fait d'abord s'interroger les élèves. J'allais souvent trop vite par rapport au processus.* » (2632)
— « *Donc un scientifique c'est quelqu'un qui suit une démarche en s'interrogeant sur quelque chose.* » (2638)

Les questions posées aux PE1 et aux participants de la formation FC 12h les invitent à répondre en s'appuyant directement sur leur vécu en formation. Leurs réponses intègrent alors majoritairement le fait de se poser une question avant de réaliser des expériences pour y répondre mais ne fournissent pas d'éléments supplémentaires exploitables.

La faible évolution des étudiants de master EEF est difficile à interpréter. Les étudiants ont vécu les mêmes démarches d'investigation que les PE1 sondés

pour lesquels l'évolution est nette ; les questions sont similaires à celles posées au groupe 14 (SF). Il est possible que le contenu purement notionnel du concours ait un impact sur les éléments sur lesquels ils se focalisent, à savoir les réponses plutôt que les questions (cf. 1.2.2. et 1.2.4.).

1.2.6. Synthèse

La démarche d'investigation a un effet sur le rapport à l'expérience, à l'autorité et à l'opportunité des participants (Tableau 1.2.6.).

Formation (nb. stagiaires)	M1EEF (75, 81) gr. 32-37		PE1 (36, 31-17) gr. 20-27		SF (14) gr. 14		FC 12h (10) gr. 29		FC 17h (12,10) gr. 38	
Réponses évoquant explicitement l'expérience Avant | **Après D.I.**	62%	**85%**	77%	**77-85%**	47%	**72%**	40%	**90%**	75%	Non Chiffré
L'expérience sert à valider une hypothèse (U1) Avant | **Après D.I.**	32%	**65%**	36%	**59-64%**	27%	**36%**	10%	**70%**	67%	Non Chiffré
Association de la science à un questionnement Avant | **Après D.I.**	21%	**36%**	17%	**71-76%**	33%	**79%**	30%	**60%**	58%	Non Chiffré
Modification du rapport à l'Autorité					**64%**				++	
Expression d'une modification du rapport à la Démarche scientifique	**77%**		**82%**		**81%**				**80%**	

Tableau 1.2.6. : Evolution des réponses des différents groupes dans leur rapport à l'expérience, au questionnement, à l'autorité et à la démarche scientifique avant et après D.I.

Telle qu'on la pratique, les objectifs de la D.I. sont de permettre aux participants de trouver des réponses aux questions qu'ils se posent en substituant à l'argument d'autorité le recours à l'expérience.

On retrouve ces éléments chez les participants. Ils sont ainsi beaucoup plus nombreux en fin de formation à associer les sciences à une démarche et à associer aux sciences le fait de répondre à un questionnement. Ils acceptent moins facilement l'argument d'autorité et sont plus nombreux à considérer que l'expérience permet de valider ou non des hypothèses.

Ces résultats confirment l'efficacité d'une pédagogie en démarche d'investigation pour modifier le rapport à l'expérience, à l'autorité et à l'opportunité.

6.2. Représentations spontanées de la science chez les enseignants

Les représentations de la science véhiculées par les enseignants et l'influence de celles-ci sur leur enseignement sont largement étudiées dans le monde anglo-saxon.[22] Ces études ont en particulier établi que certaines représentations de la science constituent un obstacle à la mise en œuvre de démarches d'investigation dans leurs classes.[23]

Or les représentations spontanées de la science des enseignants du primaire français restent mal connues. Cette section se propose de documenter celles d'un échantillon de 1163 enseignants et futurs enseignants.[24] Dans un premier temps, on dégagera les profils épistémologiques des enseignants sondés (6.2.1.). Dans un second temps, on cherchera les critères de scientificité utilisés par les enseignants pour caractériser la science (6.2.2.). Un bilan clôturera la section (6.2.3.).

6.2.1. Profils epistemologiques

Aux philosophes, nous réclamerons le droit de nous servir d'éléments philosophiques détachés des systèmes où ils ont pris naissance
Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*[25]

Un tel projet se heurte à deux difficultés de principe : d'une part, les enseignants constituent une population hétérogène, et rien ne garantit *a priori* qu'on puisse dégager des tendances significatives dans leurs représentations de la science ; d'autre part, la science elle-même constitue un ensemble très hétérogène, dont chacun ne construit pas *une* représentation homogène, mais tout un ensemble de représentations dépendant du contexte et de l'aspect de la science concerné.

La seconde de ces difficultés est bien connue, et Gaston Bachelard a développé pour la prendre en compte la notion de *profil épistémologique*, qui caractérise en quelque sorte le « *profil mental* » d'un individu au regard d'un concept donné.[26] Le même outil fournit par ailleurs des indications sur la première difficulté, par comparaison des profils épistémologiques des différents membres de la population considérée.

> Idéalement, dresser le profil épistémologique d'un individu à propos d'une notion donnée suppose donc non seulement que l'évaluateur maîtrise lui-même cette notion, mais qu'il a accédé à son propos à une posture surrationaliste. Cela suppose

22. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future » in S.K. Abell and N.G. Lederman (dir.), *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum éd., U.S.A., 2007, pp. 831-880.

23. Voir par exemple la corrélation établie par Daniel K. Capps et Barbara A. Crawford entre une représentation "naïve" de la science et la mise en place de démarches d'investigation "pauvres". Daniel K. Capps & Barbara A. Crawford (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science : Are They Happening ? *Journal of Science Teacher Education*, 24 (3), pp. 497-526.

24. Gp. 1-18, 20-29, 32-38, 45, 50, 52-54, 57-58, 62-65, 67 selon la nomenclature du chapitre 4 L'ensemble des groupes d'enseignants et futurs enseignants participant à cette étude est disponible dans la section méthodologie 4.2.1.4.3.

25. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, 1940, éd. PUF, 2008, p. 11.

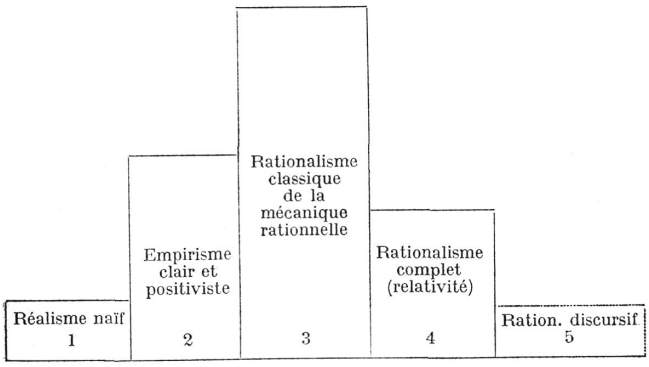
26. *idem*, p. 42.

par ailleurs une évaluation fine des compétences de cet individu. De ce fait, Bachelard s'offre le plus souvent lui-même en exemple[27].

2.1.1. Profils et catégories épistémologiques de Bachelard

Bachelard considère tout d'abord une hiérarchie des diverses « *philosophies dans l'œuvre de la connaissance* »[28] allant du *réalisme naïf* au *rationalisme discursif* (qu'il appelle également *surrationalisme*[29]) en passant par l'*empirisme clair et positiviste*, le *rationalisme classique* et le *rationalisme complet*.

Il considère ensuite que l'accès (souhaitable) à la plus sophistiquée de ces catégories, le rationalisme discursif, implique souvent qu'on soit passé par les autres catégories moins sophistiquées, un individu étant conduit à « *expérimenter les ouvertures du rationalisme les unes après les autres.* »[30] Un sujet peut donc, tout en accédant à propos d'un concept donné à la catégorie épistémologique la plus sophistiquée, conserver en proportions variées des attitudes relevant des autres catégories, ce que Bachelard exemplifie en réalisant son propre profil épistémologique relatif au concept de masse.



Profil épistémologique de notre notion personnelle de masse

Fig. 1

Diagramme 2.1.1.a. : Profil épistémologique de G. Bachelard au regard de la notion de masse[31]

Il considère enfin, d'une part, que tous les concepts scientifiques n'ont pas atteint la même maturité à un moment donné de l'histoire des sciences ; et, d'autre part, qu'un individu donné peut avoir une compréhension plus ou moins sophistiquée de différents concepts. En conséquence, un profil épistémologique s'établit pour un concept donné. Un même individu peut posséder des profils épistémologiques différents pour différents concepts. Ainsi, son profil épistémologique personnel relatif au concept de masse (2.1.1.a.) diffère-t-il de celui relatif au concept d'énergie (2.1.1.b.).

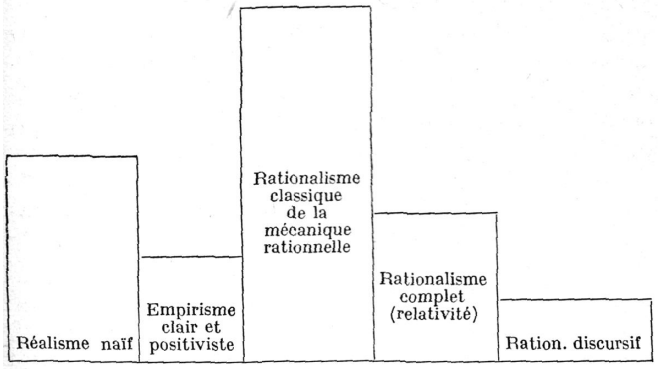
27. Ce qui ne va pas sans poser un problème méthodologique, que nous n'analyserons pas ici. Voir par exemple Catherine De Lavergne, « La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative », in *Recherches Qualitatives*, op. cit.

28. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, op. cit., p. 42.

29. Gaston Bachelard, « *Le Surrationalisme* », in *L'Engagement rationaliste*, éd. PUF, Paris, 1972, pp.7-12.

30. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, op. cit., p. 43.

31. *idem*.



Profil épistémologique de notre notion personnelle d'énergie

Fig. 2

Diagramme 2.1.1.b. : Profil épistémologique de G. Bachelard au regard de la notion d'énergie[32]

Avec cet outil, Bachelard, qui s'adresse avant tout aux spécialistes de la connaissance scientifique, vise à « *rappeler chacun au pluralisme de la culture scientifique* »,[33] mais aussi à la singularité de chaque parcours de formation, dans la mesure où « *un profil épistémologique garde la trace des obstacles qu'une culture a dû surmonter* »[34,35].

La construction de profils épistémologiques implique donc une réflexion sur la construction des connaissances scientifiques et des obstacles franchis pour y parvenir. À une catégorie philosophique du profil est en effet associée une perception par un individu de la notion considérée qui correspond à une étape dans l'élaboration et la maturation de cette notion.

> Ainsi, le **réaliste naïf** ne remet-il pas en question l'existence d'une réalité dont la perception et la représentation ne dépendent pas de l'observateur. Cette posture épistémologique, que Bachelard associe à une « *appréciation quantitative grossière et comme gourmande de la réalité* », correspond souvent à l'une des toutes premières perceptions d'une notion, en particulier chez les enfants.
>
> L'**empiriste clair et positiviste** est quant à lui conscient du rôle de la théorie dans la représentation d'une notion, et considère que « *l'expérience est une référence nécessaire et suffisante pour légitimer toute théorie* ». Un individu est également dans une posture d'empiriste clair et positiviste lorsque pour lui l'étude d'une notion est liée à l'idée « *d'objectivité expérimentale* », lorsque « *l'instrument précède la théorie* » ou lorsque la notion se définit « *comme un élément primitif d'une expérience immédiate et directe* ».
>
> Pour Bachelard, on devient **rationaliste classique** vis à vis d'une notion lorsqu'on considère que la connaissance qu'on en a dérive d'abord de la raison, informée ou non par l 'expérience ; typiquement « *à l'usage simple et absolu d'une notion fait suite l'usage corrélatif des notions /.../ dans un rapport clairement rationnel puisque ce rapport est parfaitement analysé par les lois rationnelles de l'arithmétique* ».
>
> On franchit le cap du **rationalisme complet** lorsque le rationalisme « *est touché par la notion de relativité : une organisation est rationnelle relativement à un corps de notions. Il n'y a pas de raison absolue.* »

32. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, op. cit., p. 45.

33. *idem.*

34. *idem*, p. 51.

35. L'utilisation de profils épistémologiques dans le domaine de la didactique des sciences n'est pas nouvelle. On trouve ainsi une adaptation de l'outil bachelardien chez Eduardo F. Mortimer. Mortimer (1995). Conceptual change or conceptual profile change ? *Science and Education*, 4 (3), pp.267-285.

Enfin, le **rationalisme discursif** est un « *rationalisme ouvert* » dans lequel une notion est dialectisée par la mise en marche d'une « *philosophie dialectique du "pourquoi pas ?"* »[36]

2.1.2. Adaptation de l'outil à l'étude

Nous empruntons la notion bachelardienne de profil épistémologique pour construire les profils individuels relatifs à la notion de science d'un large échantillon d'enseignants et futurs enseignants.

Ces profils sont établis sur la base de leurs réponses à un questionnaire comportant de deux à quatre questions relatives à la nature de la science.[37]

2.1.2.1. Adaptation des catégories bachelardiennes

Dans un premier temps, on s'appuie sur les catégories proposées par Bachelard pour réaliser les profils épistémologiques des 777 participants[38] dont les réponses le permettent.[39]

Une première différence avec l'approche bachelardienne consiste en l'évaluation des profils, qui est le fait du praticien-chercheur et s'applique à d'autres personnes, *via* leurs réponses courtes (de l'ordre de quelques lignes) au questionnaire. Elle est donc à la fois plus objective et plus grossière que celles de Bachelard.

Une conséquence inévitable en est une caractérisation moins fine des catégories épistémologiques. Tout en en conservant l'esprit et la hiérarchie, on est donc amené à élargir les catégories, et à les redéfinir pour permettre leur identification rapide à partir de ces réponses.

— **Réalisme naïf** : On considèrera qu'un participant exprime une forme de réalisme naïf lorsque ses formulations suggèrent, sans distanciation particulière, une réalité physique qu'il serait possible de décrire directement ou la possibilité de comprendre le monde qui nous entoure.

Exemple de réponse caractéristique d'un profil de réaliste naïf pur (étudiant 77, gp. 10) :
« *Quelque chose est scientifique quand elle touche aux choses de la terre, aux phénomènes naturels. La science explique les choses, elle est concrète. Un scientifique est un homme de recherche, qui trouve (la plupart du temps) des réponses à des questions essentielles sur la nature, sur le fonctionnement de la vie etc. Un scientifique se rattache à un monde concret, il est « terre à terre » et n'accorde aucun crédit au surnaturel.* »

— **Empirisme**[40] : On considèrera qu'un participant exprime une forme d'empirisme lorsque ses formulations suggèrent d'une manière ou d'une autre une démarche hypothético-déductive débouchant sur la

36. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, op. cit., pp. 22 à 32.

37. cf. méthodologie § 4.2.1.8.2.

38. Gp. 5-18, 20-23, 26-27, 29, 32-36, 38, 45, 50, 52, 54, 57-58, 62-64, 67, selon la nomenclature du chapitre 4 (§ 4.2.1.4.3.).

39. En tout, 1163 questionnaires ont été recueillis et traités. On ne retient pour cette étude préliminaire que ceux visant à recueillir les représentations de la science (par opposition à son enseignement).

40. Compte tenu de l'élargissement de cette catégorie, on renonce aux qualificatifs de "clair" et "positiviste".

construction de loi, ou même, dans un sens plus pauvre de la posture empiriste, la simple nécessité de mettre en place des expériences.

Exemples de réponses caractéristiques de profils d'empiristes purs :

— « *Un scientifique a conscience de l'apparence trompeuse de ce qui nous entoure. Il s'interroge en construisant une expérience capable de mettre en évidence la validité ou la non validité d'une hypothèse. Le scientifique se doit de mettre en évidence des relations de causes à effets* ». (enseignant 291, gp. 15)

— « *Un scientifique est une personne qui cherche des solutions logiques et rationnelles à des problèmes posés à l'aide d'expériences et de mesures précises.* » (enseignant 538, gp. 21)

— **Rationalisme classique** : L'interprétation bachelardienne de la notion de rationalisme est très exigeante, et s'applique essentiellement à des esprits de haute culture scientifique. Ici, dans une vision très large du rationalisme classique, on se contentera d'une mise en avant de la raison (par opposition à l'expérience), par exemple lorsqu'un sujet évoque pour définir la science la mise en rapport d'éléments de nature différente ou l'établissement de lois ou de théories.

Exemples de réponses de l'étudiant 24 (gp. 12) et de l'enseignant 304 (gp. 15) conduisant à leur attribuer un profil de rationaliste pur :

— « *Quelque chose est scientifique si des « lois scientifiques » peuvent expliquer ce phénomène, si on peut expliquer son origine, son fonctionnement de façon certaine, objective. Un scientifique est une personne qui analyse des phénomènes en établissant des lois.* » (24)

— « *Tout objet est scientifique par définition, cela dépend du regard que l'on pose sur lui. Un scientifique analyse le monde, les relations, les objets en suivant une démarche de questionnement, analyse du rapport des objets, des notions les unes vis à vis des autres.* » (304)

Pour les catégories épistémologiques les plus sophistiquées, **Rationalisme complet** et **Rationalisme discursif,** on conserve le niveau d'exigence considéré par Bachelard, dans la mesure où il est difficile de les élargir sans les confondre, entre elles et avec le rationalisme classique.

Une seconde conséquence de cette technique de profilage *via* des réponses courtes est le caractère arbitraire des proportions affectées aux différentes catégories dans les profils "complexes", qui présentent une part inévitable de subjectivité. Cette difficulté était identifiée par Bachelard, qui note « *l'importance relative des convictions* »[41]. On se contentera donc de cinq pondérations possibles[42] : une unique catégorie (profils "purs", 100%) ; plusieurs catégories de même poids (2 x 50% ; 3 x 33%, etc.) ; une catégorie majoritaire et une autre minoritaire (66%/33%).

2.1.2.2. Catégories et profils spécifiques

Sans entrer encore dans le détail de la variété de combinaisons offertes par cet outil,[43] on identifie dans un premier temps les participants pour lesquels il est

41. Gaston Bachelard, *La Philosophie du non*, op. cit., p. 43.

42. La somme des coefficients étant arbitrairement fixée à 1 (100%).

43. Soit 50 combinaisons possibles, pour 5 catégories, en considérant les profils avec une unique catégorie, ceux avec une catégorie majoritaire et une minoritaire, ceux avec deux catégories en mêmes proportions, ceux avec trois catégories en même proportion et ceux avec 4 catégories en même proportion. cf. Méthodologie § 4.2.1.6.1.

possible de dégager un profil. En l'état, les catégories définies ci-dessus permettent de profiler 71% des participants, *29 % s'avérant inclassables en ces termes*.

Dans un souci de simplicité, on se contente à ce stade d'une répartition basique par profils "majoritaires", sans distinguer les profils "purs" de ceux intégrant une composante minoritaire, ni s'attacher encore à l'identification de cette dernière. Les profils mixtes comportant 50% d'empirisme ont également été intégrés à la catégorie "empirisme majoritaire". (diagramme 2.1.2.2.a.)

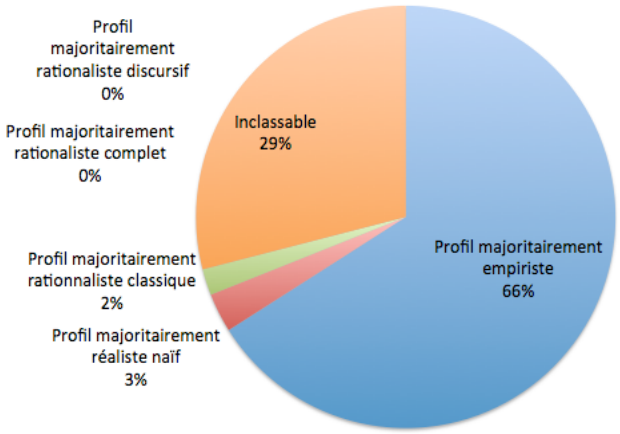


Diagramme 2.1.2.2.a. : Répartition majoritaire des participants selon les catégories bachelardiennes élargies

Pour cette population, les catégories *rationalisme complet et rationalisme discursif sont totalement absentes* des profils épistémologiques relatifs à la notion de "science", aucun participant ne présentant d'indications de postures en relevant, même de façon minoritaire.

Ce résultat n'est pas très surprenant dans la mesure où ces catégories supposent une réflexion approfondie sur la nature de la science, que l'on n'attend généralement pas de la part d'enseignants généralistes *a priori* peu concernés par la philosophie des sciences ou l'élaboration de nouvelles connaissances scientifiques.

On élimine donc ces deux catégories vides du traitement des profils épistémologiques des participants.

Réponses récursives

Le taux encore très élevé de réponses inclassables avec les catégories bachelardiennes initiales (29 %) suggère par ailleurs de remplacer les deux catégories essentiellement vides par des catégories mieux adaptées aux enseignants et futurs enseignants.

Un retour sur ces inclassables met en évidence la fréquence de *formulations récursives*, définissant la science ou les scientifiques par leur nature "scientifique".

> Exemple de formulation récursive (étudiant 663, gp. 27) :
>
> — Comment faites-vous pour savoir que quelque chose est scientifique ?
> — *« S'il fait partie du domaine des sciences, si l'on a affaire à une démarche scientifique : questionnement, hypothèses, expériences, calcul. »*

Que cette approche récursive de la nature de la science résulte d'une logique circulaire, d'un simple refus d'obstacle, ou (moins probablement…) d'une tentative d'ontologisation de la science, cette tendance n'en apparaît pas moins assez massive et significative pour être intégrée comme une catégorie supplémentaire pour définir les profils des participants au regard de la notion de science.

On se retrouve alors avec 4 catégories (les 5 catégories bachelardiennes, moins les rationalismes complet et discursif, plus une composante récursive) à disposition pour construire les profils : approche récursive, réalisme naïf, empirisme, rationalisme[44]. Cet ajout permet alors de *réduire le nombre de réponses inclassables à 16%*[45] (diagramme 2.1.2.2.b.).

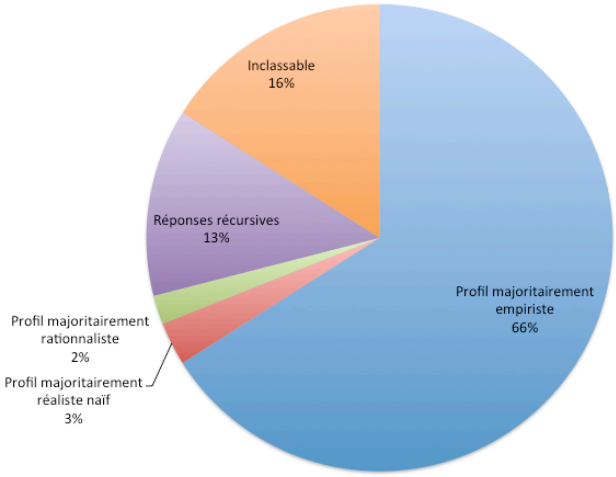


Diagramme 2.1.2.2.b. : Répartition majoritaire des participants après ajout de la catégorie récursive

Approche apodictique

La lecture des 16% de réponses inclassables restantes met par ailleurs en évidence nombre de références à la possibilité de réaliser des *démonstrations* et d'établir des *preuves*, sans allusion à des expériences mais avec la possibilité d'accéder à une *vérité*.

Cette approche archaïque[46] de la science peut être qualifiée d'*apodictique*, au sens de la science aristotélicienne (cf. § 2.3.1.1.). Dans la mesure où elle est largement incompatible à la fois avec l'approche empiriste,[47] et avec

44. Qu'il ne semble désormais plus pertinent de qualifier de "classique", les formes plus sophistiquées de rationalisme ayant été éliminées, et la catégorie bachelardienne initiale significativement élargie pour l'adapter au public de l'étude.

45. Les proportions de profils relevant majoritairement de l'une des catégories bachelardiennes restent inchangées même si l'introduction d'une nouvelle catégorie permet une identification plus fine de la composante minoritaire.

46. On évite délibérément le qualitatif de "naïve", pour le réserver à la catégorie du "réalisme naïf".

47. Là où l'approche apodictique se contente souvent d'une référence incantatoire à des "preuves" ou à des "démonstrations", ou au mieux d'un appel à la "logique", l'approche empirique, ou hypothético-déductive suppose leur mise à l'épreuve expérimentale, dans toute la mesure du possible. On distingue donc nettement dans les réponses les références à la notion de "démonstration expérimentale", qu'on considère comme un indice d'une approche empiriste de la science même lorsqu'elles ne sont pas explicitement associées à des références à la "méthode expérimentale", des simples références à des "démonstrations", sans explicitation.

l'approche rationaliste (au sens moderne), on ne la traitera pas comme une catégorie épistémologique susceptible d'être combinée avec les précédentes, mais comme un profil spécifique, qu'on qualifiera (en ce sens restreint) d'*aristotélicien*, caractérisant les réponses purement apodictiques (5% de l'ensemble des réponses).

Exemple de profil "aristotélicien pur" (étudiant 136, gp. 8)

— *C'est basé sur un raisonnement, quelque chose que l'on peut démontrer, une démarche. Un scientifique est quelqu'un qui fait de la recherche, démontre, explique comment les choses fonctionnent.*

Par ailleurs, les nombreuses réponses associant approches apodictique et récursive nous incitent à prendre en compte un profil complémentaire "d'*aristotélicien récursif*" (4 %).

Exemple de profil "aristotélicien récursif" (étudiant 560, gp. 22)

— *Quelque chose est scientifique quand il s'agit d'un savoir objectif : ce peut être démontré, prouvé de façon mathématique, physique. En outre, il peut s'agir des sciences humaines quand cette chose a réellement existé ou existe. Un scientifique est une personne qui prouve, démontre sa thèse avancée. Il essaye de défendre la vérité, celle qui appartient aux sciences.*

L'introduction de ces deux profils supplémentaires permet de *réduire le taux de réponses inclassables à 7%* (cf. diagramme 2.1.2.2.c.).

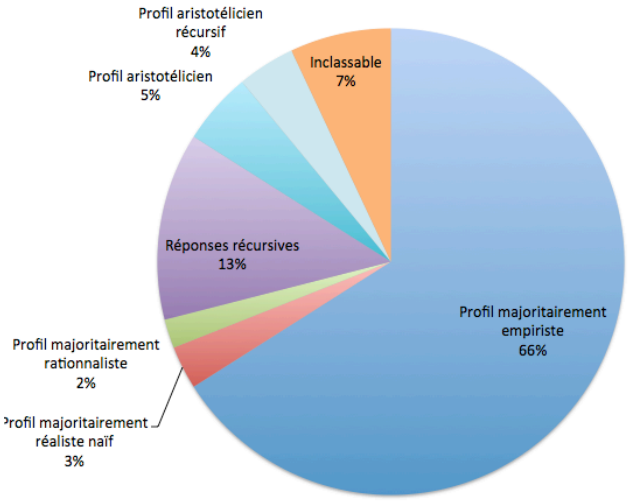


Diagramme 2.1.2.2.c. : Proportion des différents profils en ajoutant les profils aristotélicien et aristotélicien récursif

Curiosité et découverte

Enfin, on observe des variations fréquentes autour des termes de *curiosité* et de *découverte*. Ils apparaissent parfois dans un cadre que l'on a qualifié d'empiriste mais très souvent aussi sans autre justification qu'eux-mêmes. On introduit donc un profil "exploratoire". L'introduction de ce profil supplémentaire permet de *réduire le taux de réponses inclassables à 4%* (diagramme 2.1.2.2.d.).

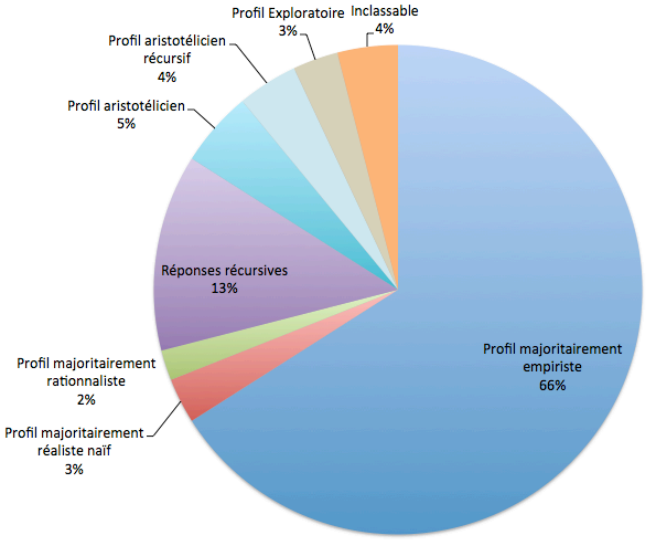


Diagramme 2.1.2.2.d. : Proportion des différents profils en ajoutant le profil Exploratoire

À ce stade, il n'apparaît plus dans les dernières réponses inclassables restantes d'élément saillant. On considère acceptable un taux d'échec de 4% dans le profilage.

2.1.2.3. Outil finalisé

Après adaptation de l'outil au public enseignant du primaire, on dispose d'un jeu de 30 profils types, représentatif de plus de 95% des réponses :

— 27 profils types correspondant à toutes les combinaisons possibles, au niveau de précision considéré,[48] des quatre catégories principales : réalisme naïf, approche récursive, empirisme et rationalisme, qu'on peut représenter sous la forme d'un diagramme de Bachelard.

— un profil type "aristotélicien"
— un profil type "aristotélicien récursif"
— un profil type "curiosité, découverte"

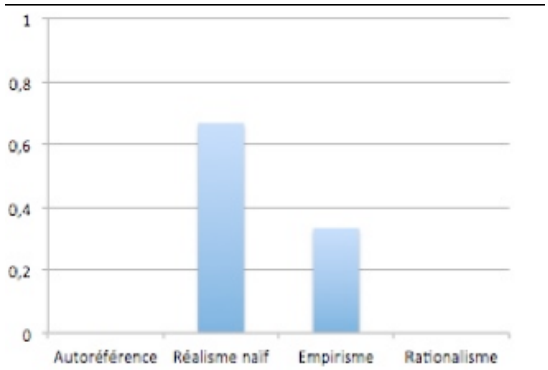


Figure 2.1.2.3. : Exemple de profil majoritairement réaliste naïf avec une composante empiriste

48. Avec, pour mémoire, cinq pondérations possibles : profils purs (100%) ; une composante majoritaire et une minoritaire (66%/33%) ; équipartition avec deux, trois ou quatre composantes (50%/50%, 33%/33%/33% et 25%/25%/25%/25%.)

2.1.3. Profils épistémologiques des enseignants et futurs enseignants

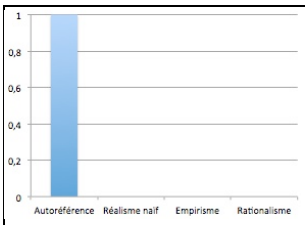
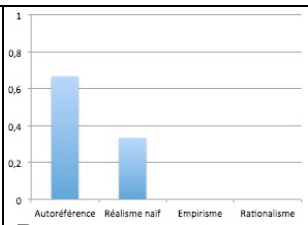
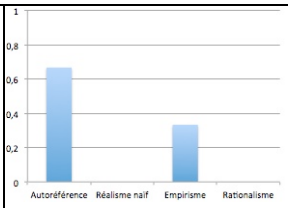
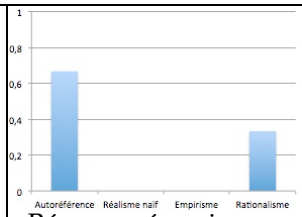
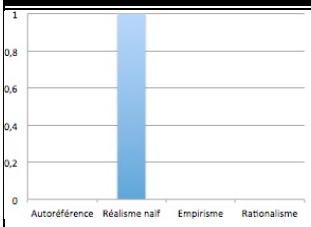
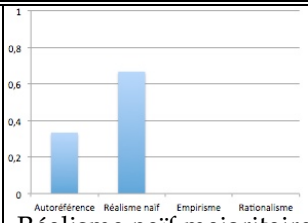
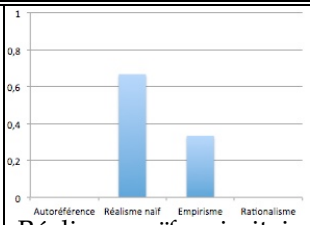
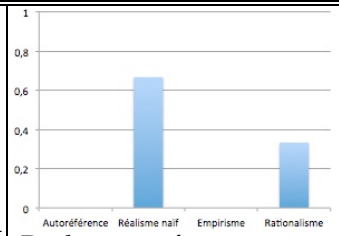
2.1.3.1. Résultats globaux

On réalise donc les profils épistémologiques des 777 participants considérés.

Le profil empiriste pur apparaît très nettement dominant (52%).

Les profils autres que "empiriste pur" sont dispersés sur l'ensemble des groupes de participants.[49] Aucun ne dépasse les 7%.

Les profils types les plus peuplés sont ensuite le profil "purement récursif" (7%), les profils associant empirisme et réponse récursive (11,7% au total) et les profils aristotéliciens (9,1%). 15 profils types, dont 7 sont vides, sont occupés par moins de 7 participants (moins de 1%) et 6 autres accueillent moins de 2% des participants. En tout 87,9% des participants se retrouvent répartis sur 30% des profils initiaux (9 profils). Les tableaux 2.1.3.1.a. à c. détaillent le nombre de participants pour chacun des profils considérés, ainsi que leur pourcentage et un exemple de réponse. Les profils types ont été classés par catégorie dominante pour faciliter la lecture (e.g. première ligne, profils où la catégorie réponse récursive est majoritaire). Les résultats détaillés pour chaque groupe de participants sondés sont disponibles en annexe 6.B.b.

 Réponse récursive pure *Un scientifique : personne qui "fait" des sciences ! Un physicien, c'est quelqu'un qui fait des recherches, des études sur un sujet (ou plusieurs) touchant aux thèmes de la physique.* (étudiant 853, gp. 34)	 Réponse récursive majoritaire +Réalisme naïf *Qui fait des recherches sur les domaines de la science. Quelque chose est scientifique lorsque c'est exact. C'est lorsqu'on suit une démarche objective, concrète. Lorsqu'il n'y a pas d'autres réponses que celles apportées.* (étudiant 138, gp. 8)	 Réponse récursive majoritaire +Empirisme *Qui travaille dans un laboratoire, qui a de grandes connaissances dans le domaine scientifique, chimique et technologique. Il peut faire des expériences scientifiques afin d'améliorer certains domaines* (étudiant 862, gp. 34)	 Réponse récursive majoritaire +Rationalisme *Un scientifique est un homme qui mène des recherches dans des domaines variés, math, sciences diverses. Qq. chose est scientifique lorsqu'on utilise une réflexion réfléchie, raisonnée comme démarche de recherche.* (étudiant 36, gp. 12)
55 (7%)	**2**	**29 (3,7%)**	**8 (1%)**
 Réalisme naïf pur	 Réalisme naïf majoritaire + réponse récursive	 Réalisme naïf majoritaire + Empirisme	 Réalisme naïf majoritaire +Rationalisme

49. Il ne semble pas apparaître de corrélation nette entre un type de profil et les paramètres caractéristiques des différents groupes (âge, diplôme, nationalité, etc.). Leur étude plus rigoureuse sortirait toutefois du cadre de cette étude.

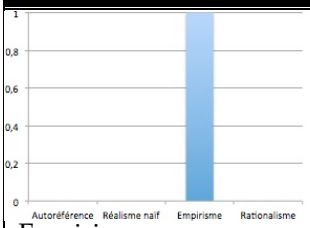
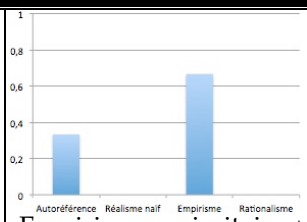
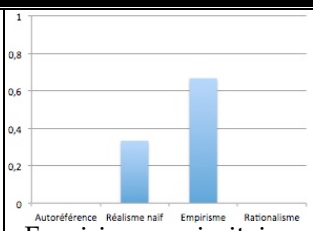
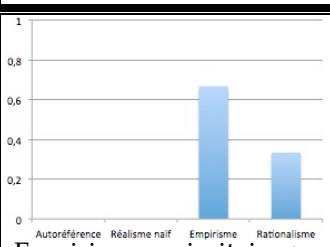
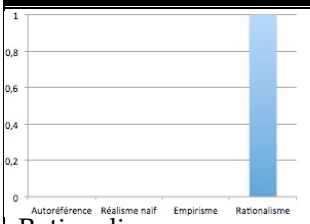
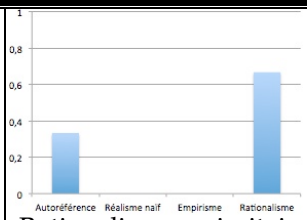
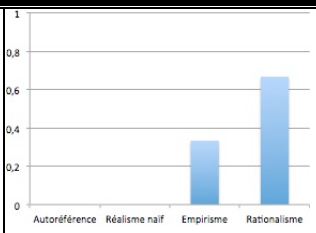
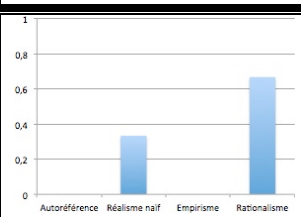
Un scientifique analyse des éléments qui nous entourent. Il possède un savoir et un désir de recherche, il étudie des éléments que les autres hommes ne réfléchissent pas comme la nature, les bases de notre existence. Son savoir s'appuie sur des réflexions et des études aboutissant à une vision réelle de notre monde et des ses composants. (étudiant 636, gp. 26)	*C'est sur un thème ou notion qui est en rapport avec la nature ou la physique. C'est fait par des chercheurs. C'est une personne qui étudie des faits, qui cherche pourquoi (causes) les faits, comment ils se forment (paramètres) et les conséquences (avenir)* (étudiant 177, gp. 13)	*La science c'est l'explication réelle de ce qui se passe sur la planète Terre et la recherche de ces phénomènes. Ce qui n'est pas scientifique applique moins de règles et est moins objectif. C'est une discipline qui se base sur les phénomènes naturels et qui peut les expliquer par des expériences qui s'y rapprochent au plus (plus proche possible de la réalité)* (étudiant 1128, gp. 58)	*Ce qui est scientifique est concret et répond à une démarche, une méthode. Pour tout ce qui est scientifique, on peut établir une règle. Est une personne qui cherche des explications aux phénomènes naturels.* (étudiant 230, gp. 13)
12 (1,5%)	**3**	**7 (1%)**	**3**
 Empirisme pur *Quelque chose qui se démontre avec des expériences. Un scientifique expérimente pour pouvoir proposer des pistes de travail.* (enseignant 296, gp. 15)	 Empirisme majoritaire + Réponse récursive *A partir du moment où elle peut faire l'objet d'observations, d'expérimentations de manipulations et/ou qui permet d'observer des transformations. Qui fait des sciences. Va faire inter agir différents éléments afin d'observer les réactions obtenues et de dégager des propriétés.* (enseignant 295, gp. 15)	 Empirisme majoritaire +Réalisme naïf *Un fait scientifique est un fait concret qui traduit un phénomène, une manifestation que l'on cherche à étudier. C'est une personne qui cherche des réponses à expliquer des faits scientifiques, qui pratique des expériences.* (étudiant 78, gp. 10)	 Empirisme majoritaire + Rationalisme *Un fait scientifique est obtenu par expériences et preuves. Il doit être accepté par la communauté scientifique. Est un chercheur qui tente d'expliquer le monde qui nous entoure de façon rationnelle.* (étudiant 90, gp. 10)
406 (52%)	**46 (6%)**	**7 (1%)**	**16 (2%)**
 Rationalisme pur *Les sciences prennent souvent pour données des chiffres, elles s'appuient dessus pour émettre des hypothèses et fonder des lois. Elles tentent souvent aussi de rationaliser un phénomène, d'en comprendre les mécanismes pour pouvoir les expliquer. Un document qui remplit une de ces fonctions est scientifique à mes yeux.* (étudiant 836, gp. 33)	 Rationalisme majoritaire + Réponse récursive *Quelqu'un qui s'appuie sur la science pour démontrer ou prouver un fait. Il peut être chimiste, physicien, mathématicien, biologiste, géologue. Il peut travailler dans un laboratoire, enseigner à la faculté, ou les deux. On peut le prouver, le démontrer par une règle mathématique, chimique, une théorie physique.* (étudiant 525, gp. 20)	 Rationalisme majoritaire + Empirisme *Tout d'abord cela se rapporte à une démarche scientifique avec à la clé une théorie, une nouvelle conception d'un fait existant à l'aide d'arguments. Un scientifique est une personne qui cherche à comprendre les éléments qui l'entourent. Pour cela il cherche, argumente et établit des hypothèses.* (étudiant 12, gp. 5)	 Rationalisme majoritaire + Réalisme naïf
6	**2**	**5**	**0**

Tableau 2.1.3.1.a. : Répartition des 777 participants selon les différents profils à composante majoritaire. Pour chaque profil envisagé, de haut en bas : Diagramme de Bachelard, résumé du profil, exemple de réponse justifiant le classement correspondant, nombre et pourcentage (entre parenthèses) de participants présentant le profil.

77% des profils d'enseignants et futurs enseignants présentent une catégorie majoritaire. Parmi celles-ci, la catégorie empiriste est de très loin dominante puisqu'on la trouve dans 61% des profils.

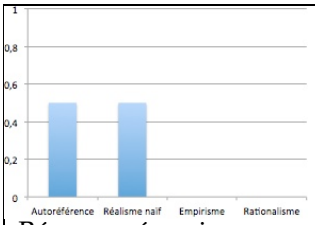
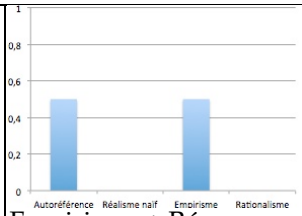
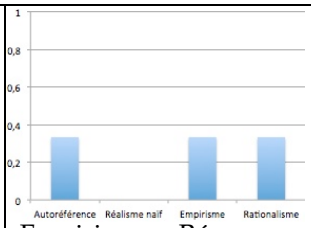
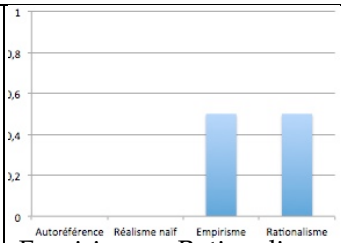
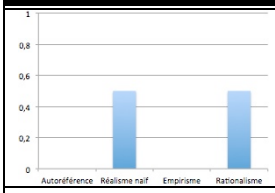
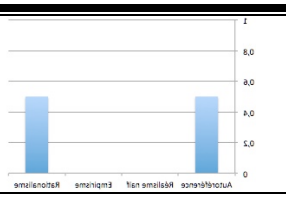
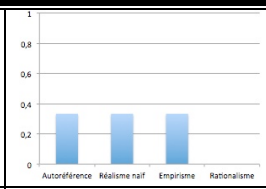
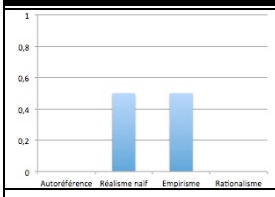
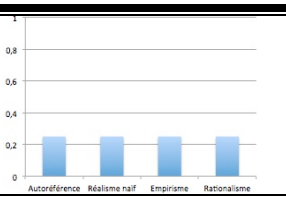
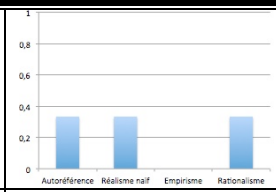
 Réponse récursive +Réalisme naïf *Tout est scientifique : tout objet est fait de matière, celle-ci constituée d'atomes obéissant à des lois physiques. Un scientifique est une personne dont le métier est dédié à la science : cela peut être un chercheur en biologie, un professeur de mathématiques, un ingénieur…* (étudiant 183, gp. 13)	 Empirisme + Réponse récursive *Quelque chose est scientifique si cela résulte de rapports avec la science : biologie, géologie, physique, chimie… Un scientifique est quelqu'un qui étudie les sciences ; qui étudie des phénomènes à partir d'expériences.* (étudiant 117, gp. 9)	 Empirisme + Réponse récursive + Rationalisme *Si cette chose est en rapport avec les sciences : mathématiques, physique, chimie, sciences de la vie et de la terre. Cette chose peut servir dans une expérience ou à prouver une théorie. Qui fait des recherches et des expériences afin d'aboutir à un résultat. C'est aussi quelqu'un qui va prouver une théorie.* (étudiant 534, gp. 20)	 Empirisme + Rationalisme *Est scientifique quelque chose qui confronte le raisonnement à l'expérimentation et inversement. Une personne qui cherche à donner une explication rationnelle à un phénomène.* (étudiant 237, gp. 13)
6	**15 (2%)**	**4**	**24 (3%)**
			
0	**0**	**0**	
			Refus de réponse
0	**0**	**0**	**2**

Tableau 2.1.3.1.b. : Répartition des 777 participants selon les différents profils sans composante majoritaire. Pour chaque profil envisagé, de haut en bas : Diagramme de Bachelard, résumé du profil, exemple de réponse justifiant le classement correspondant, nombre et pourcentage (entre parenthèses) de participants présentant le profil.

Profil exploratoire *Est essentiellement curieux, observateur qui cherche toujours le pourquoi des choses.* (enseignant 331, gp. 15)	Inclassable	Aristotélicien *Quelque chose qui est explicable, vérifiable par une démonstration et qui se base sur des faits. Quelqu'un qui suit une démarche de réflexion, démonstration (vérification) et conclusion* (étudiant 252, gp. 13)	Aristotélicien récursif *Si elle concerne les sciences, c'est à dire si il y a eu une preuve (fait scientifiquement prouvé). Quelqu'un qui a une démarche scientifique un raisonnement par la preuve.* (étudiant 222, gp. 13)
22 (2,8%)	**25 (3,2%)**	**39 (5%)**	**32 (4,1%)**

Tableau 2.1.3.1.c. : Répartition des 777 participants selon les différents profils. Pour chaque profil envisagé, de haut en bas : nom du profil, exemple de réponse justifiant le classement correspondant, nombre et pourcentage (entre parenthèses) de participants présentant le profil.

Très peu d'enseignants et futurs enseignants ont des profils équilibrés sur deux ou trois catégories (5%) et ceux sont les profils avec une catégorie empiriste qui sont comme précédemment les plus occupés. On peut noter le bon taux de retour de ce questionnaire, seuls 2 participants sur 777 ayant refusé d'y répondre.

On se propose maintenant de dégager à partir des profils réalisés les représentations de la science dominantes chez les enseignants et futurs enseignants.

2.1.3.2. Empiristes

Les enseignants apparaissent très majoritairement empiristes, dans le sens très large que nous avons donné à ce terme. Ils associent typiquement la science, avant tout, au fait de *faire des expériences pour construire des lois*.

Ainsi, on trouve une composante empiriste chez 560 participants sur 777 soit 72% des participants. Parmi ceux-ci, 73% ont un profil d'empiriste pur et 12% un profil majoritairement empiriste. La catégorie empiriste domine donc chez 85% des participants qui l'intègrent à leurs profils (soit 66% de l'ensemble).

Empiristes purs	52% (404)
Empiristes majoritaires	9% (70)
Empiristes mixtes	5,6% (44)
Empiristes minoritaires	5,3% (42)
Non empiristes	28,1% (217)
Nb. total de participants	777

Tableau 2.1.3.2.a. : Répartition des différents profils empiristes sur la population sondée (777 part.)

On constate également une part importante d'autoréférence chez les enseignants et futurs enseignants empiristes (16%). La proportion des participants empiristes présentant une composante rationaliste est revanche faible : 8% du total (diagramme 2.1.3.2.b.).

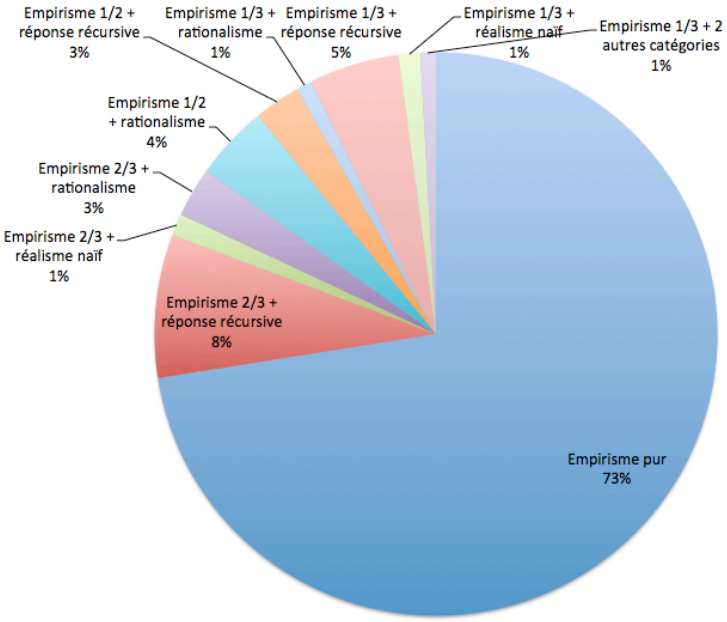


Diagramme 2.1.3.2.b. : Répartition des participants selon les différents profils incluant une composante empiriste (560 profils au total)

Il n'est pas très surprenant que les enseignants et futurs enseignants aient une vision de la science à dominante empiriste, compte tenu des stratégies pédagogiques de l'Éducation Nationale, à la fois du point de vue de l'enseignement qu'ils ont reçu et de celui des programmes qu'ils doivent ou devront mettre en œuvre. La démarche d'investigation repose avant tout à l'école primaire sur des expériences et le scientifique archétypal reste souvent "l' expérimentateur en blouse blanche".[50]

Prime à l'empirisme chez les enseignants en poste

Les enseignants apparaissent un peu plus empiristes que les étudiants, à 80% (200 sur 249) contre 68% (360 sur 528). Cette proportion plus importante pourrait être associée à une fréquentation prolongée de la démarche d'investigation expérimentale chez les premiers.

Un faible recouvrement entre empirisme et rationalisme

La faible proportion (8%) de profils combinant empirisme et rationalisme apparaît plus surprenante. On peut encore noter qu'elle est plus faible chez les enseignants en poste (3% des 200 enseignants empiristes) que chez les étudiants (12% des 360 étudiants empiristes).[51]

Un "empirisme" peu sophistiqué

La part importante d'autoréférence associée (16%) peut quant à elle marquer la difficulté de certains participants à formuler leur représentation de la science. C'est une question d'ordre épistémologique à laquelle ils n'ont que très rarement eu l'occasion de réfléchir dans leur parcours scolaire ou professionnel et l'exercice n'est pas simple. Leur recours à l'autoréférence pourrait alors s'interpréter comme une solution de repli.

L'empirisme des enseignants et futurs enseignants sondés demeure toutefois peu sophistiqué, assez éloigné de celui d'Auguste Comte ou de Gaston Bachelard.

2.1.3.3. Rationalisme

Alors même que la catégorie "rationaliste" a été très significativement élargie, elle concerne peu de participants, même de façon minoritaire. Seuls 69 profils sur 777, soit 8,8% des participants, présentent cette composante.

On pourrait, avec beaucoup d'indulgence, envisager de considérer les participants "aristotéliciens" (i.e., ici, tenant d'une approche apodictique) comme des "pré-rationalistes" (au sens moderne) ; mais, même ainsi, les enseignants et futurs enseignants rationalistes au sens très élargi ne représenteraient que 17% de la population. Nous ne faisons pas ce choix ici.

---

50. D. Wade. (1983). « Draw-a-scientist ». *Science Education,* 67(2), 255–265.

51. La taille de l'échantillon et le nombre de variables potentiellement pertinentes ne permettent pas d'interprétation univoque de ce résultat. On peut toutefois imaginer que la moins grande distance des étudiants à leur formation initiale en sciences y contribue.

Le profil rationaliste pur[52] *est très rare :* 6 occurrences pour 777 participants soit 2% des participants et 9% des profils incluant une composante rationaliste.

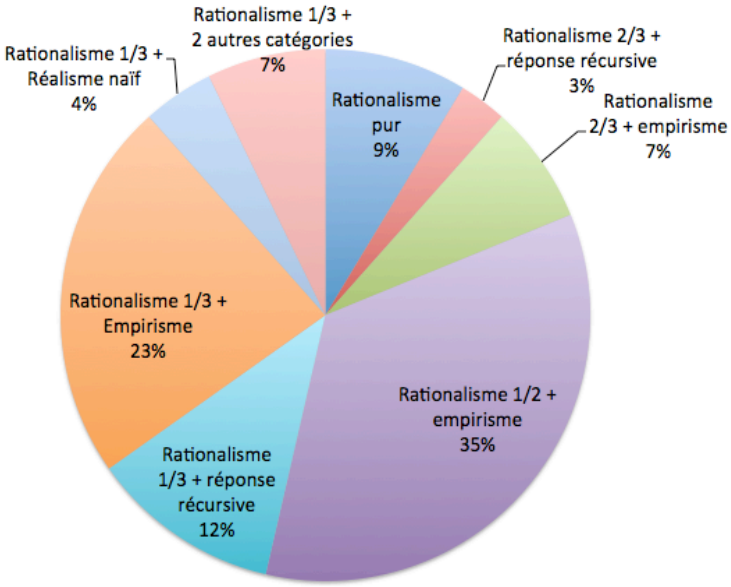


Diagramme 2.1.3.3. : Répartition des participants dont le profil comporte une composante rationaliste (66 au total)

On constate que la composante rationaliste est avant tout associée à l'empirisme : cette association apparaît dans 72% des réponses (50 profils). Même si la répartition entre rationalisme et empirisme sur les différents profils (2/3, 1/2, 1/3) n'est pas exempte d'une part de subjectivité, cela n'a pas d'impact sur le pourcentage total des réponses. (diagramme 2.1.3.2.).

2.1.3.4. Réponse récursive

Une proportion non négligeable des enseignants et futurs enseignants (26%) a recours à l'autoréférence lorsqu'il leur est demandé de s'exprimer sur la nature de la science. (diagramme 2.1.3.4.). Parmi ceux-là, 27% ont un profil purement récursif (7% de l'ensemble des participants) et 44% sont "empiristes récursifs".

Les questionnaires ne permettent pas de distinguer les éléments récursifs relevant d'une logique circulaire d'un simple refus d'obstacle ou d'une tentative d'ontologisation de la science. Toutefois, le niveau de langage observé permet de supposer que la question les met en difficulté.

52. Qui, en pratique, intègre tous les participants dont le profil aurait intégré une composante rationaliste dans le sens plus restreint auquel Bachelard emploie ce terme.

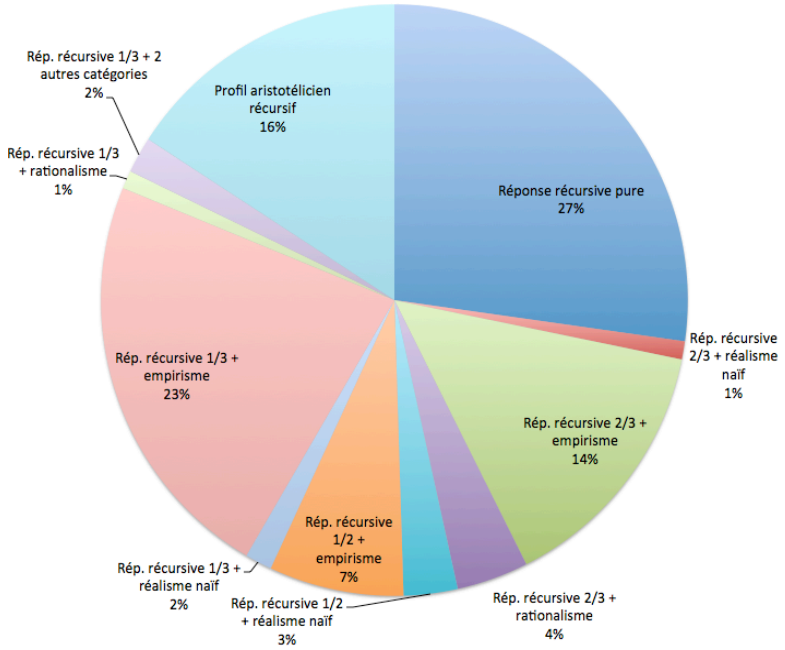


Diagramme 2.1.3.4. : Répartition des participants dans les profils incluant une composante récursive (202 au total)

2.1.3.5. Réalisme naïf et profils additionnels

Les enseignants et futurs enseignants sont :

- 25 sur 777, soit 3,2%, à être majoritairement réalistes naïfs dont 12 sont des réalistes naïfs purs (diagramme 2.1.3.5.)
- 71 à présenter un profil aristotélicien, soit 9,2% d'entre eux
- 22 à présenter un profil exploratoire pur, soit 2,8%[53]

Les profils à dominante réalisme naïf, aristotélicien et "exploratoire" correspondent à des enseignants et futurs enseignants dont la représentation de la science est soit rudimentaire, soit archaïque.

À ces 15,2% d'enseignants et futurs enseignants qui ont une représentation de la science éloignée de la science moderne, s'ajoutent 7% d'enseignants et futurs enseignants récursifs purs soit 22,2%.

Au total, en cumulant ces 15,2% d"archaïques" et les 7% de "récursifs purs", 22,2% des enseignants ou futurs enseignants, soit plus d'un cinq, proposent une réponse très problématique[54] à une demande de réflexion sur la nature de la science.

53. Rappelons que, pour ne pas alourdir le nombre de profils types, l'aspect exploratoire n'a pas été traité systématiquement comme une contribution possible à tous les profils, à l'égal par exemple du réalisme naïf. Ce choix ne permet donc pas de savoir quelle proportion des participants intègre de façon minoritaire cette composante dans son profil.
54. Ce qui ne signifie aucunement que les autres réponses puissent être considérées comme satisfaisantes, compte tenu en particulier de l'élargissement considérable des catégories "empiriste" et "rationaliste".

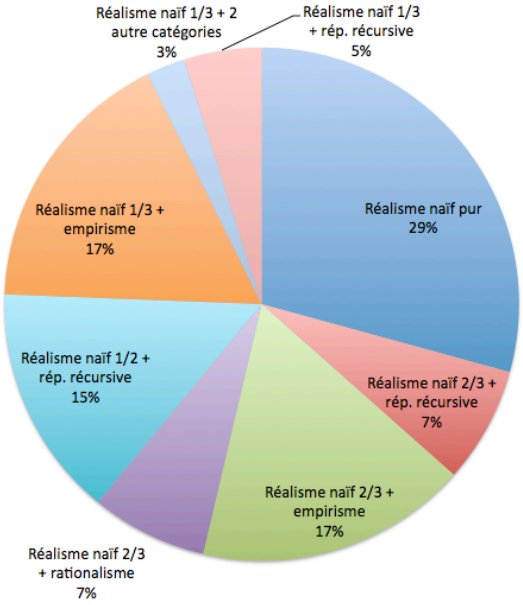


Diagramme 2.1.3.5. : Répartition des participants dans les différents profils incluant une composante réalisme naïf (41 profils au total)

2.1.4. Synthèse

L'étude réalisée a permis de dégager trois tendances lourdes concernant les représentations de la science des enseignants et futurs enseignants sondés :

- 66% d'entre eux apparaissent majoritairement empiristes
- 90% d'entre eux n'expriment aucun rationalisme
- 24% d'entre eux ont une représentation archaïque de la science

Ces résultats ont été obtenus en s'appuyant sur les réponses de 777 étudiants se destinant à l'enseignement et d'enseignants en poste, essentiellement dans le cadre de formations obligatoires. La grande diversité du public considéré et les résultats très tranchés obtenus nous incitent à considérer cet échantillon comme représentatif des enseignants du département des Alpes-Maritimes. Il reste difficile d'évaluer la pertinence des résultats obtenus pour des enseignants d'une autre région mais il serait étonnant que les tendances dégagées diffèrent fortement. Des études plus systématiques sur un échantillon élargi seraient néanmoins nécessaire pour s'en assurer.

6.2.2. Criteres de scientificite spontanes

On trouve dans la littérature deux approches principales pour identifier les représentations de la nature de la science.[55] La première, non spécifique, est mise en place dans un contexte très ouvert, afin de limiter l'influence de l'enquête sur les réponses ; en contrepartie celles-ci sont souvent réduites à quelques éléments de

55. Pour une revue très détaillée, cf. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future », op. cit.

scientificité. Inversement, l'approche basée sur des situations contextualisées fournit souvent des réponses plus précises mais susceptibles d'être induites par la formulation des questions et spécifiques aux exemples proposés.

On fait ici le choix de croiser les deux approches afin d'identifier les critères de scientificité employés spontanément par des enseignants, d'une part dans un contexte très ouvert et, d'autre part, dans des situations de plus en plus spécifiques.

Pour cela, quatre études complémentaires ont été engagées :

— La première a permis de recueillir les conceptions de près d'un millier d'enseignants et futurs enseignants sur des questions très ouvertes en les sollicitant sur un temps court (§ 2.2.1.).

— La seconde s'est au contraire focalisée sur des objets spécifiques intervenant dans la plupart des D.I., les *définitions* et les *schémas*. Elle a consisté à demander aux participants à des D.I. de mobiliser en situation des critères pour évaluer la scientificité de leurs propres productions (§ 2.2.2. & 2.2.3.). Plus coûteuse en temps, elle a été déployée dans le cadre de formations longues.

— La troisième s'est penchée sur les critères employés pour caractériser un document scientifique (§2.2.4.) ou un expérience (§2.2.5.).

— Enfin, la quatrième étude concernait la réaction des participants à des critères de scientificité suggérés, indirectement, par le support, à propos de situations plus complexes, expériences ou investigations complètes (§ 2.2.6.).

2.2.1. Approche non spécifique

Un millier d'enseignants et futurs enseignants[56] ont été soumis à des questions ouvertes sur la nature de la science ou la caractérisation des scientifiques[57]. L'ensemble de leurs réponses est disponible en annexe 6.B.a. Les profils épistémologiques de 77 d'entre eux ont été réalisés à la section précédente (§ 6.2.1.)

L'objet de cette étude était d'identifier leurs critères de scientificité spontanés. *Le dépouillement ne fait apparaître que très peu de critères de scientificité* stricto sensu, *c'est à dire formulés comme des conditions nécessaires.* La plupart intègrent toutefois des éléments de scientificité plus ou moins bien formulés. Au total, 1500 éléments de scientificité ont été identifiés pour 1163 réponses scrutées. Ils ont été répartis entre 33 catégories[58] (tableau 2.2.1.).

---

56. 1163 au total. 696 futurs enseignants français, 287 enseignants en poste français, 27 étudiants suisses et 104 enseignants chiliens. Cet échantillon inclut celui de 777 participants, dont les profils épistémologiques ont été réalisés à partir des mêmes données (section 6.2.1) ainsi que les participants des groupes 1-4, 24-25, 28, 37, 50, 53 et 65.

57. Ils ont répondu pour cela à un court questionnaire comportant deux ou trois questions et demandant moins de dix minutes pour être complété. Plusieurs séries de questions ont été utilisées pour en voir l'impact éventuel sur les réponses fournies. Les séries de questions sont indiquées pour chaque groupe sondé dans la section méthodologie, 4.2.1.8.2.

58. Les catégories ont été construites en rassemblant les éléments de scientificité similaires présents dans différentes réponses. Cf la section méthodologie, 4.2.1.6.2. pour la procédure suivie pour catégoriser des éléments de réponses.

Élément de scientificité relatif à :	Nb. d'occurrences	% des réponses	% des élém. formulés
Rapport à l'expérience	639	54,5%	43%
dont Présence d'expériences, citées sans plus de précision (U5[59])	*372*	*32%*	*25%*
Recours à l'expérience pour valider ou non une hypothèse (U1)	*204*	*17,5%*	*14%*
Recours à l'expérience comme preuve (U2)	*63*	*5%*	*4%*
Présence de données chiffrées	94	8%	6%
Technicité du vocabulaire	93	8%	6%
Présence de schémas	91	8%	6%
Nature de la source	78	7%	5%
Aspect rationnel des connaissances	71	6%	5%
Reproductibilité (des expériences ou de la démarche)	58	5%	4%
Découverte de nouvelles connaissances	51	4%	3%
Existence de lois	46	4%	3%
Idée d'objectivité	38	3%	3%
Rigueur dans le travail	35	3%	2%
Construction de généralités	28	2%	2%
Aspect provisoire du savoir	24	2%	2%
Appel à une autorité scientifique	20	2%	1%
Existence de tests des hypothèses	20	2%	1%
Précision dans le travail, exactitude	19	2%	1%
Précision du vocabulaire	18	2%	1%
Non scolasticité	14	1%	1%
Validation par la communauté scientifique	11	1%	1%
Modélisation	9	1%	1%
Existence d'une communication	8	1%	1%
Cohérence externe	7	1%	<1%
Réfutabilité d'un document scientifique	5	<1%	<1%
Opportunité des expériences	5	<1%	<1%
Robustesse des données	4	<1%	<1%
Exhaustivité documentation	3	<1%	<1%
Navigation entre monde physique et représentations	3	<1%	<1%
Economie documentation	2	<1%	<1%
Cohérence lexicale	2	<1%	<1%
Relativité	1	<1%	<1%
Navigation entre général et particulier	1	<1%	<1%
Appartenance à une communauté	1	<1%	<1%
Cohérence logique	1	<1%	<1%
TOTAL (sur 1163 réponses)	*1500*	*129%*	*100%*

Tableau 2.2.1. : Répartition des éléments de scientificité identifiés (1163 réponses). Une même réponse pouvant contenir plusieurs éléments de scientificité, la somme est supérieure à 100%.

59. Les qualifications U1-U5 relatives à la perception des expériences ont été définies dans la section 6.1.2.3. Elles n'admettent pas de recouvrement.

2.2.1.1. L'expérience, référence dominante

54,5% des participants parlent d'expérience quand on leur demande de caractériser la science. L'association science/expérience est de très loin la caractéristique de la science la plus partagée par les participants puisque les caractéristiques suivantes concernent au plus 8% des participants. Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où l'étude précédente a montré qu'ils avaient majoritairement un profil empiriste (cf. § 6.2.1.).

On constate cependant que cette association reste peu sophistiquée (qualification U5) chez 32% des participants, qui ne lui attribuent pas de fonction spécifique.

Pour les 22,5% participants restant, l'expérience sert à prouver ou à tester une hypothèse.

Notons que les participants ne sont par ailleurs que 5% à associer ~~à~~ la scientificité d'une production (expérience, démarche) à la vérification de sa reproductibilité.

2.2.1.2. Autres éléments de scientificité spontanés

À l'exception de l'expérience, aucune caractéristique de la science n'est partagée par plus de 10% des participants : seuls 7 autres éléments de scientificité fédèrent plus de 4% — mais moins de 8% — des réponses (diagramme 2.2.1.2.).

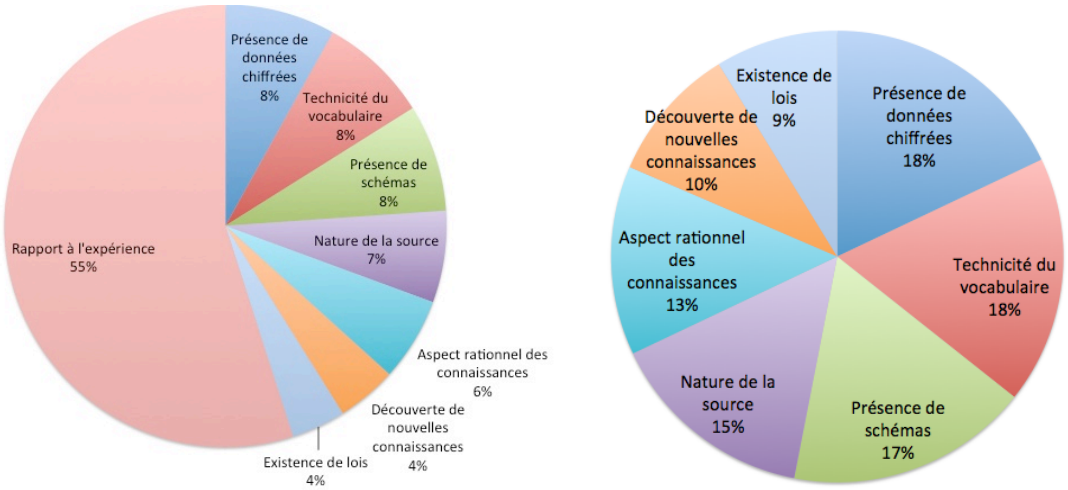


Diagramme 2.2.1.2. : A gauche : Distribution des 1221 éléments de scientificité partagés par 4% ou plus des participants. A droite : idem, *sans la catégorie majoritaire (pour des raisons de lisibilité) ; 524 éléments soit 35% de l'ensemble)*

7 à 8% des participants[60] s'appuient sur des éléments facilement identifiables : données chiffrées, schémas, présence de vocabulaire technique, nature de la

60. Il s'agit avant tout des participants pour lesquels la formulation d'une des questions portait sur ce qui permet de distinguer un document scientifique d'un document qui ne l'est pas (gp. 21-26, 32-37, 28 & 38) plutôt que sur ce qui permet de distinguer d'une façon plus générale "quelque chose" de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas. Pour un traitement spécifique des réponses à cette question, voir § 6.2.2.4.

source citée. Même si ces éléments sont souvent présents dans les productions scientifiques, leur pouvoir discriminant reste néanmoins faible, ces caractéristiques étant faciles à mimer dans des textes pseudo-scientifiques [61].

Il en va de même des éléments dégagés relatifs à l'aspect rationnel[62] ou novateur des productions qui sont peu discriminants. De nombreuses connaissances sont ainsi rationnelles sans être pour autant scientifiques (e.g. la philosophie).

Ce n'est enfin qu'à l'état de traces que l'on trouve l'expression d'éléments de scientificité proches des critères de scientificité opératoires établis dans la partie 5 (cf. tableau 2.2.1.).

2.2.2. Scientificité d'une définition

On cherche maintenant à identifier les éléments de scientificité utilisés pour évaluer la scientificité d'une définition.

Plutôt que sur un terme "savant" (e.g. *énergie*, *entropie*), on choisit de travailler sur la définition "scientifique" d'un terme courant, ne présentant pas de sérieuse difficulté conceptuelle mais dont l'usage scientifique n'est pas familier aux participants. Ces précautions visent à éviter à la fois la "récitation" mécanique d'une définition toute faite, connue mais pas nécessairement comprise, et la possibilité de se réfugier derrière la difficulté supposée de la notion pour esquiver la tâche.

Au programme de l'école primaire, la notion d'**ombre** satisfait en grande partie à cette double contrainte. En effet, tous les participants ont une expérience personnelle du phénomène, et donc une idée de ce qu'est une ombre et de ce qui la provoque.

L'étude est menée au cours de la première séance en démarche d'investigation vécue par les participants avec le praticien-chercheur. Celle-ci porte sur les ombres colorées. [63] La difficulté à laquelle ils sont alors confrontés est la formulation de la définition[64] et de ses limites (e.g. un objet transparent a-t-il une ombre ?).

---

61. Un exemple classique est celui de la *Démonstration expérimentale d'une organisation tomatotopique chez la Cantatrice* de Pérec, article jouant délibérément avec les conventions scientifiques et qui peut être considéré sans difficulté comme scientifique au regard des éléments de scientificité dégagés par les participants.

62. Sans qu'il soit possible d'identifier précisément ce que les participants entendent par le terme "rationnel".

63. La séquence sur les ombres colorées E02 est disponible en annexe 2.A.

64. Le Dictionnaire d'Émile Littré propose : « *Espace privé de lumière par interposition d'un corps opaque.* » Le Manuel *Sciences Cycle 3, 64 enquêtes pour découvrir le monde* (éditions Magnard 2003, p. 205, Jean-Michel Rolando, Patrick Pommier, Guy Simonin et Jocelyne Nomblot) propose : « *Lorsqu'un objet opaque est placé devant une source de lumière, il se forme une ombre derrière lui, c'est la zone qui ne reçoit pas la lumière de cette source. On peut observer l'ombre sur l'objet lui-même (ombre propre) ou sur une surface derrière lui comme le sol, un mur ou un écran (ombre portée). La forme de l'ombre dépend de la disposition de la source de lumière par rapport à l'objet éclairé, de la disposition de l'écran, de la position de l'observateur.* » On notera, dans les deux cas, l'absence de termes savants.

2.2.2.1. Futurs enseignants du primaire

315 étudiants PE1 des promotions 2008-2009 et 2009-2010 ont été sollicités[65].

Il s'agissait dans un premier temps de proposer, par groupe ou individuellement, des définitions « *aussi scientifiques que possible* » de l'ombre. Après mise en commun et affichage au tableau, il était demandé : « *Quelle est d'après-vous la définition la plus scientifique ? Justifiez.* » ainsi que : « *Quelle est d'après-vous la définition la moins scientifique ? Justifiez.* » Les 124 réponses obtenues[66] ont ensuite été rassemblées pour traitement et analyse.

Exemples de définitions considérées comme "les plus scientifiques" par les étudiants :

— « *Projection de la lumière sur un plan après rencontre d'un obstacle.* » (PE1 5 2009-2010)

— « *Les rayons lumineux sont rectilignes dans des conditions normales de température et milieu homogène et se propagent tant qu'ils ne rencontrent pas d'obstacle. Dès qu'ils en rencontrent un, ils rebondissent sur celui-ci.* » (PE1 5 2009-2010)

Commentaire : Aucune de ces définitions n'est recevable. La première est incorrecte dans la mesure où, après que la lumière a rencontré un obstacle (sous-entendu : opaque), plus rien n'est encore susceptible d'être "projeté". La seconde digresse sur les conditions de validité du modèle du rayon lumineux mais ne constitue pas (ou seulement en creux) une réelle définition de l'ombre.

Exemples de définitions considérée comme "les moins scientifiques" par les étudiants :

— « *Reflet de soi sur le sol grâce à la lumière du soleil* » (PE1 5 2009-2010)

— « *Double d'une image, chose, animal obtenu sur une autre surface* » (PE1 5, 2009-2010)

Les justifications sont la plupart du temps très courtes et se limitent souvent à quelques mots (e.g. « *C'est la plus claire* »). Certaines comprennent néanmoins plusieurs éléments de réponse distincts (e.g. « *Définition la plus précise et complète* »).

Au total, on recense 186 éléments de justification du caractère supposément "scientifique" des définitions identifiées comme telles ; de même, 159 éléments justifiant le rejet de définitions jugées "non scientifiques".

Ces éléments apparaissent relativement peu variés et se répartissent aisément en une vingtaine de catégories. Pour l'essentiel, ces dernières reprennent les termes même employés par les participants (e.g. "clarté de la définition"). Lorsqu'une réponse contient des éléments relevant de plusieurs catégories (e.g. « *définition la plus précise et complète* »), ses différents éléments sont rangés indépendamment dans les catégories correspondantes.

On observe que, dans presque toutes les catégories, *des justifications complémentaires* apparaissent spontanément dans les deux exercices. Ainsi, alors que la clarté est un élément de scientificité pour les participants, l'*absence de clarté* permet de justifier la non scientificité d'une réponse. (tableau 2.2.2.1.a.). Les exceptions concernent des caractéristiques d'ordre littéraire, la

65. Il s'agit des groupes 5 à 12 et 20 à 27 pour les PE1. Les étudiants en PE1 ont une licence et prépare le concours pour devenir enseignant du primaire à l'IUFM.

66. Il y a moins de réponses que de participants, certaines réponses ayant été collectées lors d'un travail par petits groupes et d'autres individuellement.

concision de la réponse (élément positif) et une syntaxe incorrecte (élément négatif).

Elément de justification du caractère "scientifique d'une définition"	Nb.	Elément de justification du caractère "moins scientifique" d'une définition"	Nb.	Total	%
Présence de vocabulaire scientifique	39	Absence de vocabulaire scientifique	18	57	**16,5**
Clarté de la définition	30	Absence de clarté	14	44	**12,8**
Précision de la définition	13	Absence de précision	19	32	**9,3**
Présence de vocabulaire approprié	9	Vocabulaire non approprié	21	30	**8,7**
Généralité de la définition	16	Cas particulier	9	25	**7,2**
Définition complète	11	Définition incomplète	14	25	**7,2**
Prise en compte de tous les paramètres	10	Absence d'un élément important	14	24	**7**
Vocabulaire précis	12	Vocabulaire flou, vague, confus	9	21	**6**
Présence d'explication	8	Absence d'explication	7	15	**4,4**
Concision de la définition	14			14	**4**
		Syntaxe incorrecte	12	12	**3,5**
Justesse de la définition	5	Définition fausse	7	12	**3,5**
Définition facile à comprendre	2	Difficile à comprendre	7	9	**2,6**
Déf. accompagnée d'un exemple	4	Déf. restreinte à un exemple	5	9	**2,6**
Simplicité	6	Excès de simplicité	3	9	**2,6**
Inclassable	7			7	**2**
TOTAL	186		159	345	**100**

Tableau 2.2.2.1.a. : Occurrences des catégories de justification du classement d'une définition comme « plus scientifique » (à gauche) ou « moins scientifique » (à droite)

Statut du vocabulaire et du jargon technique

Les éléments le plus fréquemment mis en avant par les participants portent sur le *vocabulaire* : 31% des éléments recueillis y sont associés, qu'il s'agisse de sa technicité, de sa précision (sans plus d'indication) ou de son caractère "approprié".

Il est intéressant de noter que de nombreux participants estiment non seulement que la présence d'un "vocabulaire scientifique" est importante (20%, 39 sur 186), mais aussi que son absence est préjudiciable à la scientificité d'une définition (11%, 18 sur 159).

15 réponses proposent spontanément des exemples de termes considérés comme scientifiques :

- *photon*
- *rayon lumineux*
- *projection*
- *source lumineuse*
- *trajectoire rectiligne*
- *surface*
- *plan*
- *ombre propre*
- *indice de l'air*
- *conditions normales de température*
- *milieu homogène.*

Ces exemples spontanés incluent aussi bien des termes effectivement maîtrisés par les étudiants, comme le vocabulaire relatif aux mathématiques élémentaires (*surface, plan*), que des termes physiques dont la maîtrise est *a priori* plus douteuse, comme *photon* ou *indice de l'air* ou les notions de *conditions normales* ou de *milieu homogène*. Il semble donc que leur technicité suffise pour eux à en garantir la scientificité, indépendamment de la compréhension de leur sens.

On constate donc que la notion de "vocabulaire scientifique" est large pour les participants. Elle semble par ailleurs largement décorrélée de la pertinence de l'emploi de ces termes.[67]

Clarté et précision

La *clarté* et la *précision* d'une définition sont régulièrement citées par les futurs enseignants (22% en tout). Toutefois, les sollicitations du praticien-chercheur pour obtenir une description approfondie de ce que les participants mettent derrière ces caractéristiques lors des discussions les mettent souvent dans un embarras visible ou les conduisent à répondre de façon circulaire (typiquement : *la définition est claire parce que je la comprends ; et je la comprends parce qu'elle est claire*). Ainsi interrogés sur ce qu'ils entendent par "précision d'une définition", beaucoup expliquent qu'il faut un vocabulaire précis pour que la définition soit précise. [68]

Un petit nombre considère qu'une définition doit être *complète* ou tenir compte de tous les éléments importants. En l'occurrence, pour la définition de l'ombre, une source de lumière, un obstacle et une surface (14,2% des éléments de réponse cités au total) et qu'elle se doit d'être *générale* (7%).

La *justesse* est un élément cité moins fréquemment sans doute du fait du peu de définitions erronées proposées (ou repérées comme telles) par les participants eux-mêmes.

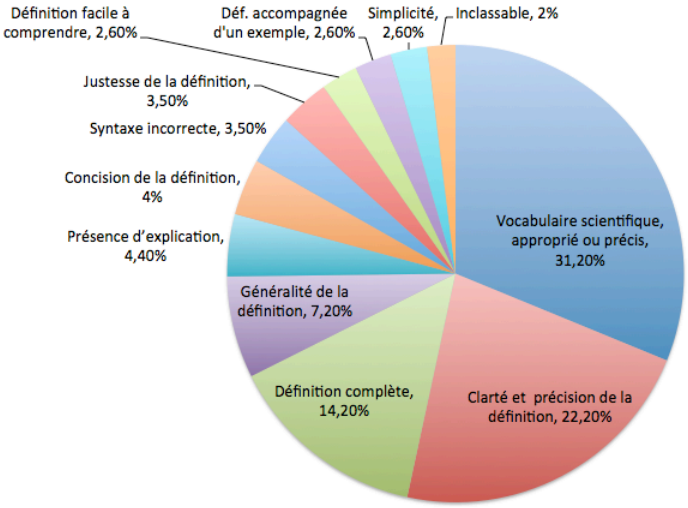


Diagramme 2.2.2.1.b. : Poids relatif des différentes catégories de justification

67. Ainsi, la définition « *C'est une parcelle dans laquelle la lumière provenant d'une source lumineuse (photons) est directement obstruée par un objet dont l'indice est différent de l'air* » est considérée comme scientifique par de nombreux participants d'un groupe du simple fait de la présence des mots *photon* et *indice*.

68. On retrouve ici une tendance à la récursivité déjà identifiée dans les profils épistémologiques de 26% des enseignants et futurs enseignants de la section 6.2.1.3.4.

En résumé, pour ces futurs enseignants du primaire, *une définition doit, pour être considérée comme scientifique :*

— comporter des termes scientifiques
— être claire et précise
— avoir un caractère général
— être complète ou prendre en compte les paramètres pertinents.

Inversement, *elle ne doit pas être fausse ou mal écrite.*

2.2.2.2. Enseignants du Brunei

À titre de comparaison et pour tester la robustesse ces résultats, le même travail a été demandé à 26 professeurs de science au collège au Brunei[69] dans le cadre d'une formation continue longue. Les enseignants ont répondu aux questions de façon individuelle. (tableau 2.2.2.2.)

Elément de justification du caractère "scientifique d'une définition"	Nb.	Elément de justification du caractère "moins scientifique" d'une définition"	Nb.	Total	%
Présence de vocabulaire scientifique	11	Absence de vocabulaire scientifique	3	14	20,5
Clarté de la définition	4	Absence de clarté	6	10	14,7
Précision de la définition	8	Absence de précision	3	11	16,2
Présence de vocabulaire approprié		Vocabulaire non approprié	14	14	20,5
Généralité de la définition		Cas particulier	2	2	3
Définition complète		Définition incomplète	4	4	5,9
Présence d'explication	6	Absence d'explication	1	7	10,3
Concision de la définition	1			1	1,5
Définition facile à comprendre	3	Difficile à comprendre	1	1	1,5
Inclassable	1			1	1,5
TOTAL	34		34	68	100

Tableau 2.2.2.2. : Occurrences des catégories de justification de la scientificité d'une définition, incluant les éléments complémentaires « plus scientifique » (à gauche) ou « moins scientifique » (à droite) d'une même catégorie

Les résultats sont très similaires à ceux obtenus avec les futurs enseignants du primaire français**.** *Les différences culturelles semblent dont avoir peu d'impact sur les éléments dégagés pour caractériser la scientificité d'une définition.* Ce résultat confirme ceux du groupe de N. Lederman, qui a établi que des représentations de la science similaires sont partagées par des enseignants d'origines variées[70].

2.2.3. Scientificité d'un schéma

Dans le même esprit et à partir de la même séquence en démarche d'investigation sur les ombres colorées, on s'intéresse maintenant à la perception de la scientificité d'un autre objet d'intérêt scientifique et pédagogique, le *schéma d'expérience*.

69. Il s'agit du groupe 30.
70. Norman G. Lederman, « Nature of Science : Past, Present and Future » , op. cit. et en particulier le questionnaire VNOS-B.

Un exercice réalisé par groupe consiste à concevoir et à présenter au reste de la classe une affiche expliquant la coloration des ombres observées au cours de la séquence. La consigne impose la présence d'au moins un schéma, accompagné de texte.

Compte tenu du montage proposé dans la séquence et de la solution du problème dans un cadre d'optique géométrique accessible à l'école primaire, les éléments pertinents pour répondre à la question sont, d'une part :

— 2 sources de lumière blanche divergentes avec un filtre de couleur,
— un écran,
— un obstacle,

et d'autre part, conventionnellement :

— une représentation des rayons-limites au niveau de l'obstacle pour chaque source colorée
— les limites des faisceaux
— une solution graphique permettant de comprendre l'origine des ombres (une des sources lumineuses) et leur couleur (l'autre source lumineuse).

La séquence est éprouvée et à la portée d'élèves de l'école primaire, y compris en ce qui concerne sa documentation par des schémas comportant l'ensemble de ces éléments (Fig. 2.2.3)

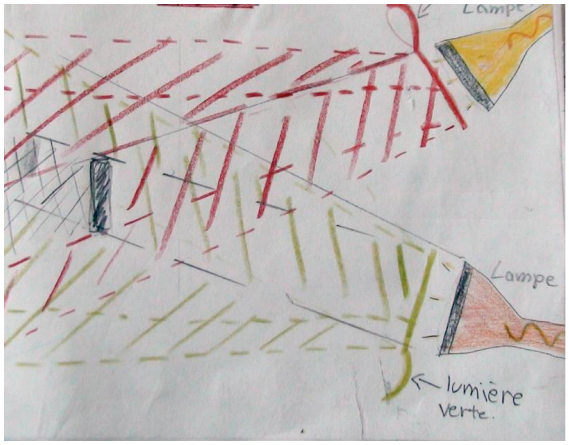


Figure 2.2.3. : Exemple de schéma réalisé par un élève de CM2

Pour identifier les éléments de scientificité spontanément considérés par les participants, il leur a été demandé : « *D'après vous quel est le schéma le plus* (resp. : *le moins*) *scientifique et pourquoi ?* », lors de la discussion collective suivant la présentation et la confrontation des affiches réalisées par les différents groupes.

315 étudiants PE1 des promotions 2008-2009 et 2009-2010 et 26 professeurs de science au Brunei ont été sollicités. Comme pour les définitions, les différences culturelles ne semblent pas constituer un paramètre significatif.

2.2.3.1. Diversité des schémas d'expérience

L'observation des nombreux schémas ainsi réalisés révèle une grande diversité de représentations, diversité qui alimente l'échange sur le caractère scientifique ou non de chacune et génère dans chaque classe des discussions

différentes. (Figure 2.2.3.1.) Les vues de dessus, de face, un mélange des deux vues et la représentation en perspective sont utilisées. Les solutions trouvées par les participants pour tracer les rayons et délimiter les zones lumineuses telles qu'ils les voient sur l'écran et sur la surface horizontale sur laquelle repose la source lumineuse sont variées : pointillés, flèches, traits, hachures, points, coloriage. Les deux choix du parallélisme ou non des rayons lumineux sortant de la source sont représentés, même si, en l'occurrence, la source utilisée n'est pas une source de lumière parallèle.

On observe par ailleurs un souci de réalisme dans la plupart des représentations. En revanche, peu de schémas intègrent l'ensemble des éléments attendus.

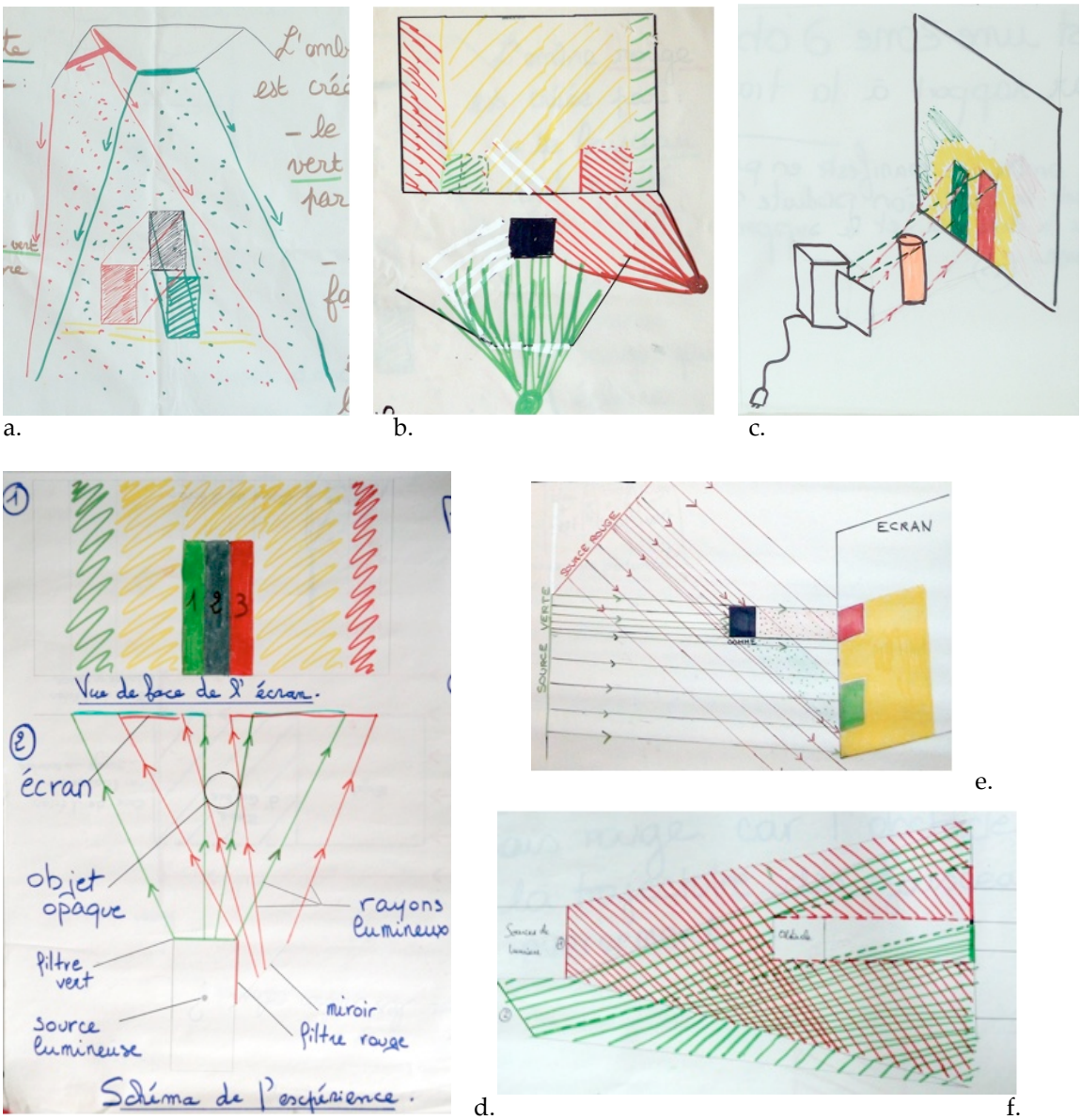


Figure 2.2.3.1. : Exemples de schémas réalisés par des enseignants et futurs enseignants (a-f)

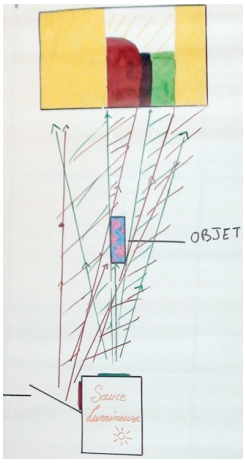
Dans 4 formations (gp. 5, 21, 24 et 30), les participants ont mis par écrit leurs justifications ; dans les autres groupes, seule une discussion collective a eu lieu et a été enregistrée. Les différentes justifications, tant orales qu'écrites,

portant sur la scientificité des schémas des réponses sont synthétisées ci-dessous, des éléments semblables ayant été dégagés.

2.2.3.2. « *Trop de traits !* »

Le nombre de "traits"[71] représentés sur les schémas est un élément souvent discuté par les participants. Des échanges similaires se sont tenus dans la plupart des classes. Ils font apparaître qu'un schéma d'apparence trop complexe est jugé peu scientifique car peu compréhensible (e.g. schéma 2.2.3.2.g.).

Symétriquement, le même argument est également utilisé par des participants pour justifier le peu de rayons tracés sur leur propre schéma, même au détriment de son pouvoir explicatif : "trop de traits" le rendrait incompréhensible et donc peu scientifique. C'est typiquement le cas lors de la discussion du schéma 2.2.3.2.h.



g.

h.

Figure 2.2.3.2. : À gauche : Schéma g, recevable mais jugé par certains participants présenter "trop de traits" pour être scientifique (les hachures ont été rajoutées par le praticien-chercheur au cours de la discussion) ; à droite : schéma h, moins explicatif mais considéré par ses auteurs comme plus scientifique du fait de sa sobriété.

Un critère qui émerge ici est que le schéma doit avant tout être compréhensible *pour eux*, enseignants ou futurs enseignants.

2.2.3.3. Représentations conventionnelles ou non

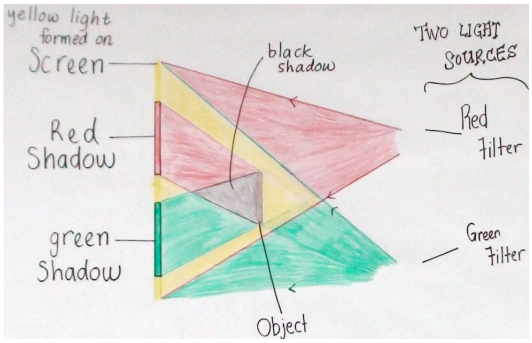
De même que la présence de mots réputés "savants" suffit, pour beaucoup d'étudiants, à fonder la scientificité d'une définition, celle de conventions graphiques également identifiées *a priori* comme scientifiques semble avoir une nette influence sur la perception de la scientificité d'un schéma

Ainsi, du point de vue de l'explication physique, le schéma *k* apparaît-il plus recevable que le schéma *l* (Figure 2.2.3.3.)[72] : le modèle géométrique sous-

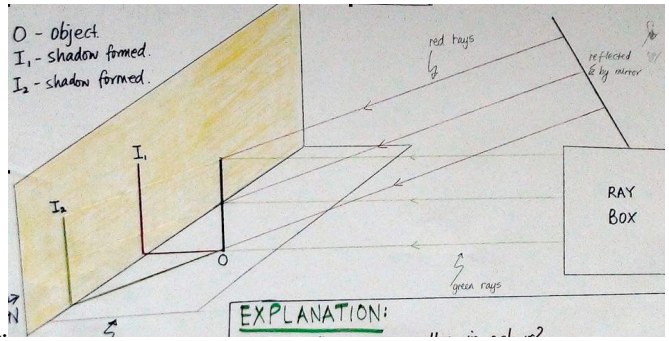
71. Le terme est employé dans son usage scolaire courant.

72. Les schémas *k* et *l* ont été réalisés par des enseignants au Brunei. Notons que, la durée de la formation le permettant, des traces écrites ont été recueillies pour ces participants.

jacent est satisfaisant ; la représentation de l'intersection des figures géométriques est correcte même s'il faut pour cela prolonger des rayons effacés. La plus grande partie des enseignants interrogés, en revanche, estime le schéma *l* "plus scientifique". La présence de coloriage dans le *k* est en effet rédhibitoire pour eux : « *ce n'est pas la façon correcte de dessiner des rayons de lumière* », « *les rayons sont représentés par des couleurs* », « *on ne voit que des zones de couleurs* ». Au contraire, sur le schéma *l*, « *les rayons sont correctement dessinés* », « *ils sont parallèles* » (alors même que, dans l'expérience la source est en fait divergente).



k.



l.

Figure 2.2.3.3. : À gauche : schéma recevable en dépit d'une représentation non conventionnelle (k) ; à droite : schéma irrecevable, mais jugé "plus scientifique" du fait d'une représentation plus conventionnelle (l)

Exemples de justifications du caractère "moins scientifique" du schéma *k :*

— « *Le dessin porte à confusion* » ; il « *est compliqué, pas clair, confus* »
— « *L'ombre noire ne devrait pas être formée devant l'écran, les ombres devraient être plus longues que l'objet.* » (ce qui est pourtant effectivement le cas sur le schéma)
— « *La source lumineuse n'est pas représentée, le schéma n'est pas complet.* »

Exemples de justifications du caractère "plus scientifique" du schéma *l :*

— « *Le schéma est simple, clair, facile à comprendre.* »
— « *Il y a des légendes.* »
— « *La source lumineuse est représentée.* »
— « *Les concepts importants sont montrés.* »

Il semble donc que la perception de la scientificité d'un schéma tienne autant, sinon plus, à sa forme qu'à son contenu.

2.2.3.4. Critères cités et critères absents

L'esthétique semble jouer un rôle essentiel dans l'évaluation de la scientificité d'un schéma par les participants. Au-delà des critères esthétiques, des différents échanges et productions des stagiaires se dégagent les éléments objectifs suivant :

« *C'est scientifique si...*» :

—*c'est clair,*
—*c'est simple,*
— *c'est compréhensible,*
— *il y a des légendes,*

— *il y a un souci de réalisme* (e.g. schéma « *représentatif de la réalité* », gp. 5, « *très concret* », gp. 24),
— *il y a un souci de précision*
— *il n'y a pas d'erreurs de représentation.*

On peut noter que la plupart de ces éléments sont d'ordre subjectif. Ainsi, l'exigence de précision diffère-t-elle considérablement d'un enseignant ou futur enseignant à l'autre, et *a fortiori* entre participants et formateur.[73]

On constate de plus une forte intrication de ces critères subjectifs. Ainsi, souci de précision et souci de réalisme s'entremêlent souvent. Cette intrication ne facilite pas l'interprétation qui nécessite de faire la part de la difficulté lexicale.

Ce dont les participants ne parlent pas est aussi révélateur : ni les paramètres pertinents pour répondre à la question, ni le lien entre les traits représentés, ni le modèle du rayon lumineux ne sont cités.

2.2.4. Scientificité d'un document scientifique

Parmi les questions posées dans un court questionnaire en tout début de cours, il a été demandé à 305 étudiants ce qui, selon eux, permettait de distinguer un document scientifique d'un document qui ne le serait pas.[74]

Un traitement séparé de cette question a permis de dégager 619 éléments de scientificité, dont la grande majorité (81%) se répartissent selon huit catégories principales :

- *Présence de schémas (14 %)*
- *Nature de la source (13 %)*
- *Technicité du vocabulaire (13 %)*
- *Présence d'une expérience (12 %)*
- *Présence d'une démarche identifiable (9%)*
- *Présence de données chiffrées (8 %)*
- *Présence d'une explication (6%)*
- *Présence d'une argumentation, d'une démonstration ou de "preuves" (6 %)*

17% des autres éléments se répartissent selon 8 catégories supplémentaires, regroupant chacune plus de 1% des éléments, soit 3 occurrences (diagramme 2.2.5.) ; les 2% restant peuvent être considéré comme rares.

73. La différence d'appréciation pouvant d'ailleurs valoir dans les deux sens : il est également fréquent que les auteurs des schémas s'attachent à reproduire avec une grande précision des éléments auxquels un scientifique averti n'accorderait que peu d'importance.

74. Il s'agit des groupes 21-26, 32-37, 28 et 38. Voir section méthodologie 4.2.1.8.2. pour un descriptif détaillé des questions posées et l'annexe 6.B.a. pour les réponses exhaustives des participants.

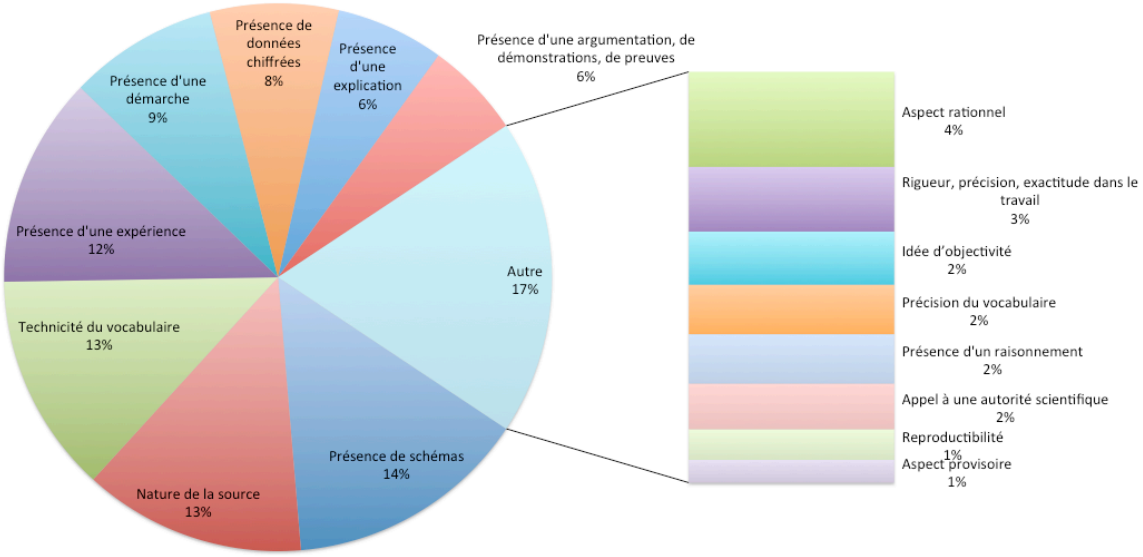


Diagramme 2.2.5. : Poids relatif des 16 catégories représentant 98% des occurrences exprimées pour caractériser la scientificité d'un document

Pour les enseignants et futurs enseignants, *un document scientifique se distingue donc avant tout par sa source, la présence d'un vocabulaire technique et précis, de schémas, de données chiffrées, d'une expérience, la présence dans le texte d'une démarche ;* et dans une moindre mesure d'une explication et/ou d'une argumentation.

2.2.5. Scientificité d'une expérience

Pour de nombreux enseignants et futurs enseignants, les expériences sont un élément caractéristique de la science (cf. 6.1.1.1. et 6.2.2.1.). L'objet de cette étude, impliquant 66 futurs enseignants du primaire suisses (gp. 66) et 35 enseignants du primaire français (gp. 53), est de préciser ce jugement spontané en les interrogeant en tout début de formation sur les critères qui font qu'une expérience est scientifique (ou non).

La scientificité d'une expérience s'avère pour plus de la moitié des participants associée avant tout au test d'une hypothèse (40% des participants), voire à sa simple présence (15%). La présence d'une question comme source de l'expérience est également un élément déterminant pour 30% d'entre eux. (diagramme 2.2.5.a. et tableau 2.2.5.b.)

En revanche, ils sont moins de 10% à citer la reproductibilité comme une caractéristique des expériences scientifiques. Ils sont également moins de 5% à associer à une expérience scientifique un modèle ou une théorie et moins de 2% à évoquer l'identification de paramètres.

On retrouve ici, par un biais différent, un écho de la faible part accordée dans la section 6.2.2.1. à la reproductibilité et à la modélisation par les participants quand il leur est demandé de caractériser la science et qu'ils s'expriment en termes d'expérience.

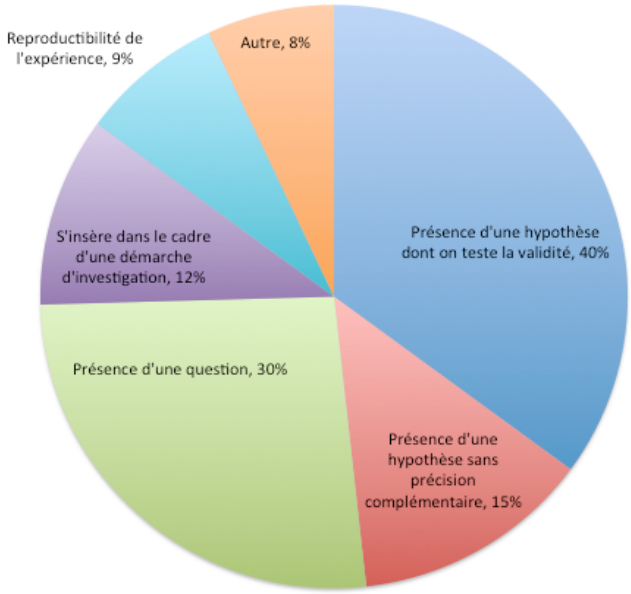


Diagramme 2.2.5.a. : Poids relatif des éléments spontanément évoqués pour caractériser la scientificité d'une expérience

Elément de justification du caractère "scientifique" d'une expérience	*Nb. dans le gp. 66 (66 réponses)*	*Nb. dans le gp. 53 (35 réponses)*	*Total*	*% des réponses*
Présence d'une hypothèse dont on teste la validité	22	18	40	40%
Présence d'une hypothèse sans précision complémentaire	10	5	15	15%
Présence d'une question	23	7	30	30%
S'insère dans le cadre d'une démarche d'investigation	9	3	12	12%
Reproductibilité de l'expérience	6	3	9	9%
Référence à une théorie ou à un modèle sur lequel s'appuie l'expérience	3		3	3%
Test d'une théorie existante	2		2	2%
Expérience en conformité avec une théorie		1	1	1%
Référence à l'identification de paramètres	1	1	2	2%
Nombre total d'éléments formulés	76	38	114	

Tableau 2.2.5.b. : Occurrences des catégories de justification de la scientificité d'une expérience

Les critères des participants relatifs à la scientificité d'une expérience s'avèrent donc faiblement opératoires en pratique.

2.2.6. Scientificité d'une démarche

Une approche complémentaire consiste à étudier la capacité des enseignants et futurs enseignants à reconnaître en contexte la mise en pratique de critères de scientificité. Pour cela, on leur demande d'évaluer la scientificité de démarches menées par d'autres, et de justifier leur réponse.

Les démarches soumises à leur sagacité insistent particulièrement sur les critères de reproductibilité et de robustesse, peu présents dans leurs caractérisations spontanées de la science formulées. Deux modalités sont envisagées : la lecture et le commentaire, d'une part, d'un document historique, la lettre de Florin Périer à Blaise Pascal narrant l'expérience du Puy de Dôme (1648 ; annexe

6.C.)[75] ; et d'autre part d'un document élaboré par le praticien-chercheur et qui propose d'évaluer la scientificité de différents déroulements de classe (§ 4.2.1.8.4.).

2.2.6.1. Lettre de Périer

La lettre de Périer insiste à de très nombreuses reprises sur la reproductibilité et la robustesse des expériences qu'il y décrit. Périer se propose de tester la formulation générale selon laquelle la hauteur de mercure dans un tube fermé à une extrémité diminue quand l'altitude augmente. Sa lettre est en elle-même un élément de documentation aussi exhaustif que possible de ses expériences et un acte de transmission des résultats. Il insiste par ailleurs sur la présence de témoins.

Il a été demandé à 54 participants appartenant à 4 groupes différents de dégager les éléments indicateurs d'une bonne pratique scientifique présents de la lettre de Périer. Les résultats sont fournis dans le tableau 2.2.6.1.

	gp. 55 (12) Enseignants du primaire	gp. 57 (11) Etudiants L2 de la faculté des sciences	gp. 56 (18) Enseignants du secondaire en physique	gp. 70 (13) Docteurs en physique	**Total (54)**
Reproductibilité	16% (2)	54% (6)	66% (12)	77% (10)	**55%**
Robustesse	41% (5)	72% (8)	55% (10)	46% (6)	**53%**
Précision des mesures	16% (2)	81% (9)	61% (11)	61% (8)	**55%**
Présence d'une documentation	33% (4)	27% (3)	27% (5)	53% (7)	**35%**
Présence de témoins (Garantie d'intégrité)	8% (1)	36% (4)	27% (5)	38% (5)	**37%**
Aspect collectif (travail en équipe)		9% (1)		15% (2)	**5%**
Recherche de généralisation	8% (1)		5% (1)		**3%**
Transmission				15% (2)	**3%**
Propositions d'amélioration				53% (7)	**12%**

Tableau 2.2.6.1. : Eléments de scientificité identifiés par les participants dans la lettre de Périer

En dépit de l'insistance du texte sur ces aspects, seul un participant sur deux repère la reproductibilité et la robustesse.

La formation scientifique des participants semble néanmoins influer nettement sur leur capacité à les repérer : plus elle est poussée, mieux ils les identifient.

Les autres éléments dégagés par plus d'un tiers des participants sont la précision des mesures réalisées, la documentation des expériences et la présence de témoins garants.

Par ailleurs, seuls les docteurs en physique (7 sur 13) reconnaissent comme un élément de scientificité le fait de proposer des améliorations aux expériences réalisées.

75. Œuvres de Blaise Pascal, II, éd. Hachette, Paris, 193, pp.349-363. Accessible en ligne : http://fr.wikisource.org/wiki/Livre:%C5%92uvres_de_Blaise_Pascal,_II.djvu (consulté août 2014).

2.2.6.2. Déroulements de classe

Un questionnaire écrit[76] a été rempli individuellement par les participants des groupes 45 et 38 en tout début de formation, avant même toute participation à des démarches d'investigation. Les situations de classe proposées dans ce questionnaire s'appuient sur des contenus suffisamment simples pour ne pas, *a priori,* poser de problème aux participants.[77]

Pour chacune des situations présentées, les participants comparent la scientificité de deux suites possibles pour le déroulement qui est décrit. Un élément méthodologique est mis en avant dans l'une des suites proposées ou, parfois, dans les deux. Dans tous les cas, les formulations susceptibles de faire apparaître un élément méthodologique dans une suite et un autre élément dans l'autre suite sont évitées. Pour chaque situation de classe, l'élément méthodologique introduit est différent : reproductibilité, robustesse des expériences, navigation entre général et particulier ou test de la robustesse d'une loi.

8 situations ont été créés et proposées aux étudiants en licence de sciences (gp. 45, 8 étudiants) et 4 aux enseignants (gp. 38, 11 enseignants, situations 1, 4, 5 & 6 cf. méthodologie § 4.2.1.8.4.).

Seul un tiers des participants identifient un test de reproductibilité

Dans la première situation où il leur est demandé s'il est plus scientifique que l'enseignant fasse une seule expérience sur la solidification de l'eau avec prises de température par plusieurs élèves ou une expérience par groupe d'élèves, ils s'accordent tous à préférer la seconde solution. En revanche, alors qu'on les interroge spécifiquement sur la scientificité des démarches proposées, *seuls 3 participants dans chaque groupe justifient par la reproductibilité. Environ un tiers des participants (31%) justifie sa réponse à la première situation par le fait de s'assurer de la reproductibilité du phénomène.*

Près de la moitié des participants généralisent à partir d'un cas particulier

La situation 4 sur les sabliers propose aux participants soit de valider une conclusion générale formulée par les élèves en termes de "quantité de matière" à partir d'un seul cas particulier, celui du sable, soit de leur demander de tester différents matériaux. *Seuls 5 participants (26%) justifient leur choix en lien avec le test de la robustesse* d'une loi ou d'une expérience. *Par ailleurs 42% ne voient pas le problème posé par une généralisation à partir d'un cas particulier* (8 participants sur 19 choisissent de généraliser directement après un travail sur le sable).

Un participant considère même qu'il est inutile de tester avec des matières différentes, puisque le résultat sera le même :

> *Le but était de trouver ce qui permet de faire varier la durée d'écoulement. Les élèves trouvent que la quantité de matière influe sur la durée d'écoulement. C'est une réponse*

76. cf. méthodologie § 4.2.1.8.4.

77. Pour nous en assurer, un "quizz" sur les contenus utilisés dans ce questionnaire a été proposé lors d'animations pédagogiques (gp. 51). 90% des enseignants testés ont par exemple répondu correctement à une question portant sur le fonctionnement des leviers.

judicieuse et on observerait la même chose avec du sel ou de la semoule donc inutile de refaire l'expérience (Mariska, gp. 45)

Seul un tiers des participants identifient un test de robustesse d'une loi

La situation 6 sur les équilibres propose deux prolongements de la séance par un test de la robustesse de la loi trouvée, on peut considérer que les deux déroulements proposés sont aussi scientifiques l'un que l'autre. Les résultats sont similaires à ceux obtenus pour la situation 4 : **5 participants (26%) considèrent que les expériences proposées testent de la robustesse de la généralité formulée.** Deux participants estiment cependant qu'une des suites avec le test de poids différents est inutile, l'expérience étant « *redondante par rapport à la situation initiale* (ce qui n'est) *pas très intéressant* » (gp. 38) pour le premier et « *un peu trop répétitive, les élèves vont obtenir une conclusion similaire à la précédente* » (gp. 45) pour le second.

6.2.3. BILAN : UNE REPRESENTATION DE LA SCIENCE PEU OPERATOIRE

L'une des motivations initiales de ce travail était l'intuition que nombre d'enseignants du primaire ne disposent pas d'une vision de la nature de la science assez claire pour fonder leur enseignement. C'est une difficulté relativement bien établie dans le monde anglo-saxon[78] et assez reconnue pour que les nouveaux programmes américains de l'école primaire incluent des éléments épistémologiques. Très peu de résultats sont disponibles en ce qui concerne le rapport à la science des enseignants du primaire français. Il était donc nécessaire de procéder à un état des lieux.

Les résultats de cette étude préliminaire confirment malheureusement l'intuition de départ : au même titre que leurs collègues américains, les enseignants français du primaire ne disposent très majoritairement que d'une vision rudimentaire, voire archaïque, et surtout peu opératoire de la nature de la science.

Selon une interprétation très charitable de leurs réponses, plus des deux tiers d'entre eux peuvent être considérés comme "empiristes" — au sens où ils évoquent d'une manière ou d'une autre le recours à l'expérience comme caractéristique de la science. Toutefois, ce plus petit dénominateur commun peut résulter, chez certains d'entre eux, d'un simple écho de la *doxa* de l'institution scolaire, et de la revendication de « l'esprit de la Main à la Pâte » dans les programmes. Le plus surprenant est donc que près du quart (24 %) des enseignants et futurs enseignants sondés se contentent d'une vision archaïque de la science, sans même franchir ce pas vers la notion d'expérience. *A contrario*, à peine 10 % d'entre eux associent à la science, peu ou prou, les notions de lois, de théorie ou de généralisation, ou plus généralement présentent une composante "rationaliste" dans leur profil épistémologique.

Il n'est donc pas surprenant que les enseignants sondés ne mettent spontanément en œuvre que des critères de scientificité au mieux très rudimentaires, comme, encore, le recours à l'expérience ou la présence de données chiffrées, au pire trompeurs,

78. Toutes les études sur les enseignants du primaire américains concluent que ces derniers n'ont pas, pour la plupart, de vision claire de la nature de la science. Elles sont cependant bien moins nombreuses que pour les enseignants du secondaire. cf. partie 2.1.

comme le recours à un vocabulaire technique, et d'une façon très générale peu discriminants. De même, sans formation spécifique, même minimale, la plupart d'entre eux apparaissent incapables d'identifier des éléments de scientificité pertinents, aussi bien dans une démarche d'investigation dont l'animateur prend soin de les rendre ostensibles que dans un texte choisi pour sa limpidité à cet égard.

Il serait certainement utile de reprendre cette évaluation de façon plus systématique et à l'échelle nationale. Toutefois, si l'on ne peut tout à fait éliminer la possibilité d'un biais systématique lié à la personne ou aux méthodes du praticien chercheur, son effet serait *a priori* relativement réduit, au moins en ce qui concerne les questionnaires initiaux, dont les résultats sont entièrement cohérents avec ceux de l'étude. D'autre part, si la vaste majorité des sujets exercent ou étudient dans les Alpes-Maritimes, les résultats obtenus avec des groupes-témoins d'autres origines ne présentent pas, comme on pouvait d'y attendre, de différences significatives.

Enfin, cette étude a porté sur plus de 1000 enseignants et futurs enseignants, soit une population suffisante pour éliminer la possibilité d'une fluctuation statistique, au moins au premier ordre.

6.3. Impact d'une D.I. "simple" sur l'expression de CS

La section 6.2 a permis d'établir que la représentation de la science des participants à l'étude était peu sophistiquée et peu discriminante. La section 6.1., que la participation à des démarches d'investigation simples s'avère efficace pour faire évoluer leur rapport à l'expérience. On considère ici l'impact de la participation à des démarches d'investigation "simples"[79] sur l'expression de CS.

Une hypothèse assez naturelle est que les moments où des stagiaires participent à ces démarches d'investigation sont des moments privilégiés pour l'émission spontanée de critères de scientificité. On s'intéresse donc maintenant à l'impact de la D.I. sur l'expression de critères de scientificité par les participants des formations déjà sondées en section 6.1. Pour cela on procédera en affinant progressivement le grain de la recherche et en élargissant son champ, des démarches d'investigation elles-mêmes aux discussions associées puis aux questionnaires réalisés par les participants en amont et en aval de la formation.

La section 6.1. a également révélé que les participants mobilisaient souvent de simples éléments méthodologiques pour caractériser la science : on procédera donc non seulement à la recherche de critères de scientificité mais aussi à celle d'éléments méthodologiques.

6.3.1. EXPRESSION SPONTANEE DE CRITERES DE SCIENTIFICITE

3.1.1. Repérage de CS "sur le vif"

Une séance en démarche d'investigation articule des moments où le meneur de jeu interagit avec l'ensemble du groupe, typiquement au lancement de l'activité et lors de la mise en commun, et d'autres où les participants travaillent par petits groupes de façon autonome.

On cherche dans un premier temps les critères de scientificité émis spontanément par les participants *in situ*, en prenant avantage de la position de praticien-chercheur. Celle-ci permet en effet de se déplacer entre les groupes de stagiaires et de les écouter sans susciter trop de perturbations, la relation de confiance étant établie avec les participants.

Une écoute focalisée

Le praticien-chercheur est particulièrement attentif à l'expression de CS lors des phases de recherche et lors des mises en commun. Ce sont les moments les plus susceptibles de déclencher des discussions relatives à la méthodologie. Les participants peuvent en effet y remettre en cause les résultats ou la méthode suivie. Ces remises en cause peuvent susciter des argumentations s'appuyant sur des critères de scientificité, en exprimant typiquement que « *ce qui est fait*

79. Pour mémoire, on a défini une démarche d'investigation simple comme une D.I. n'intégrant ni sondes épistémologiques, ni retours métacognitifs, ni apports épistémologiques frontaux (cf. Chapitre 2, § 2.4.1.1.).

n'est pas scientifique pour telle ou telle raison » ou qu'il faudrait « *modifier telle ou telle chose pour que ce qui est fait soit plus scientifique* ».

Dans le cadre de cette étude, répartie sur trois années, plus de 25 formations longues, soit environ 300 heures où 450 stagiaires étaient en démarche d'investigation "simple", ont fait l'objet d'une écoute attentive par le praticien-chercheur. (Tableau 3.1.1.)

2008-2009	2009-2010	2010-2011
PE1 gr. 5-12 (165 étudiants) FC gr. 14 (15 enseignants)	PE1 gr. 20-27 (146 étudiants) FC gr. 29 (10 enseignants)	M1 EEF gr. 32-37 (107 étudiants) FC gr. 38 (12 enseignants)

Tableau 3.1.1. : Formations utilisées pour le repérage "sur le vif" de CS (nombre de participants concernés)

Contre toute attente, le praticien-chercheur n'a jamais *entendu aucun stagiaire faire appel à un critère de scientificité pendant une investigation.*

Une expression rare de CS nécessitant une approche plus systématique

Contrairement à l'intuition initiale, il apparaît que la question de la scientificité de ce qu'ils sont en train de faire ne se pose pas spontanément aux participants à une démarche d'investigation. Notre analyse devra donc porter sur une portion au mieux très minoritaire des interventions des participants, entre eux où à l'attention du praticien-chercheur. La procédure "sur le vif" n'est pas suffisante dans ces conditions. En effet, ce dernier peut ne pas être présent sur un groupe au moment où un critère est exprimé ou ne pas l'entendre alors qu'il est en train de gérer une mise en commun. L'écoute systématique des enregistrements continus réalisés auprès de chaque groupe est un moyen de pallier cette difficulté.

3.1.2. Repérage de CS "hors ligne"

Une écoute peu concluante

Pour tester la validité du résultat précédent, les enregistrements audio de douze formations, soit au total 150 heures, ont été écoutés pour identifier des éléments qui auraient échappé à la perception du praticien-chercheur "sur le vif". Il n'a pas été possible d'identifier de CS exprimés par les participants.

Des CS introuvables dans les transcriptions

Deux formations ont été également retranscrites afin de chercher, ligne à ligne, la présence de critères de scientificité spontanés pendant les D.I. réalisées (cf. §4.2.1.6.2.). La première est la formation réalisée avec les étudiants futurs enseignants en formation initiale (PE1) du groupe 21 et la seconde est la formation continue réalisée avec les enseignants du groupe 38. Les transcriptions et un court synopsis de ces formations sont disponibles en annexe 6.D. et 6.E.

Sur plus de 1100 prises de parole des stagiaires, il n'a pas été possible d'identifier l'expression spontanée de critères de scientificité au cours des démarches d'investigation vécues par ces stagiaires.

Si des expressions spontanées de critères de scientificité ont néanmoins pu échapper à ces procédures successives, il semble toutefois établi qu'il s'agit d'événements très rares.

Contrairement à l'idée de départ, la démarche d'investigation simple ne semble pas *provoquer significativement l'expression de critères de scientificité.*

6.3.2. EXPRESSION SPONTANEE D'ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

Dans un second temps, on cherche l'expression spontanée d'éléments de scientificité au cours des démarches d'investigation. Ces éléments peuvent en effet constituer une première étape avant l'expression de critères de scientificité, plus exigeante dans la mesure où elle implique par surcroît la notion de nécessité.

Les éléments de scientificité sont susceptibles de s'exprimer de diverses façons :

— Directement sous forme de "règles" ou d'expression de bonnes pratiques facilement identifiables. Typiquement, des expressions du genre « *on ne peut pas généraliser à partir d'une seul cas particulier* », « *tant que l'on n'a pas essayer, on ne peut pas savoir* », « *pour être sûr du résultat, il faut refaire plusieurs fois l'expérience* » renvoient à des éléments de scientificité (généralisation, recours à l'expérience, reproductibilité).

— Par opposition, sous forme de critiques de la méthode effectivement utilisée. Des expressions comme « *tu ne peux pas faire comme cela* », « *refais !* », « *il aurait fallu* » sont autant de marqueurs possibles de l'utilisation d'éléments de scientificité.

— Indirectement sous forme de propositions de nouvelles expériences révélatrices d'une attention à certains éléments de scientificité. Par exemple, la formulation « *regarde si cela change quelque chose de* », peut signifier une attention portée à la robustesse.

Le praticien-chercheur est donc préparé à entendre de telles expressions et reste ouvert tout au long du travail à l'apparition de formulations originales.

Dans les formations d'adultes, le contenu inclut non seulement des démarches d'investigation, mais aussi des discussions périphériques portant sur leur mise en œuvre concrète dans la classe (aspect pédagogique) ou sur des apports notionnels plus magistraux. Les moments d'investigation alternent donc avec des moments de rupture, du fait du formateur ou des stagiaires en formation initiale ou continue. (Tableau 3.2.)

	PE1, gr. 21	FC 17h, gr. 38
% de prises de parole ayant lieu au cours de DI	52%	58%
% de prises de parole au cours de discussions pédagogiques ou notionnelles	48%	42%

Tableau 3.2. : Proportion des prises de paroles en démarche d'investigation et pendant des discussions pédagogiques ou notionnelles

Ces moments de rupture pouvant être également l'occasion pour les participants de s'exprimer ou de s'interroger sur des éléments de scientificité, on s'intéressera

successivement à leur expression au cours de l'investigation et dans les discussions périphériques.

3.2.1. Pendant les investigations

Il convient de distinguer les expressions d'éléments de scientificité "spontanées" de celles "provoquées". Ces dernières sont par définition immédiatement consécutives à une intervention du meneur de jeu portant sur l'élément correspondant. Lors d'une D.I. simple, il s'agit le plus souvent d'interventions à visée pédagogique pour amener les étudiants à prendre conscience d'une erreur de méthode ou pour les encourager à mettre à l'épreuve leurs idées (e.g. la question « *Comment fait-on pour savoir ?* »).

Sur le vif, le praticien-chercheur n'a qu'exceptionnellement entendu l'expression d'éléments de scientificité en dehors des moments où il a lui même provoqué leur expression. Les transcriptions réalisées (gr. 21 et 38) sont donc scrutées pour permettre l'identification à la fois des éléments émis spontanément et en réponse à une sollicitation.

La recension des éléments de scientificité émis par les stagiaires pendant les investigations confirme que leurs commentaires, pertinents ou non, portant sur la scientificité des pratiques mises en œuvre ne représente que *moins de 1% des prises de paroles* durant les investigations. L'essentiel des prises de parole concerne la mise en œuvre de la démarche en cours et son transfert de la démarche en cours dans leur classe, ou encore les résultats obtenus.[80] Plus précisément, la recension ne fait apparaître que 16 occurrences pertinentes sur 2250 prises de paroles *soit 0,7 %* (Tableau 3.2.1.a).

	PE1, gr. 21	FC 17h, gr. 38
Nombre total de prises de paroles en D.I.	**750**	**1500**
Nombre de références à la primauté de l'expérience		3
Nombre de recours à l'expérience	3	5
Nombre de références à la cohérence externe	2	
Nombre de références à la reproductibilité	1	
Nombre de référence à la non scolasticité		2
Nb. total d'éléments méthodologiques exprimés	**6**	**10**
% d'éléments de scientificité formulés au cours de DI	0,8%	0,6%

Tableau 3.2.1.a. : Pourcentage d'éléments de scientificité formulés au cours de DI (nb. d'éléments exprimés/nb. de prises de parole en D.I.)

Sur les 16 occurrences repérées ici, 9 sont provoquées par le praticien-chercheur (3/6 en gr. 21 et 6/10 en gr. 38). Elles portent essentiellement sur l'appel au recours à l'expérience pour valider un discours. Dans la mesure où c'est l'élément explicitement travaillé dans les démarches d'investigation, cela n'a rien de surprenant. (cf. Tableau 3.2.1.b.)

80. Les prises de parole totalement « impertinentes » sont très faibles. Ce sérieux apparent est sans doute en partie lié à la présence visible des enregistreurs. Les quelques conversations hors formation sont liées à des événements qui se produisent dans les classes ou les écoles des participants (e.g. accident d'un élève), concernent la gestion de leurs élèves, ou des échanges de pratiques sur l'enseignement d'autres disciplines scolaires comme le français (e.g. choix de lecture pour les élèves).

	Expression provoquée d'éléments de scientificité	
Primauté de l'expérience	— (**Pr.-Ch.**) *Comment on pourrait vérifier toutes vos idées* ? — (stagiaire 1) *En se rendant sur place.* — (**Pr.-Ch.**) *On peut effectivement se rendre sur place. Je n'ai pas les moyens de vous emmener au Vietnam.* — (stagiaire 2) *Vous l'avez vérifié vous ? On va dire que quelqu'un va quelque part, s'est renseigné.* — (**Pr.-Ch.**) *Alors moi j'ai pris des photos. Et vous vous doutez bien que là, ce que je vais vous dire...* — (stagiaire 2) *Il faut qu'on vous fasse confiance.* — (**Pr.-Ch.**) *Et je n'ai pas envie que vous me fassiez confiance.* — (stagiaire 2) *J'en étais sûr* (139-146, mise en commun des idées)	FC, gr. 38
Recours à l'expérience	— (**Pr.-Ch.**) *On voit toujours la même face, oui. Comment on sait qu'on voit toujours la même face ?* [de la Lune] — (stagiaire) *Parce qu'on l'a observé.* (493-494, mise en commun des conceptions)	FC, gr. 38
Recours à l'expérience	— (**Pr.-Ch.**) *Alors il y en a qui sont sûrs que oui et il y en a qui sont sûrs que non, comment on fait pour vérifier ?* — (Tous) *On essaie !* (1380, phase de mise en commun des idées)	PE1, gr. 21
Reproductibilité	— (**Pr.-Ch.**) *Vous me dites que la lune présente toujours la même face. Comment vous le savez ça ?* — (stagiaire) *Parce que c'est toujours la même chose qu'on voit.* (377-378, recueil des conceptions)	PE1, gr. 21

Tableau 3.2.1.b. : Exemples d'éléments de méthodologie dont l'expression est provoquée par le praticien-chercheur

Seules 7 occurrences sur 16 sont exprimées spontanément par les participants. Elles portent sur la cohérence externe (2 occurrences), la non scolasticité (2 occurrences) et le recours à l'expérience (3 occurrences). (Tableaux 3.2.1.c.)

	Expression spontanée d'éléments de scientificité	
Primauté de l'expérience	— (stagiaire 1) *Et pourquoi il ne ferait pas comme ça ?* (mouvement rapide en arc de cercle au dessous de la boule) *Il va là et il revient. Ah mais ce n'est pas possible car on verrait que le soleil revient dans l'autre sens dans le ciel.* — (stagiaire 2) *On ne le voit pas quand il revient dans l'autre sens donc il tourne effectivement comme ça.* (fait un mouvement de cercle vertical). (1417-1418, phase de recherche)	FC, gr. 38
Recours à l'expérience	— (stagiaire 1) *On va dire que là, ça commence. Là je suis dans la nuit à Nice car je suis dans l'ombre.* (s'adresse à stagiaire 2) *Viens ici tu ne vois pas !* — (stagiaire 2) *Je te crois sur parole.* — (**Pr.-Ch.**) *Attention, on ne croit personne sur parole.* (stagiaire 1) *Viens et vérifie le résultat.* (1387-1390, phase de recherche)	FC, gr. 38
Recours à l'expérience	— (stagiaire 1) *Mais comment on le sait en fait que le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest ?* — (stagiaire 2) *On le voit.* — (stagiaire 1) *Ok. Ça part de l'observation.* (575, phase de recherche par groupe)	PE1, gr. 21
Cohérence externe	— (stagiaire 1) *En Afrique il fait toujours plus chaud qu'en France, que ce soit en hiver ou en été, et en fait ce qui change c'est que quand elle tourne autour du soleil, ce n'est pas un cercle, c'est une ellipse, donc à un moment donné, là elle va être plus près du soleil que là.* — (stagiaire 2) *Oui mais logiquement, si toute la Terre se rapproche du soleil, toute la Terre est en été. En fait je ne savais pas que c'était inversé par rapport à l'équateur.* (603, phase de rechercher par groupe)	PE1, gr. 21

Cohérence externe	— (stagiaire) *C'est juste une question. Par exemple pour expliquer l'éclipse de lune, les rayons sont comme ça ou comme ça. Selon ce que l'on étudie, les rayons sont parallèles ou non. Ma question c'est : Par rapport à la situation que l'on étudie et au schéma que l'on doit faire, est-ce qu'on considère qu'ils sont parallèles ou pas ?* (274, fin de mise en commun)	PE1, gr. 21
Non scolasticité	— (stagiaire) *Ptolémée, c'est le premier qui a dit que c'était comme ça, l'autre il arrive, il dit autrement, comme les deux sont possibles, Ah le doute !* (1579, mise en commun) (FC, gr. 38)	FC, gr. 38
Non scolasticité	— (stagiaire 1) *Oui mais le Soleil doit être incliné.* — (stagiaire 2) *Un Soleil ne peut pas être incliné.* — (stagiaire 1) *On n'en sait rien.* (1681-1683, phase de recherche)	FC, gr. 38

Tableau 3.2.1.c. : Éléments de scientificité exprimés spontanément par les participants en investigation

Il semble donc que les stagiaires n'énoncent que très rarement des éléments de scientificité pendant les démarches d'investigations vécues et que leur expression reste d'ordre anecdotique.

3.2.2. Pendant les discussions

En formation initiale (PE1), on n'identifie pas d'éléments de scientificité dans les prises de parole des étudiants. Dans la mesure où l'accent est porté dans ces discussions[81] sur le contenu et les étudiants focalisés sur la compréhension des connaissances, cela n'est pas surprenant.

De même, en formation continue, seules 7 interventions relèvent d'éléments de scientificité sur les 1086 prises de paroles hors démarche d'investigation[82] (0,6% des prises de parole ; Tableau 3.3.2.).

	FC 17h gr.38
Robustesse	— (stagiaire) *Imaginons, là je coupe, je pense à quelque chose. Si on n'a pas de poids, on prend de la pâte à modeler. Donc, ils vont faire eux-mêmes leurs personnages comme ils en ont envie. Et qu'ils fassent le même truc avec la pâte à modeler. Ça va revenir au même, ils l'auront fait eux-mêmes, on ne leur aura pas imposé de poids.* (110, interruption pendant D.I. sur *Plouf !)*
Robustesse	— (**Pr.-Ch.**) *Et maintenant comment expliquer que le mouchoir reste sec ? On l'a dit déjà avant puisqu'on a fait le sac. Dans le pot c'est pareil il y a de l'air qui empêche l'eau de rentrer. Ca c'est l'idée qu'on a pour expliquer le phénomène.* — (stagiaire) *C'est bien parce qu'on pouvait imaginer que le sac se rempli d'air mais pas le pot.* (2249, D.I. sur l'air)
Primauté de l'expérience	— (stagiaire 1) *Et qu'est-ce qui a fait qu'on a retenu [le point de vue du Soleil] ? C'est naïf ce que je vais dire, mais comme on ne peut pas se placer du point de vue du Soleil parce que de toute façon on ne peut pas y être.* — (stagiaire 2) *Ben si.* — (**Pr.-Ch.**) *On ne peut pas y être sur le Soleil.* — (stagiaire 1) *Par contre la Lune on peut y être. On pourrait très bien avoir un point de vue par rapport à la Lune.* (1949-1954, discussion sur la notion de point de vue)

81. La transcription n'inclut pas les moments de cours magistraux où le praticien-chercheur expose des connaissances et les étudiants prennent des notes. Elle inclut en revanche les moments de transition qui ne sont pas encore du cours magistral mais qui ne sont plus de la démarche d'investigation, le praticien-chercheur assumant de nouveau le statut d'expert au sein de la classe. L'ensemble de ces moments représente 48% des prises de paroles transcrites.

82. Soit 40% du total des prises de parole

Recours à l'expérience	— (stagiaire) *Si on n'a pas observé les choses, on ne peut pas tirer les conclusions.* (1986)
Pouvoir explicatif	— (**Pr.-Ch.**) *Non il n'expliquait pas, son modèle faisait faire aux planètes des mouvements plus simples que Ptolémée mais Copernic n'expliquait pas plus que Ptolémée, donc c'est un choix.* — (stagiaire) *Est-ce que c'est scientifique ça ?* (1582-1583 discussion sur la notion de point de vue)
Transmission	— (stagiaire) *Mais moi je trouve que le schéma ça apporte un petit plus dans le sens où on tombe sur quelque chose de conventionnel que tout le monde peut lire et ça permet aussi de passer du schéma à la réalisation.* (1048, discussion sur la schématisation)
Non scolasticité/ Primauté de l'expérience	— (stagiaire 1) *Nous on a tendance à dire : « oui on l'a constaté mais les scientifiques ont souvent des calculs bien plus compliqués pour nous prouver que ce n'est pas ça », on est formaté comme ça donc on a du mal...* — (stagiaire 2) *On raisonne dans le sens inverse des enfants.* — (stagiaire 1) *On a même du mal à accepter ce qu'on voit, je trouve. Après les enfants peut être pas.* — (stagiaire 3) *On nous a donné des vérités et donc on a du mal à les remettre en cause.* (2019-2022, discussion sur la notion de point de vue)

Tableau 3.2.2. : Eléments de scientificité identifiés au cours des discussions (gr. 38)

Les discussions périphériques n'apparaissent donc pas plus propices à l'expression d'éléments de scientificité que les démarches d'investigation elles-mêmes.

En dépit du dépouillement systématique des enregistrements de deux formations complètes, on n'a observé que très peu d'expressions d'éléments de scientificité, que ce soit pendant les démarches d'investigation ou lors des discussions périphériques.

6.3.3. EXPRESSION SOLLICITEE DE CS ET D'ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

On a établi dans le § 6.3.2. que les participants à l'étude n'expriment pas spontanément de CS *au cours* de l'investigation ou pendant les discussions périphériques (§ 6.3.1. et § 6.3.2). On élargit donc maintenant l'étude aux CS et éléments de scientificité que les participants expriment *sur sollicitation*, après la mise en place d'une démarche d'investigation. On s'intéresse particulièrement aux critères proches de ceux présentés en partie 5 et aux éléments de scientificité associés. Chaque formation est scrutée individuellement (3.3.1 à 3.3.5) puis les résultats synthétisés (3.3.6.).

3.3.1. Formation initiale (M1 EEF & PE1)

On constate que, lorsqu'ils s'expriment sur leurs pratiques, le nombre d'étudiants PE1 exprimant des éléments de scientificité proches de ceux proposés en partie 5 est très faible. Il n'évolue pas significativement après 3h et 6h de démarche d'investigation (7/36 et 7/31). (Tableau 3.3.1.a.)

Eléments de scientificité exprimés après 3h D.I. Ombres colorées (expérimentale), (7 occurrences, 36 Questionnaires)	Eléments de scientificité exprimés après 6h D.I. astronomie (modélisation), (7 occurrences, 31 Questionnaires)
Généralisation (3) — *Nous avons généralisé grâce aux exemples* — *Nous avons fait des expériences, des manipulations pour en tirer des "théories"* — *C'était scientifique dans la mesure où le travail a permis d'aboutir à une conception générale* **Recul** (1) — *Le travail réalisé en classe est en partie un travail scientifique car nous avons utilisé une démarche qui consiste à faire un "aller-retour" entre la théorie et le réel* **Non scolasticité** (1) —*Plutôt que des connaissances apportées par le professeur, nous avons observé, manipulé, constaté* **Exhaustivité** (1) — *Prendre en compte tous les paramètres et en faire varier un seul à la fois* **Opportunité** (1) — *Ce déroulement était scientifique car chaque expérience découlait de la précédente*	**Recul** (2) — *C'était scientifique dans la mesure où il s'agissait d'un travail de modélisation* — *Cela aurait été plus scientifique si on avait choisi un modèle avec une échelle adéquate* **Cohérence interne** (1) — *Nous avons cherché à expliquer les phénomènes un à un tout en les reliant. Chaque hypothèse a été étudiée sous différents angles et grâce aux réponses précédentes* **Reproductibilité** (1) — *On aurait pu rendre plus scientifique la démarche en refaisant des expériences déjà réalisées par des physiciens et astronomes* **Robustesse** (1) — *Toutes les expériences se recoupaient et tendaient à montrer le même phénomène* **Transmission** (2) — *...puis il y avait une mise en commun* —*... en confrontant les idées de chaque groupe*

Tableau 3.3.1.a. : Liste des éléments proposés par les PE1 (gr. 20-26) avec les extraits des questionnaires correspondant. Les étudiants sondés après 3 et 6 h de formation sont distincts.

Vivre des démarches d'investigation "simples" suscite donc l'émission d'éléments de scientificité opératoires chez moins de 20% des étudiants sondés. Chacun élément de scientificité est exprimé au maximum par 3 étudiants (soit moins de 10%). Par ailleurs, on constate que d'une séance à l'autre, les éléments exprimés ne sont plus les mêmes. Les étudiants étaient amenés à réagir sur la scientificité de la pratique de classe : il apparaît que les éléments formulés sont ceux qu'ils associent à ce qu'ils ont vécu. L'expression des éléments mobilisés pendant le cours reste toutefois très minoritaire.

Lorsqu'on leur demande expressément *via* un questionnaire général d'exprimer des critères de scientificité, ils s'avèrent pour plus de 80% d'entre eux capables de fournir des éléments de scientificité. Plus précisément, c'est le cas de 41 étudiants sur 54 (80%) de master EEF en début de formation, et de 45 en fin de cours (88%).

Néanmoins, 70% des éléments de réponse fournis par les étudiants portent sur la nature de la source, la présence de vocabulaire spécifique ou technique, la présence de schémas ou de chiffres.

Il semble donc que les étudiants s'appuient en grande partie sur des "signes extérieurs" de scientificité[83] *pour distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas.*

Les autres éléments plus proches de ceux retenus dans la partie 5 comportent moins de 4 réponses chacune. (Tableau 3.3.1.a.)

83. E. Thomm & R. Bromme (2012). "It Should at Least Seem Scientific!" Textual Features of "Scientificness" and their Impact on Lay Assessments fo Online Infomation. *Science Eduction*, 96 (2), pp. 197-211.

Catégorie d'éléments de scientificité	Pré-Questionnaire (64 éléments de réponse)	Post-Questionnaire (74 éléments de réponse)
Nature de la source	**16**	**21**
Technicité du vocabulaire	**12**	**14**
Présence de schémas	**12**	**10**
Présence de données chiffrées	**9**	**6**
Sous Total	***49 (76% des éléments)***	***51 (69% des éléments)***
Appel à une autorité scientifique	4	3
Rigueur dans le travail	2	4
Précision dans le travail	2	4
Idée d'objectivité, de rationalité	2	1
Un document scientifique est réfutable	1	0
Reproductibilité	1	0
Aspect provisoire	1	4
Validation par la communauté scientifique	1	1
Construction de généralités et Relativité	1	0
Cohérence externe	0	3
Exhaustivité documentation	0	1
Non scolasticité	0	1
Existence de modèle	0	1

Tableau 3.3.1.b. : Éléments de réponses extraits des 54 pré et post-questionnaires des groupes 32-37 et répartition dans les différentes catégories. Les éléments sous le double-trait sont proches de ceux retenus en partie 5. Ils sont présentés en détail dans la suite du texte.

En début de formation, seuls 5 étudiants en formulent. En fin de formation, ils sont 11 étudiants (20% de l'ensemble des étudiants), dont 7 nouveaux à en formuler. Seul un étudiant conserve le même élément de scientificité dans le pré et post- questionnaire (Q80).

Avant formation :

— ***Réfutabilité*** *: « Un document scientifique contient quelque chose de réfutable, basé sur l'expérience »* (Q61[84])

— ***Reproductibilité*** *: « Une même expérience présentera toujours les mêmes résultats si les données de l'expérience ne changent pas. »* (Q42)

— ***Aspect provisoire*** *: « C'est quelqu'un qui cherche la vérité par expérimentation et qui est capable de toujours la remettre en cause pour faire avancer la recherche. »* (Q66)

— ***Validation par la communauté*** *: « Si le document est scientifique, il doit être validé par la communauté scientifique »* (Q80)

— ***Généralisation et relativité*** *: « Un scientifique est quelqu'un qui à partir d'observations empiriques en déduit des généralités ainsi que le contexte dans lequel elles sont valables. »* (Q87)

84. Le code Q61 signifie que la citation entre guillemets a été extraite du questionnaire de l'étudiant auquel le numéro 61 a été attribué, selon la nomenclature de l'annexe 6.A.a.

Après formation :

— ***Aspect provisoire*** *: Un scientifique est un chercheur qui sait remettre en cause ce qu'il a pu trouver.* (Q66)

[Un scientifique est un] *professionnel qui est prêt à remettre en cause des principes à la lumière de nouvelles données* (Q3)

Chaque explication ne doit pas être considérée comme vraie et définitive (Q42)

Toute conclusion tirée est vraie en attendant qu'un autre modèle la réfute (Q61)

— ***Validation par la communauté :*** *Il est scientifique s'il a été validé par une communauté scientifique (Q80)*

— ***Cohérence externe*** *: Il faut confronter ce document avec d'autres pour comparer les hypothèses, les conclusions (Q7)*

J'applique les critères ci-dessus [termes spécifiques, provenance des données] plus comparaison autres documents (Q44)

Je regarde la source et tente de comparer ce document à d'autres documents existants (Q63)

— ***Exhaustivité de la documentation*** *: On peut qualifier un énoncé de scientifique si celui-ci répond à un problème ou une question posée en faisant apparaître toutes les expériences qui confirment ou infirment le résultat (Q31)*

— ***Non scolasticité*** *: C'est une personne qui ne prend jamais rien pour acquis (Q62)*

— ***Existence de modèle*** *: Il élabore des modèles pour y répondre (Q8)*

On constate par ailleurs une assez grande stabilité des arguments utilisés par les étudiants dans les pré et post-questionnaires (Diagramme 3.3.1.c.).

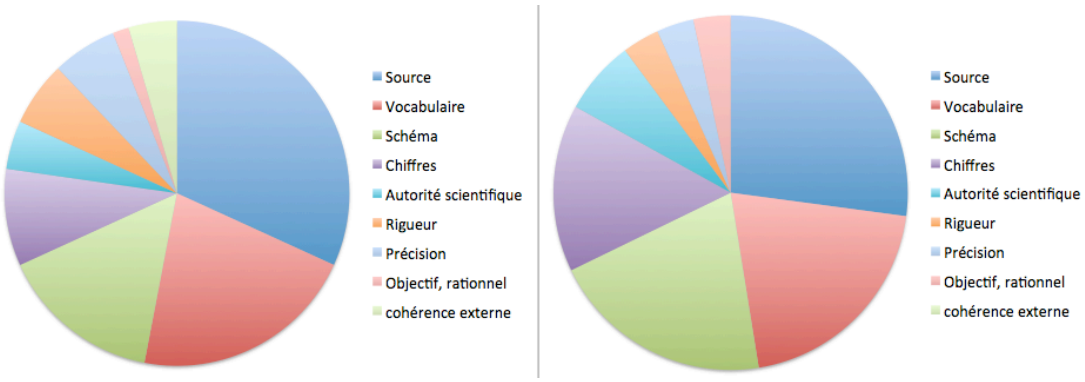


Diagramme 3.3.1.c. Répartition des éléments par catégorie en pré- (à gauche) et post-questionnaire (à droite)

L'expression d'éléments de scientificité proches de ceux retenus en partie 5 ou susceptibles de révéler une représentation sophistiquée de la science (e.g. réfutabilité) reste rare aussi bien en début qu'en fin de formation. Il est dans ces conditions difficile d'évaluer la part d'expression de ces éléments liée à la formation[85].

3.3.2. Formation continue

Les réponses aux questionnaires des stagiaires des groupes 14, 29 et 38 en début de formation font apparaître très peu d'éléments de scientificité que l'on peut relier à ceux proposés en partie 5. Ces éléments ne sont plus exprimés par les

85. Un travail confrontant les étudiants à un document erroné issu d'un manuel de préparation au concours et la remise en cause de leur copernicanisme pendant les cours peuvent être à l'origine de certains critères exprimés mais, même si tel est le cas, ils sont extrêmement peu nombreux à les formuler.

stagiaires en fin de formation (Tableau 3.3.2.a.). En revanche, d'autres stagiaires en émettent d'autres[86] également en très petit nombre (Tableau 3.3.2.b.).

Stage filé gp. 14	Stage 12h gp. 29	Stage 17h gp. 38
Non scolasticité (1) : *« Un scientifique ne prendra pas pour acquis une évidence »* (Q1) **Reproductibilité et cohérence externe (1)** : *« Quelque chose est scientifique après avoir été prouvé par expériences, en vérifiant les résultats sur la durée, ou bien les confrontant avec d'autres résultats. »* (Q3) **Reproductibilité (2)** : *« Si on peut le reproduire »* (Q4) ; *« Une chose scientifique peut se reproduire »* (Q13).	**Non scolasticité et aspect provisoire (1)** : *« Un essai d'explication / n'est pas du domaine de la croyance, ni des certitudes »* (Q9) **Robustesse (1) :** *« Plusieurs preuves convergent. »* (Q3) **Généralisation (1) :** *« Un scientifique généralise ses observations. »* (Q10)	**Univocité (1) :** *« Pour moi une production scientifique doit être claire, objective, c'est à dire qu'elle doit s'appuyer sur un vocabulaire bien spécifique ne faisant l'objet d'aucune interprétation possible. »* (Q4) **Reproductibilité (1)** : *« Ses résultats sont vérifiables, mesurables ou quantifiables et peuvent être reproduits. »* (Q8) **Généralisation (1)** : *« On part d'un constat, on arrive à une conclusion que l'on peut généraliser. »* (Q6)
	Présence de calculs (2), (Q2, Q6) **Jeu sur les stéréotypes de la science (1) :** *« Lorsque 78% de la population ne le comprend pas »* (Q1)	**Présence de vocabulaire technique (4)** **Présence de schémas (3)** **Présence de chiffres (1)** **Présence de rigueur (1)** **Recours à l'autorité scientifique (1)**

Tableau 3.3.2.a. : Éléments de scientificité formulés par les stagiaires en début de formation. Les éléments au dessus du double-trait sont proches de ceux retenus en partie 5.

Stage filé gp. 14	Stage 12h gp. 29	Stage 17h gp. 38
Communication (1) : *« Une personne qui est capable de partager avec les autres ses expériences. »* (Q12) **Aspect provisoire (2)** : *« Une personne qui peut remettre en cause un principe établi. »* (Q1) ; *« Il faut admettre qu'il n'y a pas toujours de réponses définitives. »* (Q11) **Non scolasticité (1)** : *« Ne pas donner des réponses toutes faites mais amener à réfléchir, au delà des certitudes implicites. »* (Q5)	**"Reproductibilité de la démarche" (1)** (Q7)	**Aspect provisoire (2)** **Relativité de la connaissance (2)**

Tableau 3.3.2.b. : Éléments de scientificité formulés par les stagiaires en fin de formation.

Une discussion sur la nature de la science a par ailleurs été réalisée en fin de stage pour les groupes 14 et 38.

Les participants à cet échange final du groupe 14 n'ont énoncé aucun critère de scientificité. Les questions de nature épistémologique ont suscité peu de réponses portant sur la nature de la science, les stagiaires se "défaussant" le plus souvent en fournissant des réponses focalisées sur l'aspect pédagogique de la démarche (cf. 6.1.).

86. Il n'est pas possible de savoir s'il s'agit ou non des mêmes stagiaires qu'en début de formation.

Pour le groupe 38, la discussion finale a été précédée d'une discussion entre stagiaires. Les discussions entre stagiaires ont suscité quant à elles l'expression de six éléments de scientificité :

— **primauté de l'expérience (3) :**

Ma vision des sciences a changé là : il faut expérimenter. Donc si tu n'essayes pas, tu restes avec tes idées toute ta vie. (2589) ;

En effet, le fait de manipuler leur permet de comprendre. Ca va leur enlever des croyances. (2603) ;

Mais à un moment tu as les faits qui parlent. (2641)

— **aspect provisoire (2)** :

Il faut expliquer que les sciences peuvent évoluer, en disant dans le résumé par exemple : "à ce jour, les scientifiques pensent". (2686) ;

[- Et maintenant je pense que c'est une démarche mais ce n'est pas un aboutissement. Donc il reste toujours un doute. Donc on accepte des vérités, jusqu'à ce que quelqu'un d'autre vienne les contredire. (questionnaire initial : *On ne peut dire ou écrire que si c'est universellement admis ou bien si l'on cite un scientifique reconnu*) - Donc tu veux dire que rien n'est jamais acquis ? - Oui, rien n'est jamais fixé car la science bouge. La Terre bouge (référence à la séance en Astronomie) - Il y a toujours des chercheurs qui peaufinent ce qui a déjà été fait. - Donc tant qu'il y aura des chercheurs, il y aura des doutes. (2590-2597)]

— **communication (1)** :

Un scientifique émet une hypothèse, il fait tout pour le prouver et les autres scientifiques se mettent d'accord. (2607)

— **honnêteté (1)** :

Il ne faut pas tricher pour dire absolument que c'est possible. Parce que ce qu'on disait n'est pas toujours possible. Y'en a qui veulent absolument que leur hypothèse soit juste. Mais il faut être modeste dans la recherche. (2608, référence au déroulement de la D.I. sur *Plouf !*)

— **cohérence externe (1)** :

L'hypothèse doit être cohérente [avec les faits], et l'argumentation essentielle (2609)

— **relativité (1)** :

J'ai mis une vision plus romantique des sciences, pas un seul point de vue (2625) (en lien avec le questionnaire final Q4 : « *Une vision sans doute plus relative des sciences. Pas un seul point de vue* », référence à la séance en astronomie)

L'échange collectif a fait intervenir les mêmes éléments de scientificité lors de trois dialogues : deux échanges articulent refus de l'argument d'autorité et primauté donnée à l'expérience ou aspect provisoire du savoir et un troisième porte sur la primauté de l'expérience. Les éléments exprimés pendant la discussion font le plus souvent référence à des événements marquants du stage au cours duquel les stagiaires ont vécu à de nombreuses remises en cause de leurs idées et ont été émotionnellement marqué par le travail sur la relativité du mouvement.

La discussion de nature épistémologique entre stagiaires puis avec le formateur suscite l'expression d'éléments de scientificité liés aux événements marquants de la formation plutôt qu'à une réflexion sur la méthodologie scientifique. Les critères de reproductibilité et de robustesse sont ainsi absents des échanges.

Cette discussion s'avère être aussi un moment de formation des stagiaires (« *Moi, depuis ce matin, j'ai appris beaucoup de choses* ») où ils expriment leurs difficultés à distinguer science et non-science.

— *Mais alors, comment on sait ce qui est scientifique ou pas ?*

— *Qu'est-ce qui te fait dire que justement c'est n'importe quoi [ce qui est écrit] ?*

— *Alors dites-nous comment on reconnait un article scientifique ou pas* ? (2771-2780)

3.3.3. Une expression d'éléments de scientificité qui reste rare

Qu'il s'agisse de formation continue ou initiale, on constate que les participants n'expriment que rarement des éléments de scientificité proches de ceux proposés en partie 5. *Toutes formations confondues, chaque élément exprimé l'est à chaque fois par moins de 5% des participants et les éléments relatifs à l'expérimentation, comme la reproductibilité ou la robustesse, ou à la méthodologie, comme le recul ou l'exploitation du spectre de généralité, ne sont quasiment jamais cités (moins de 2% des participants).*

Au total, c'est moins de 25% des participants qui expriment un élément de scientificité proche de ceux proposés en partie 5 en fin de formation.

Formation (Nb de participants)	M1EEF (81)	PE1 (67)	SF (14)	FC12h (11)	FC 17h (10)	Total (183)
Aspect provisoire	5		2	1	2	10
Communication /Transmission	1	2	1		1	5
Cohérence externe	4				1	5
Non scolasticité	3	1	1			5
Reproductibilité		1				1
Exhaustivité	2	1				3
Existence de modèle	1	2				3
Recul		1				1
Validation par la communauté scientifique	1					1
Robustesse		1		1		2
Généralisation		3		1		4
Opportunité		1				1
Cohérence interne		1				1
Honnêteté					1	1
Relativité					1	1
Primauté de l'expérience					3	3

Tableau 3.3.3. : Synthèse des éléments de scientificité exprimés

Notons que c'est dans la discussion collective qui fait suite à la rédaction du questionnaire et à une discussion en petit groupe que les stagiaires expriment le plus clairement des éléments de scientificité (gr. 38, FC 17h). Mais cette discussion les conduit à reconnaître leur impuissance à distinguer quelque chose de scientifique de quelque chose de non scientifique et à réclamer des apports épistémologiques.

Un échange sur la scientificité de l'astrologie provoqué par le praticien-chercheur conduit alors à l'émergence du critère de reproductibilité, qui n'était pas apparu spontanément au cours des échanges entre stagiaires et qui n'avait été identifié que par 3 enseignants sur 11 lors du questionnaire intermédiaire (cf. 6.2.2.6.2.)

— *Donc c'est quelque chose qui ne peut pas se répéter identiquement donc ce n'est pas de la science. (2785)*
— *On n'obtiendra* jamais les mêmes résultats donc ce n'est pas de la science. (2787)

Cet élément de scientificité semble immédiatement approprié par les stagiaires :

— *On fait des petits groupes, par exemple trois petits groupes. La même expérience sera alors refaite trois fois et on aura trois fois le même résultat.*

— *Et on ne fera la trace écrite qu'à partir du moment où tous les groupes auront trouvé le même résultat. Autrement, si chaque groupe trouve un truc différent, on dit qu'on ne peut rien en conclure. Soit on refait les expériences, soit on dit que ce n'est pas concluant, soit il faut trouver une autre expérience.*
— *On peut recommencer si on s'aperçoit que certains groupes n'ont pas trouvé la même chose que les autres car il y a peut-être eu une erreur pendant l'expérimentation.* (2794-2796)

3.3.4. Bilan d'étape

On vérifie que *la participation des stagiaires à des D.I. simples peut avoir un impact significatif sur leur rapport à des éléments de scientificité travaillés explicitement et systématiquement. C'est en particulier le cas du recours à l'expérience en substitution de l'argument d'autorité et de l'idée qu'une expérience est réalisée pour répondre à une question.*

On constate en revanche une carence presque totale d'expression des éléments de scientificité proposés en partie 5 *ou de variations proches* (moins de 20% en fin de formation). Ce résultat est assez inattendu dans la mesure où les participants sont amenés à les mettre en œuvre pendant leur formation (c'est typiquement le cas de la reproductibilité). *Ils sont moins de 2% à exprimer les critères de primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, recul ou exploitation du spectre de généralité.*

Participer à des démarches d'investigation simples ne semble donc pas suffire à induire une vision un tant soit peu sophistiquée de la nature de la science.

6.4. Impact d'une D.I. enrichie sur l'expression de CS

Cette section porte sur l'impact de l'enrichissement de la démarche d'investigation par des retours métacognitifs (6.4.1.) ou par des apports méthodologiques explicites (6.4.2.) sur l'expression et la construction de critères de scientificité.

On définit ici un enrichissement métacognitif comme un ajout à la démarche d'investigation invitant les participants à réfléchir à la scientificité de leur pratique de classe, mais sans que le meneur de jeu n'introduise de considérations méthodologiques, ni *a fortiori* de critères de scientificité. L'enrichissement méthodologique consiste à introduire explicitement des éléments méthodologiques choisis par le praticien-chercheur.

6.4.1. ENRICHISSEMENT METACOGNITIF

On cherche à déterminer l'impact d'un ajout métacognitif sur la démarche d'investigation pour la construction de critères de scientificité. Dans un premier temps, le contexte de l'étude et les données recueillies sont présentés. Dans un second temps, les critères de scientificité et éléments méthodologiques exprimés par les participants pendant la formation sont identifiés. Enfin, les réponses des participants lors du bilan permettent d'évaluer l'impact de l'enrichissement métacognitif sur leur appropriation de CS et d'éléments de scientificité.

4.1.1. Contexte de l'étude

Les moments de retour métacognitif consistent concrètement en des discussions de nature épistémologique entre participants, une question étant ritualisée par le praticien-chercheur : « *Est-ce que ce qu'on a fait ensemble était de la science et en quoi ?* ». Son rôle consiste alors à poser des questions susceptibles de faire avancer la réflexion des étudiants sans donner son point de vue sur les éléments proposés, un bilan en fin de formation permettant de répondre aux questions des étudiants.

> *Exemples de formulation :*
>
> Est-ce que ce qu'on a fait cette après-midi était de la science ? Un cours magistral d'astronomie aurait il été plus scientifique ? Pourquoi ? (**Pr.-Ch.**, 7/11/2011, gp. 45)
> Ce qu'on a fait ce matin était-il plus ou moins scientifique que ce que l'on a fait cet après midi ? Est-ce que c'était scientifique déjà ? En quoi ? (**Pr.-Ch.**, 8/11/2011, gp. 45)
> À votre avis, est-ce qu'aujourd'hui on a fait des sciences ? En quoi ?(**Pr.-Ch.**, 9/11/2011, gp. 45)

L'approche par démarche d'investigation enrichie d'ajouts métacognitifs a été testée lors d'une unité d'enseignement portant sur l'enseignement des sciences[87] d'une

87. Sept étudiants en licence 2 du parcours Sciences et culture et un enseignant d'école primaire y ont participé. Les étudiants ont validé une première année de licence en biologie ou en physique mais ont une compréhension initiale faible à la fois des concepts élémentaires physiques et de la nature de la

durée de 50 h (gp. 45). L'étude porte sur les 20 dernières heures de formation,[88] concentrées sur une semaine, au cours desquelles il a été régulièrement demandé aux participants de réfléchir à la scientificité de leur pratique.

Les discussions se situent pour l'essentiel en tout début de cours et font suite à un travail de réflexion demandé en fin de cours précédent.

En plus des questions générales portant sur la scientificité des pratiques du cours, il a été régulièrement demandé aux étudiants d'identifier les éléments admis pendant les cours pour les inciter à réfléchir au statut des témoignages et des arguments d'autorité en D.I.

Les questions posées par le praticien-chercheur sont détaillées dans l'annexe 6.F. avec le repérage des prises de parole dans les transcriptions de l'annexe 6.G.a-e.

> Les données recueillies sont de deux types : questionnaire et enregistrements vidéo à partir desquels a été réalisée une transcription des échanges verbaux. En tout début de formation, les participants ont rempli un questionnaire[89] permettant de recueillir leurs critères de scientificité spontanés ; ils ont également répondu à un questionnaire[90] leur demandant d'évaluer la scientificité de différentes pratiques de classe après 3h de formation.

L'ensemble des réponses aux questionnaires est disponible en annexe 6.H. La transcription des vidéos représente 7054 prises de parole[91].

4.1.2. Expression de CS et d'éléments de scientificité en cours de formation

4.1.2.1. Pendant les D.I.

On identifie dans un premier temps les CS exprimés pendant les démarches d'investigation. *Sur plus de 4900 prises de parole en D.I., on ne relève aucune expression de CS et seulement 26 expressions d'éléments de scientificité soit 0,6% des prises de parole.*

Sur ce total, 10 occurrences sont spontanées, et 16 provoquées par le praticien-chercheur. (Tableau 4.1.2.a.)

---

science (cf. Annexe XXX). L'enseignant de primaire se destine à l'encadrement d'un centre *La Main à la Pâte* et a été déchargé de classe pour se former.

88. En amont de l'étude, les participants ont vécu onze démarches d'investigation "simples". Deux D.I. ont été menées par le praticien-chercheur (ombres colorées et Eratosthène, 6h de cours) et neuf autres leur ont été proposées sous la forme d'ateliers d'une durée de 30 minutes environ animés par les étudiants en L3 du même parcours Sciences et culture. Ces ateliers ont été co-analysés avec le praticien-chercheur en vue de leur mise en place sur une Fête de la science (durée totale, 12h). Les étudiants ont ensuite animé ces ateliers pendant 4 jours (20h) pour des groupes de 8 élèves suivant le principe des jardins des sciences (cf. annexe 2.A.).

89. Gp 45. Questions posées en début de cours : « *Comment faites-vous pour savoir si quelque chose est scientifique ?* », « *Pour vous, c'est quoi faire des sciences ?* », «*Comment faites-vous pour reconnaître un scientifique ?*» et « *Pour vous, que signifie enseigner les sciences ?* ».

90. Le questionnaire posé après 3h de formation est disponible en partie méthodologie (4.2.1.8.4.).

91. Dont 60% sont réalisées par les participants. Sur l'ensemble des prises de parole, 70% ont lieu en démarche d'investigation (4930) et 13,5% pendant des discussions périphériques (950). Les retours réflexifs constituent 16,5% des prises de parole (soit 1163). Une discussion collective sur la nature de la science clôt la formation et fait office de bilan.

Eléments méthodologiques spontanés		*Eléments méthodologiques provoqués*	
Recours à l'expérience	2	Recours à l'expérience	5
Primauté de l'expérience	2	Reproductibilité	2
Cohérence lexicale	2	Cohérence lexicale	1
Reproductibilité	3	Distinction expérience/modèle	1
		Robustesse d'une loi	2
Cohérence externe	1	Relativité	1
		Refus de l'argument d'autorité	2
		Simplicité	2
Total	**10**	**Total**	**16**

Tableau 4.1.2.1. : Éléments méthodologiques exprimés pendant la DI

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus lors des démarches d'investigation simples (cf. 6.3.2.1.).

L'enrichissement métacognitif ne semble donc pas favoriser significativement l'expression de critères de scientificité ou d'éléments de scientificité pendant les démarches d'investigation au-delà du faible niveau déjà observé dans le cas de la D.I. simple.

Notons que la reproductibilité n'est spontanément exprimée par les stagiaires qu'*après* l'avoir été par le praticien-chercheur. Cette reprise se fait dans un premier temps dans des termes comparables à ceux du praticien-chercheur ; puis l'élément de scientificité est réutilisé avec des formulations différentes (cf. ci-dessous).

Pour conforter cette observation, le praticien-chercheur a à plusieurs reprises choisi un vocabulaire non standard, par exemple des anglicismes comme "*double-check*" (pour "vérification indépendante").

Exemples de reprise par les participants d'une remarque du praticien-chercheur sur la reproductibilité :

— (Pr.-Ch.) Il faut au minimum *double check*. Si il n'y en a qu'un qui n'est pas d'accord, qu'est-ce qu'on fait ?
— (Adrien) On invalide. (8/11 ; 1068-1069)

— (Pr.-Ch.) Donc la glace fond à zéro degré et ça monte tout de suite ? Alors est-ce que quelqu'un veut bien venir me lire la température ?
— (Camille) *Double check.*
— (Pr.-Ch.) C'est important ?
— (Adrien) Oui. (10/11 ; 1941-1944)

— (Adrien) Ca a fondu. Donc ça fait qu'on ne pourra pas reproduire l'expérience. Ben c'est vous qui nous avez dit qu'il fallait multiplier les expériences pour la fiabilité. (10/11 ; 1556-1560)

4.1.2.2. Pendant les ajouts métacognitifs

Sur les 1163 prises de parole au cours des discussions métacognitives, les étudiants n'expriment aucun critère de scientificité *stricto sensu*. On identifie en revanche 95 prises de parole (8%) incluant un élément de scientificité. Pour

modeste qu'il soit, ce taux n'en est pas moins supérieur d'un ordre de grandeur à celui qu'on observe pendant les démarches d'investigation (0,6%).

L'ensemble des prises de parole incluant un élément de scientificité ont été isolées des transcriptions et sont disponibles en annexe 6.I.

Sur ces 95 occurrences, 24 portent sur le recours à l'expérience pour tester des hypothèses, 20 sur l'association de la science à un questionnement, 9 sur le rapport à l'autorité et 9 sur l'émission d'hypothèses. On retrouve donc dans les discussions métacognitives une proportion importante d'éléments travaillés explicitement au cours des D.I. (62% des éléments exprimés, cf. § 6.1.).

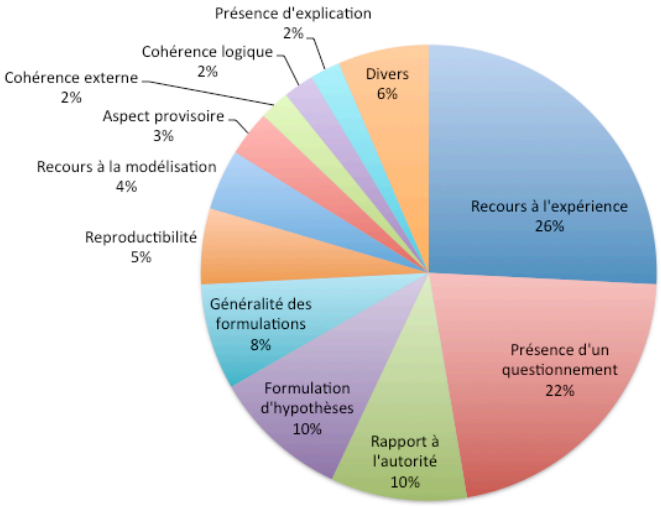


Diagramme 4.1.2.2. : Proportion des différents éléments méthodologiques exprimés au cours des discussions métacognitives

Exemple de prise de parole intégrant des éléments méthodologiques :

« *Alors, je pense que ce qu'on a fait cet après-midi était un cours de science car on a répondu aux questions que l'on s'était posées faisant une expérience. On a d'abord dit tout ce qu'on savait sur le sujet étudié, c'est-à-dire la lune et ensuite on a répondu aux questions à chaque fois à l'aide d'une expérience pour ne pas admettre une réponse. J'ai utilisé ce mot mais je ne sais pas trop si il est bien... Admettre. Pour ne pas admettre une réponse.* » (Mariska ; 8/11 ; 10-12)

Les 36 autres occurrences se répartissent sur 13 éléments de scientificité différents. Seuls deux éléments de scientificité dépassent 4 occurrences : la reproductibilité (5) et la présence de formulations générales (7). Les étudiants citent trois fois l'aspect provisoire de la science ; les autres éléments sont cités une ou deux fois.

D'une façon générale, les éléments de scientificité peu exprimés le sont suite à une démarche d'investigation les ayant directement et explicitement mobilisés.

Exemple d'expression d'élément de scientificité exprimé en référence à une D.I. :

— *Dans la procédure il faut qu'on soit tous d'accord et que si on découvre par exemple… c'est bien parce que tu nous a fais toucher le truc de la paille, c'était bien parce qu'on s'est aperçu qu'on n'avait pas procédé de la même manière. Ca c'est important aussi. À un moment donné, après avoir essayé, on se dit pourquoi toi t'as bouché, pourquoi*

pas toi. Et après on se dit bon ben on bouche tous. C'est dans la façon de faire l'expérience parce que si on ne fait pas tous de la même manière c'est sûr que…
— (Pr-Ch*) Donc se mettre d'accord sur la procédure.*
— *Oui ou alors la chercher. Mais après, une fois qu'on a trouvé un truc, se dire bon, on fait tous pareil.* (Jean-Luc ; 10/11 ; 221-223)

4.1.3. Appropriation

La formation s'est achevée par une discussion collective sur la nature de la science en présence d'Éric Picholle, avec lequel les étudiants suivaient par ailleurs un cours d'épistémologie. La transcription complète de cette discussion est disponible en annexe 6.J.

Une telle procédure favorise l'élucidation des idées des étudiants en permettant de rebondir sur leurs formulations. Elle permet également, dans le petit groupe considéré,[92] l'expression de désaccords, les étudiants interagissant volontiers.

Un inconvénient est cependant qu'une fois une idée émise par un participant, les autres n'éprouvent pas le besoin de l'exprimer de nouveau s'ils sont d'accord.

Les éléments de scientificité appropriés massivement sont les mêmes qu'en D.I. simple.

Pour les étudiants, faire des sciences, c'est avant tout :

— se poser une question

— chercher la réponse en faisant des expériences (ou des modélisations, suite au travail mené en astronomie)

— accepter toutes les idées tant qu'elles ne contredisent pas les faits

— refuser une affirmation en absence de preuve expérimentale.

Ils s'appuient essentiellement pour répondre sur ce qu'ils ont vécu en cours. On retrouve donc ici l'expression des mêmes éléments de scientificité que lors de démarches d'investigation simples :

— recours à l'expérience,

— opportunité de l'expérience

— refus de l'argument d'autorité.

Au-delà de ces quelques éléments, les étudiants éprouvent de grandes difficultés à s'exprimer en termes de scientificité.

Leurs réponses dépassent rarement la simple association science/réponse à une question par l'expérience. Ils apparaissent ainsi souvent mal à l'aise quand on leur demande d'aller plus loin et s'expriment avant tout sur sollicitation.

92. 7 étudiants et un enseignant. Il a été demandé à l'enseignant de ne pas intervenir dans la discussion afin de ne pas introduire de difficultés d'analyse supplémentaires et de ne s'exprimer qu'en fin de discussion. Ce dernier a en revanche participé normalement à l'ensemble de la formation et a, par exemple, régulièrement insisté sur l'importance de la reproductibilité.

Exemple de réaction d'étudiant :

— (Pr-Ch) *Alors est-ce que vous repérez dans ce que l'on a fait des choses qui sont plutôt des bonnes pratiques ou qui n'en était pas, ou en était moins ?*
— (Adrien) *Ben je ne sais pas, je ne vois pas vraiment où vous voulez en venir puisqu'on a tout le temps à peu près, on s'est tout le temps dirigé de la même façon, on a à peu près...*
— (Pr-Ch) *Comment vous caractériseriez ce que l'on a fait...*
— (Adrien) *Soit on part d'une situation donnée, soit on part d'une situation qu'on se donne en observant un fait ou une expérience. Après on se pose des questions sur ce qui paraît le plus réaliste sur les causes qui nous posent problème et après on essaie de le prouver d'une autre façon.* (5-8)

Il est alors nécessaire de reformuler la question à plusieurs reprises pour que les étudiants proposent d'autres éléments de scientificité.

Par exemple :

— (Pr-Ch) *Si vous vous mettiez à ma place et que vous aviez des étudiants comme vous êtes. Quand vous allez faire des choses avec eux, à quoi vous allez être attentifs pour dire," tiens ce que je vais faire là, je vais faire attention à", "pour faire des sciences, je vais faire attention à telle et telle chose quand je vais intervenir avec eux"* (43)
— (Pr-Ch) *Si vous vous rédigez un pense-bête de ce à quoi vous allez faire attention, de ce que vous ne laisserez pas passer quand vous serez avec les étudiants, vous écririez quoi ?* (45)

Cette stratégie trouve toutefois rapidement ses limites. Même lorsqu'on pousse les étudiants à formuler de nouveaux éléments, ils tendent à contourner la réponse en termes de scientificité et à répondre plutôt d'un point de vue pédagogique.

Par exemple :

— (Pr-Ch) *En termes de méthode, quand ils vont faire des choses, est-ce qu'il y a des choses auxquelles on doit être vigilants ?*
— (Mariska) *Oui, déjà pour la sécurité* (95-96)

Les relances et le recadrage des questions s'avèrent en conséquence indispensables pour obtenir des réponses.

Par exemple :

« *Qu'est-ce que vous voulez dire par là ?* » (55)
«*Vous avez ressenti la même chose ou pas ? Vous pensez aussi que c'est quelque chose à quoi il faut faire attention ? Quoi d'autre encore ?* » (75)
« *Ce n'est pas au même niveau. Que tout le monde ait compris, c'est en termes de pédagogie, que tout le monde observe c'est en termes de méthode. Maintenant on parle en termes de méthode.* » (105)

*L'expression d'éléments de scientificité autres que le recours à l'expérience ou le refus de l'argument d'autorité nécessite un guidage du praticien-chercheur***.** Les étudiants n'expriment ni spontanément, ni facilement, des éléments de scientificité qu'ils ont pourtant exprimé au cours des discussions métacognitives en lien avec le travail de classe. Lorsqu'un étudiant fournit quelques indices d'une référence à un élément méthodologique et que le praticien-chercheur pousse dans cette direction, non seulement un guidage de ce dernier est nécessaire pour y parvenir mais, surtout, les autres étudiants ne l'aident pas, chose pourtant habituelle dans ce groupe soudé lorsqu'ils "savent la bonne réponse".

C'est typiquement le cas pour la reproductibilité qui n'est pas spontanément perçue comme un élément de scientificité par les étudiants, alors même qu'ils

l'ont mobilisée pendant les démarches d'investigation et sont capables de justifier son importance. (Tableau 4.1.3.)

56	Aurélie	— Faire en sorte que tout le monde réussisse l'expérience. Par exemple quand ils avaient raté l'expérience, vous les avez aidés à la refaire. En fait tout le monde l'a refaite pour retrouver, pour qu'on ait tous les mêmes résultats.
57	Pr-Ch	— OK, et comment on a fait cela ?
58	Aurélie	— Ben on a refait et on a remis en place étape par étape pour qu'on suive bien chaque étape, la même. Qu'on ne fasse pas chacun de son côté l'expérience différemment.
59	Pr-Ch	— Pour s'assurer que...
60	Aurélie	— Que les étapes sont suivies enfin.
61	Pr-Ch	— Que si on fait la même chose, tout le monde trouve...
62	Aurélie	— La même chose

Tableau 4.1.3.a. : Exemple d'échange amenant un étudiant à s'exprimer sur la reproductibilité

On retrouve la même difficulté lorsqu'il s'agit d'exprimer la nécessité de tester la robustesse d'une expérience ou d'une loi (e.g. prises de parole 153-174 et 264-317).

153	Pr-Ch	— Alors sur l'air par exemple, est-ce que vous avez quelque chose qui avait un lien avec cela ?
160	Adrien	— Ben les règles qu'on a sorties c'est quand l'air sort l'eau rentre. Jusque là c'est bon, je ne dis pas de bêtises. Et donc dans la démonstration on n'a pas précisé que c'était avec un seau, une bouteille, un carton. Donc la démonstration elle a été faite indépendamment de l'objet qu'on utilise.
161	Pr-Ch	— Je vous ai vu sourciller.
162	Camille	— Non mais, je ne sais pas. Faudrait tester avec d'autres, avec les éléments qu'il dit pour vraiment savoir. On ne peut pas, on ne peut pas... A certains trucs on pourrait dire oui ça va faire la même chose mais à certains trucs non. Comme le carton je ne pense pas que cela va faire la même chose. Même pas du tout. Je ne sais pas comment expliquer.
163	Adrien	— Il ne faut pas sous-estimer le carton.
164	Pr-Ch	— Est-ce qu'on l'a vu avec plusieurs matériaux ?
165	Adrien	— On a utilisé le pot en verre et la bouteille en plastique.
166	Pr-Ch	— Est-ce qu'on l'a juste fait avec la bouteille en verre et la bouteille en plastique ?
167	Aurélie/ Camille	— Non, on l'a fait avec plein de choses différentes.
168	Adrien	— Avec quoi d'autre ?
169	Aurélie	— Ben je ne sais pas, enfin à chaque fois on a pris... Par exemple on l'a fait avec le baromètre mais avant on l'a fait autrement. Enfin, pour obtenir le même résultat mais avec des choses différentes.
170	Pr-Ch	— Et c'est important cela de faire des choses, de faire varier les conditions et de voir si on peut trouver la même chose ?
171	Aurélie	— Oui, cela permet de généraliser.
172	Camille	— Oui
173	Adrien	— Donc c'est bien ce que je disais, on peut généraliser.
174	Camille	— Oui mais, le pot en verre ce n'est pas un carton.

Tableau 4.1.3.b. : Exemple d'échange incitant les étudiants à s'exprimer sur la robustesse

Par ailleurs, les étudiants semblent avoir des difficultés à distinguer modèle et expérience (109-140).

Des éléments de scientificité "circonstanciels"?

Il semble que les étudiants considèrent spontanément certains éléments de scientificité comme "incontournables", même s'ils ne l'expriment pas vraiment en termes de conditions nécessaires. C'est le cas :

— du recours à l'expérience,

— de l'opportunité et

— du refus de l'argument d'autorité.

Il apparaît également qu'ils n'éprouvent pas le besoin d'aller chercher d'autres éléments de scientificité au-delà de ces éléments immédiatement perceptibles au cours des démarches d'investigation simples. L'expression d'éléments de scientificité tels que la reproductibilité ou la robustesse reste souvent associée dans le bilan à des interventions du praticien-chercheur invitant les étudiants à se remémorer des événements précis au cours desquels le non-respect de cet élément a conduit à un travail explicite.

> Exemples de relances du praticien-chercheur pour inviter les étudiants à s'exprimer sur la robustesse :
>
> « — *Ah, j'ai une petite question concernant notre travail sur l'air. On a travaillé avec des bouteilles, des verres et à chaque fois… allez-y.* (141)
> — *Est-ce qu'on l'a juste fait avec la bouteille en verre et la bouteille en plastique ?* (166)
> — *Et c'est important cela de faire des choses, de faire varier les conditions et de voir si on peut trouver la même chose ?* (170) »
>
> Exemples de relances du praticien-chercheur pour inviter les étudiants à s'exprimer sur la navigation entre général et particulier :
>
> « — *Je vais reprendre des choses dont on a parlé pour voir ce que vous en pensez. Je prends la manip des sabliers, je la fais juste avec du sable. Et on avait dit, vous vous souvenez, plus il y en a, plus cela prend du temps pour couler etc. Là j'ai dit, plus il y en a dedans, plus il y a quelque chose dans ma bouteille et plus cela prend de temps pour couler. J'ai juste vérifié avec du sable. Est-ce que cela vous semble pas mal ou...* (264)
> — *Est-ce que vous voyez la différence entre dire "plus je mets de quelque chose et plus cela prend de temps" et "plus je mets de sable et plus cela prend de temps"?* (294) »

On est alors dans une expression que nous qualifierons de "circonstancielle". Rien dans les échanges ne laisse supposer qu'au-delà d'une simple utilisation quand il en est besoin, les étudiants associent clairement ces éléments à la méthodologie scientifique.

Une expression d'éléments de scientificité comparable à la D.I. simple

D'une façon générale, les dialogues entre étudiants et les difficultés que ceux-ci éprouvent à exprimer d'autres critères que ceux travaillés systématiquement pendant les D.I. sont symptomatiques d'une appropriation encore balbutiante d'éléments de scientificité comme la reproductibilité, la robustesse d'une expérience ou la navigation entre général et particulier.

L'ajout de discussions métacognitives à la D.I. simple ne semble donc pas permettre une évolution massive de l'expression de CS ou d'éléments de scientificité chez les étudiants sondés, ni a fortiori *de leur appropriation.*

6.4.2. ENRICHISSEMENT METHODOLOGIQUE

La stimulation d'une réflexion sur la scientificité d'une D.I. par ses participants eux-mêmes s'étant révélée peu efficace pour en faire émerger les éléments de scientificité pertinents, on considère maintenant l'impact de son enrichissement par un discours *explicite* du meneur de jeu sur la méthodologie scientifique.

Dans un souci de simplicité, on ne considère dans cette section qu'un discours limité à l'explicitation des éléments méthodologiques mis en œuvre pendant les D.I. Ces apports méthodologiques ont lieu :

- Pendant les investigations, à chaque fois que le praticien-chercheur l'estime opportun ;
- Lors d'un bilan méthodologique systématique à la fin de chaque session. Les éléments méthodologiques mobilisés par les participants au cours de la démarche d'investigation vécue sont alors exhibés et discutés.

Le contexte de l'étude et les données recueillies sont présentés dans un premier temps. Les critères de scientificité et éléments de scientificité exprimés par les participants lors des bilans permettent dans un second temps d'évaluer l'impact de l'enrichissement méthodologique sur leur appropriation de CS et d'éléments de scientificité.

4.2.1. Contexte de l'étude et ajouts méthodologiques

L'approche par *démarche d'investigation enrichie d'ajouts méthodologiques* a été testée sur un groupe de treize participants à une formation continue d'une durée de 21 h sur 4 jours (gr. 54). Les enseignants sont motivés et volontairement engagés dans un projet de classe ambitieux : la préparation d'un jardin des sciences où leurs élèves de cycle 2 animeraient tous un atelier en D.I. La plupart d'entre eux ne fait cependant que rarement des expériences en classe et vient au stage pour se former à la démarche d'investigation autant qu'à la mise en place d'un jardin des sciences.

Les données recueillies sont de deux types : questionnaire et enregistrements vidéo à partir desquels a été réalisée une transcription complète de la formation[93]. En tout début de formation, les participants ont rempli un questionnaire[94] permettant de recueillir leurs critères de scientificité spontanés ; ils ont également répondu à un questionnaire intermédiaire[95] et à un troisième

93. L'ensemble des données est disponible en annexe 6.K.a.

94. Gr. 54. Questions posées en début de cours : « *Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ?* », « *En classe qu'est-ce qui distingue les cours de sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec les élèves ?* », « *Vos élèves vont faire un JDS, ils vont donc pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte "pour toi, c'est quoi la science ?"* » et «*Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? À partir de quel âge sinon, typiquement ?* ».

95. « *Qu'attendez-vous de vos élèves sur le JDS ? Que devront-ils mettre en place pour que l'animation soit le plus scientifique possible ?* ».

questionnaire en fin de formation[96]. Une discussion collective sur la nature de la science, qui clôt la formation et fait office de bilan.

La transcription des vidéos représente 3451 prises de parole[97]. Sur les 3034 prises de paroles hors bilan final :

— 63% sont le fait des participants.

— 64% ont lieu en démarche d'investigation (1936),

— 15% pendant des discussions périphériques (460),

— 8% pendant des discussions[98] sur la scientificité des ateliers sur le jardin des sciences (250),

— *7% sous la forme d'apports méthodologiques* (212),

— 6% sous la forme d'apports sur la relativité du mouvement[99] (177).

Les apports méthodologiques consistent en 11 courts bilans en fin de D.I. (138 prises de parole) et en de multiples interventions sur quelques prises de paroles entrelacées dans les D.I. (74 prises de parole au total). Une grande partie des interventions du praticien-chercheur entrelacées dans les D.I. ne sont pas anticipées, et motivées par les circonstances. Le praticien-chercheur est en effet conduit à réagir sur le vif aux formulations et aux solutions choisies par les participants pendant les D.I. D'une manière générale, les échanges avec les participants sont courts, inférieurs à la minute.

Certains apports méthodologiques sont réalisés par le praticien-chercheur sous forme magistrale. C'est en particulier le cas au début de formation, où les éléments méthodologiques sont introduits progressivement en fonction de leur mise en œuvre pendant les D.I.

Exemple d'apport magistral

— « *Comment on fait pour savoir ? On essaie.* » Oui, effectivement, j'ai insisté sur cet élément ce matin. On peut *dire* ce qu'on veut, mais on va donner la priorité à l'expérience. Et si on a une opposition, ce qui va permettre de trancher, de fixer les choses, c'est l'expérience. J'ai aussi insisté sur le fait que, avant de donner des résultats, on s'assure qu'on a tous trouvé la même chose, vu la même chose. En science on donne la priorité à l'expérience, et on s'assure que tout le monde a vu la même chose, trouve la même chose. (Pr-Ch, 379 & 385)

Mais, très rapidement, le praticien-chercheur sollicite les participants pour qu'ils identifient eux-mêmes les éléments méthodologiques mobilisés par la démarche d'investigation. Ce n'est que dans un second temps qu'il complète leurs réponses en reformulant les éléments identifiés et en précisant les éléments non

96. « *Ce qu'on a fait ensemble vous aide-t-il à distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas ? Comment ?* » et « *Plus précisément, quels critères précis emploieriez-vous pour qualifier ce travail de scientifique ou pas ?* ».

97. La transcription fait état de 3114 prises de paroles, les 337 prises de parole manquantes ayant été regroupées par commodité dans 6 prises de parole globalisant les échanges de 6 groupes (1329-1331 et 1794-1796).

98. Menée en début de troisième journée sur la manière de rendre les ateliers sur le jardin des sciences aussi scientifiques que possible, cette discussion avait pour objectif de conduire les enseignants à réfléchir en termes méthodologiques.

99. La discussion sur la relativité du mouvement a permis de travailler avec les enseignants sur le statut de l'argument d'autorité en science (prises de parole 1554-1731).

identifiés par les participants. Il y a alors un entrelacement entre des éléments formulés par les participants et d'autres apportés par le praticien-chercheur.

Exemple d'entrelacement

— (Pr-Ch) En termes de méthodologie, qu'est-ce qu'on travaille avec les enfants ?
— (E10) "On essaie".
— (Pr-Ch) On essaie, primauté de l'expérience. On a navigué aussi entre l'histoire et le monde physique. A-t-on vérifié dans ce qu'on a fait que si on changeait des choses non essentielles, ça ne changeait pas le résultat ?
— (E11) Oui, on a changé les poids.
— (Pr-Ch) Oui il y avait à chaque fois le même ordre des poids mais vous n'aviez pas les mêmes poids. Quoi d'autre ?
— (E7) Nos poulies sont différentes.
— (Pr-Ch) Oui, on a travaillé la robustesse. Avec des poulies différentes, on a observé la même chose. Est-ce que c'est reproductible ? A-t-on vérifié que tout le monde voyait la même chose et qu'on peut le refaire ?
— (E3) Oui.
— (Pr-Ch) Oui, on l'a fait deux fois, mais on pourrait le faire trois ou quatre fois. (743-751)

Lors de l'échange, un participant identifie la primauté de l'expérience, qui est nommée par le praticien-chercheur. Celui-ci oriente ensuite les questions pour inviter les participants à repérer le test de la robustesse et celui de la reproductibilité de l'expérience. Pendant les échanges, les réponses peuvent partir dans toutes les directions et c'est le praticien-chercheur qui formalise les éléments méthodologiques.

Avant la mise en œuvre de la formation continue considérée, le praticien-chercheur a choisi d'y introduire un nombre limité d'éléments méthodologiques. Les éléments choisis sont la primauté de l'expérience, la reproductibilité, la robustesse, le recul et l'exploitation du spectre de généralité. Il reste cependant prêt à saisir toutes les opportunités d'introduire d'autres éléments méthodologiques lorsqu'ils apparaissent en cours de D.I.

Le diagramme 4.2.1.a. présente les éléments méthodologiques effectivement introduits pendant la formation ainsi que leurs poids respectifs.

Le *recours à l'expérience* et sa *primauté* (resp. 20 et 23 introductions par le praticien-chercheur sur 84 au total) ainsi que la *reproductibilité* ont été introduits avec insistance pendant la formation (51% des éléments introduits). Dans une moindre mesure, le praticien a insisté sur le test de la robustesse d'une expérience ou d'une loi (resp. 5 et 10 introductions soit 18%).

Le *recul* (8% en fusionnant le travail sur la navigation entre monde physique et représentations et celui sur le caractère simplifié des représentations) et l'*exploitation du spectre de généralité* (5%) ont été finalement introduits relativement peu souvent par le praticien-chercheur. Le choix des D.I. mise en place et les circonstances de la formation n'ont pas incité le formateur à travailler longuement sur ces éléments.

On constate en revanche, comme cela était prévisible, que plusieurs éléments méthodologiques ont été introduits "dans l'action" en plus des éléments prévus. C'est en particulier le cas de la cohérence lexicale et du travail sur l'existence d'un domaine de validité d'une loi (en lien avec la relativité).

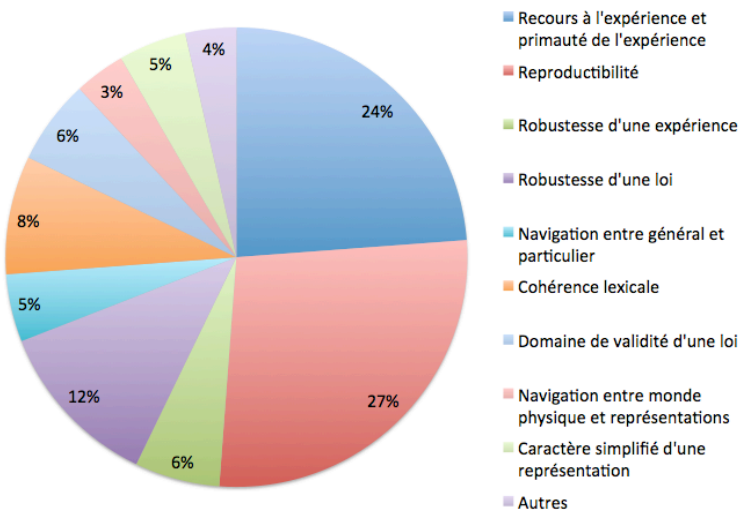


Diagramme 4.2.1.a. : Proportion des différents éléments méthodologiques introduits par le praticien-chercheur (84 introductions au total)

La plupart des éléments méthodologiques sont introduits dans l'action pendant les D.I. puis renforcés pendant les bilans (tableau 4.2.1.b.).

Éléments méthodologiques évoqués	*pendant D.I.*	*Bilans*
Recours à l'expérience "*Comment fait-on pour savoir ? on essaie*"	13	2
Primauté de l'expérience	1	4
Reproductibilité	15	8
Test de la robustesse d'une expérience	3	2
Test de la robustesse d'une loi pour la fiabilité de la formulation	5	5
Navigation entre particulier et général		4
Test du domaine de validité d'une loi (e.g. prise de parole 585)	3	2
Cohérence lexicale (e.g. prise de parole 971)	5	2
Caractère simplifié des représentations utilisées par rapport au monde physique (e.g. prise de parole 1320)	1	2
Navigation entre le monde physique et des représentations (e.g. prise de parole 631)	1	3
Notion de bonne pratique		1
Refus de l'argument d'autorité	1	
Opportunité	1	
TOTAL	**49**	**35**

Tableau 4.2.1.b. : Liste des éléments méthodologiques introduits pendant et en fin de D.I.

Une discussion plus longue (250 prises de parole) a également été menée en début de troisième journée. Elle avait pour objectif de conduire les enseignants à réfléchir en termes méthodologiques en les sollicitant sur la façon dont ils envisageaient les ateliers de leur classe pour qu'ils soient aussi scientifiques que possible.

4.2.2. Expression d'éléments méthodologiques et de CS

4.2.2.1. Expression spontanée en cours de D.I.

On s'intéresse dans un premier temps aux CS et éléments méthodologiques exprimés spontanément par les participants au cours des D.I. On exclut donc

les occurrences où le praticien-chercheur suscite leur expression par ses questions.

Nombre total des prises de parole en D.I.	**2 000**
Nombre total des CS exprimés	**0**
Nombre total des éléments méthodologiques spontanés exprimés pendant les D.I. par les participants	**12**
Test de la robustesse de l'expérience	*6*
Cohérence lexicale	*3*
Caractère simplifié d'une représentation	*1*
Recours à l'expérience	*2*

Tableau 4.2.2.1. : Éléments méthodologiques spontanés exprimés pendant la DI

On ne trouve aucune expression de CS stricto sensu *sur plus de 2000 prises de parole en D.I.* Ces résultats sont similaires à ceux obtenus lors des formations proposant des démarches d'investigation simples ou avec des apports métacognitifs.

On identifie seulement 12 expressions spontanées d'éléments méthodologiques, soit 0,6% des prises de parole. Ces résultats sont également similaires à ceux obtenus lors des formations précédentes.

Parmi les rares éléments cités par les participants, on trouve le test de la robustesse des expériences qui a été introduit très tôt dans la formation (prise de parole 161). Il est possible que cela ait eu un impact sur son expression, mais celui-ci apparaît minime. Il est intéressant de constater que la reproductibilité n'est jamais mobilisée spontanément alors que le praticien-chercheur a pourtant régulièrement incité les participants à s'intéresser à cet élément (23 occurrences).

Il semble donc que les apports méthodologiques ne favorisent pas plus que les apports métacognitifs l'expression de CS ou d'éléments méthodologiques pendant les D.I.

4.2.2.2. Expression au cours des échanges méthodologiques

On s'intéresse maintenant aux éléments méthodologiques que les participants expriment lorsque le praticien-chercheur leur demande d'identifier ceux qu'ils estiment avoir mobilisés pendant la D.I. qu'ils ont vécue. Cela se produit pendant 9 bilans méthodologiques et lors de la discussion du troisième jour (1329-1422[100]).

Le tableau 4.2.2.2. synthétise les éléments méthodologiques exprimés alors par les participants pour chacun de ces différents moments.

100. 250 prises de parole en tout, 3 prises de paroles regroupant les échanges au sein de chacun de 3 petits groupes de discussion (la prise de parole 1329 correspond à 64 échanges ; la prise de parole 1330 à 42 échanges et la prise de parole 1331 à 34 échanges).

Bilan	D.I.	Eléments méthodologiques identifiés
Bilan 1 (J1, 277)	Changements d'état de l'eau, Album *Roman de Renart*	Présence de questionnement, Présence d'expérience
Bilan 2 (J1, 372)	Changements d'état de l'eau	Présence de questionnement, Recours à l'expérience, Présence de mesures
Bilan 3 (J1, 537)	Leviers	Robustesse d'une loi
Bilan 4 (J1, 601)	Leviers	Elaboration d'une loi, robustesse d'une loi, Navigation entre général et particulier
Bilan 5 (J1, 623)	Album *Bascule*	Présence d'expérience
Bilan 6 (J1, 743)	Album *Plouf!*	Recours à l'expérience
Bilan 7 (J2, 1050)	Sabliers	Recours à l'expérience, Identification des paramètres pertinents et variation d'un seul paramètre à la fois, Reproductibilité, Opportunité
Bilan 8 (J2, 1302)	Dissolution, horizontalité d'un liquide	Recours à l'expérience, cohérence lexicale et symbolique
Discussion (J3, 1323)	Comment rendre l'atelier des élèves aussi scientifique que possible	Gp. 1 : Opportunité, Recours à l'expérience, Utilisation d'un vocabulaire adéquat, Refus de l'argument d'autorité (« *Ne pas dire les réponses* »), Construction d'une généralité à partir de plusieurs cas particuliers Gp. 2 : Opportunité, Recours à l'expérience, " Refus de l'argument d'autorité (« *Ne pas dire les réponses* ») Gp. 3 : Opportunité, Recours à l'expérience, Utilisation d'un vocabulaire adéquat, Refus de l'argument d'autorité (« *Ne pas dire les réponses* »), Reproductibilité
		Discussion générale : tous les éléments méthodologiques énoncés dans les groupes. Opportunité posée comme CS (1418-1425)
Bilan 9 (J3, 2178)	Air	Présence de questionnement, Emission d'hypothèses, Présence de représentations, Robustesse, Cohérence lexicale

Tableau 4.2.2.2. : Éléments méthodologiques spontanément exprimés pendant la DI

Recours à l'expérience et questionnement

La moitié des éléments méthodologiques évoqués portent sur le recours à l'expérience (7/31) ou la présence d'un questionnement (8/31). On retrouve ici sans surprise des éléments exprimés spontanément dans le cadre des D.I. simples et dans le cadre des retours métacognitifs.

Exemple de prise de parole mettant l'accent sur le questionnement et le recours à l'expérience :

— (A12) Le plus important, moi ce que je retiens, que je n'arrête pas d'avoir en tête, il va falloir me dire demain si c'est une bonne représentation de la démarche scientifique, mais moi j'ai en tête qu'ils se posent une question, et cette question on ne pourra y répondre de manière sûre que si on a expérimenté et qu'on a vu que la réponse était la bonne. C'est ça le plus important.
— (Pr-Ch) Vous rejoignez ça ?
— (A14, avec acquiescement de tous) Oui. (1414-1416)

Reproductibilité

La reproductibilité est constamment mobilisée pendant les démarches d'investigation et l'attention des participants est régulièrement portée sur cet élément par le praticien-chercheur. Néanmoins, il faut attendre que les participants rencontrent une situation où la reproductibilité des expériences

devient problématique faute d'avoir identifié tous les paramètres pertinents (travail sur les sabliers) pour qu'ils expriment la reproductibilité comme élément méthodologique.

On retrouve cette difficulté à percevoir l'intérêt de la reproductibilité lors de la discussion sur la méthode à suivre pour faire des ateliers "aussi scientifique que possible". Lorsqu'un groupe émet l'idée de faire reproduire les expériences par les élèves, elle est balayée par un autre participant :

— On se disait de laisser faire, de proposer de refaire, de vérifier plusieurs fois.
— Ça je ne sais pas si on aura le temps… (1346-1347)

L'importance de la reproductibilité semble donc difficile à percevoir par les participants.

Autres éléments méthodologiques

La plupart des autres éléments méthodologiques identifiés par les participants ne sont exprimés qu'une ou deux fois, le plus souvent juste après que l'accent avait été mis sur eux par le praticien-chercheur. C'est le cas de la robustesse qui est citée après un travail sur les leviers pendant lequel le praticien-chercheur a proposé le test de plusieurs matériaux avant d'accepter la formulation d'une loi. Autres éléments méthodologiques cités :

— Présence de mesures
— Elaboration d'une loi
— Robustesse d'une expérience /d'une loi
— Navigation entre général et particulier
— Identification des paramètres pertinents
— Variation d'un seul paramètre à la fois
— Cohérence lexicale et symbolique

4.2.3. Appropriation d'éléments méthodologiques et de CS en fin de formation

Un bilan est réalisé en fin de formation afin d'évaluer l'appropriation d'éléments méthodologiques par les participants. Il comporte trois étapes : réponse individuelle à un questionnaire (cf. annexe 6.K.b.), discussion de ces réponses en petits groupes puis présentation des éléments dégagés et discussion collective. Les réponses individuelles permettent d'évaluer l'évolution de chaque participant et les discussions de faire ressortir les éléments partagés par les participants et d'expliciter leurs idées.

4.2.3.1. Questionnaire

Tous les participants entrent en fin de formation dans la catégorie U1[101] (recours à l'expérience pour tester une hypothèse) *et 12 sur 13 associent les sciences au fait de chercher à répondre à une question.* On retrouve sur ces

101. Catégories définies au § 6.1.2.3.

éléments méthodologiques des résultats comparables à ceux obtenus en démarche d'investigation simple et avec apports métacognitifs.

À la différence des formations précédentes, la plupart des enseignants en formation continue sondés répondent aux questions en intégrant différents éléments méthodologiques dans leur réponse et en les articulant au sein d'une démarche.

Les formulations sont précises et affirmées. À la question « *Plus précisément, quels critères précis emploieriez-vous pour qualifier le travail de scientifique ou pas ?* », *9 participants sur 13 (70%) expriment des critères de scientificité,* même si leur formulation peut être améliorée.

> Exemple de formulation associant différents critères de scientificité
>
> Valérie : Scientifique : je crois, je vérifie par l'expérience, nous sommes plusieurs à le vérifier, ce que j'ai observé reste vérifiable en changeant les paramètres, je le fais plusieurs fois, j'admets que je me suis trompé.
> Pas scientifique : je crois, je suis seul à le vérifier, je me contente d'un paramètre, je le fais une fois, je reste sur ma position.

9 participants sur 13 (70%) citent la reproductibilité et 5 (39%) la robustesse comme éléments caractéristiques de la démarche scientifique. Ces proportions sont nettement supérieures à celles obtenues dans les formations en démarche d'investigation simple (reproductibilité citée par 0,5% et robustesse par 1% des participants, cf. 6.3.3.6.).

Une stratégie d'introduction d'apports méthodologiques apparaît donc comme un moyen efficace pour permettre l'expression des critères de reproductibilité et de robustesse par les participants.

De façon plus subjective, les réponses écrites à la fin de la formation semblent mieux structurées et plus pertinentes que celles obtenues dans les formations en démarches d'investigation simples (cf. annexe 6.K.b.).

> Par exemple :
>
> ***Ce qu'on a fait ensemble vous aide-t-il à distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas ? Comment ?***
>
> — (Clarisse) Oui. En faisant des expériences, en réfléchissant sur ce que l'on fait et comment, ce que l'on peut en déduire. En vérifiant que chaque groupe a trouvé la même réponse et en le testant dans des conditions différentes. On a ainsi obtenu une loi et c'est nous qui l'avons construite. Ce n'est pas un savoir qui nous est donné, c'est quelque chose que l'on peut montrer et tester pour le généraliser.
>
> — (Laure) Au départ je trouvais que le fait d'être curieux, d'observer et de se poser des questions était de la science. Or ceci, les enfants le font pour tout. C'est scientifique si on essaie mais surtout si on essaie plusieurs fois, dans plusieurs conditions, en changeant de critères (paramètres). On ne se contente pas d'une seule observation, on remet en cause les premières constatations, on peut reproduire notre constat.

En ce qui concerne l'analyse globale des questionnaires, on constate que deux éléments méthodologiques n'ont pas été explicitement introduits par le praticien-chercheur :

— le fait qu'il puisse ne pas y avoir de réponse à une question posée en fin de D.I. (cité 3 fois)

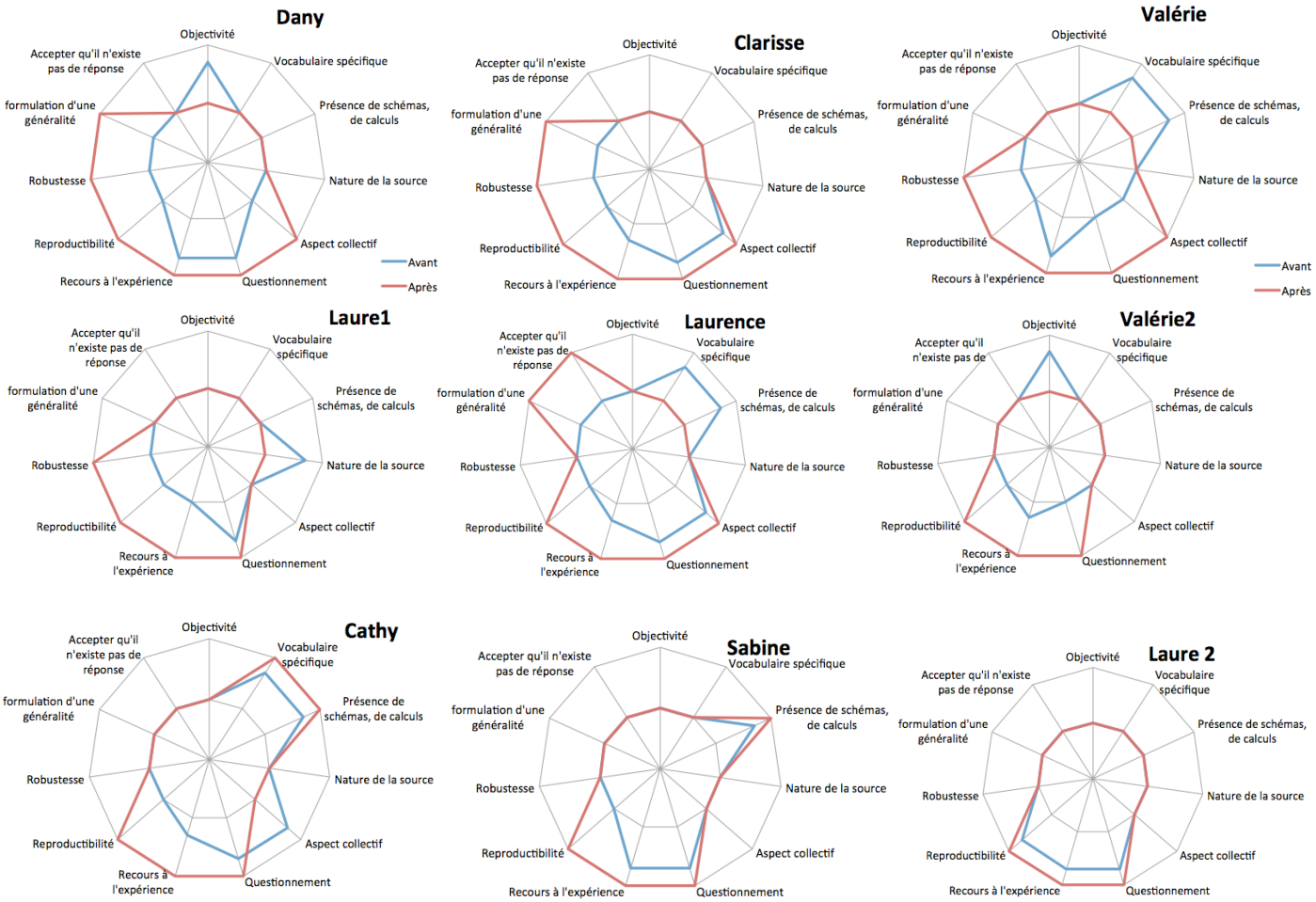
— le fait que faire des sciences implique un travail collectif avec confrontation des résultats (cité 5 fois).

Dans les deux cas, on peut considérer que les participants les infèrent à partir des situations vécues en formation.

Comparaison des éléments méthodologiques pré et post-formation pour chaque participant

La présence de vocabulaire spécifique (resp. de schémas) est citée par 5 participants en début de formation et 4 (resp. 2) en fin de formation. Trois d'entre eux (resp. 2) conservent cet élément méthodologique en fin de formation. Néanmoins, les échanges entre participants (cf. prises de parole 2754-2774) révèlent que le sens qu'ils attribuent au vocabulaire spécifique a évolué : ils privilégient la précision et la clarté du vocabulaire à sa technicité.

L'analyse des questionnaires individuels montre une nette évolution de la plupart des participants sur plusieurs éléments méthodologiques spécifiquement travaillés lors des apports méthodologiques. Pour visualiser cette évolution, on trace des diagrammes de Kiviat à 11 éléments. Pour chacun, deux valeurs sont possibles : il est ou pas exprimé. 4.2.3.1.a.).



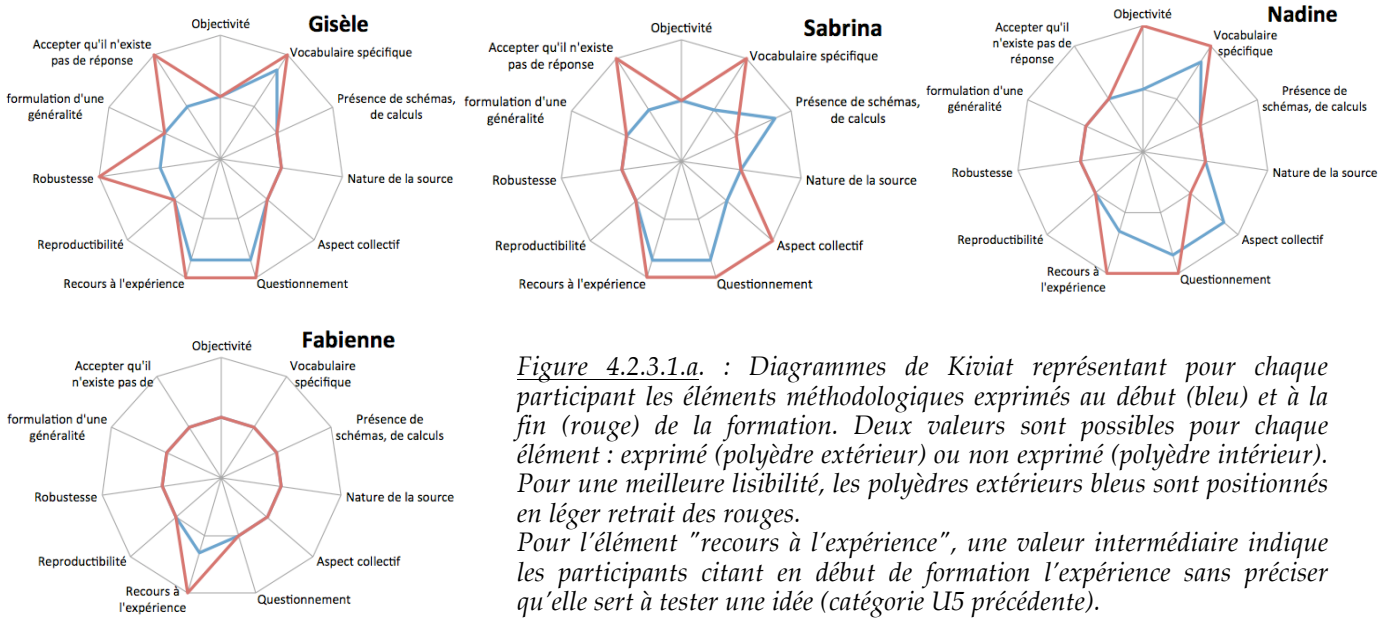
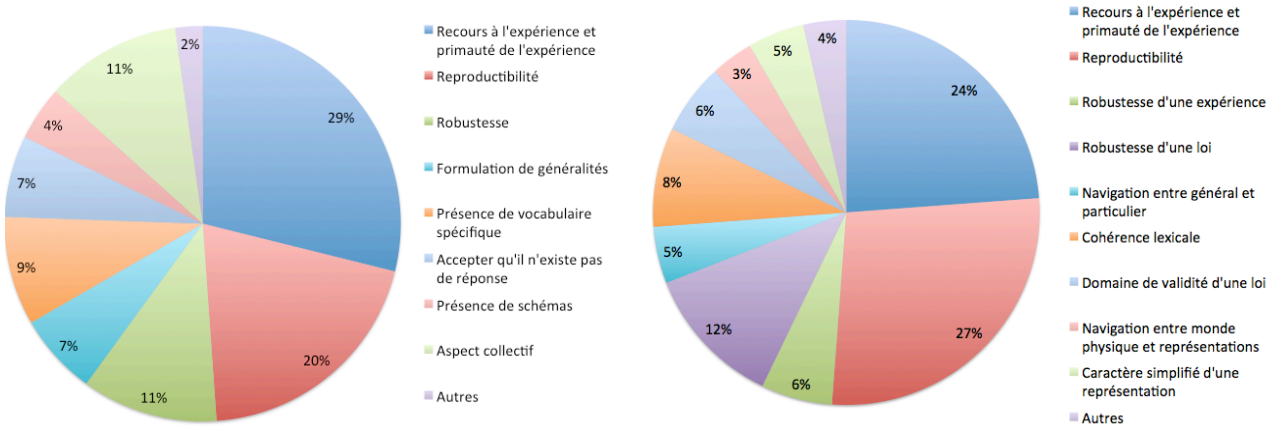


Figure 4.2.3.1.a. : Diagrammes de Kiviat représentant pour chaque participant les éléments méthodologiques exprimés au début (bleu) et à la fin (rouge) de la formation. Deux valeurs sont possibles pour chaque élément : exprimé (polyèdre extérieur) ou non exprimé (polyèdre intérieur). Pour une meilleure lisibilité, les polyèdres extérieurs bleus sont positionnés en léger retrait des rouges.
Pour l'élément "recours à l'expérience", une valeur intermédiaire indique les participants citant en début de formation l'expérience sans préciser qu'elle sert à tester une idée (catégorie U5 précédente).

11 participants sur 13 évoluent dans leur expression d'éléments méthodologiques. Plus de la moitié des participants (8 sur 13) citent plus de 2 nouveaux éléments méthodologiques : 4 participants en citent 4, 1 participant en cite 3 et 3 en citent 2. Seuls deux participants (Laure2 et Fabienne) n'évoluent pas dans leur expression d'éléments méthodologiques.

La D.I. avec apports méthodologiques semble donc efficace pour l'appropriation d'éléments méthodologiques et de critères de scientificité par les participants.

Cette appropriation reste toutefois pour l'essentiel limitée aux éléments sur lesquels le praticien-chercheur a mis le plus l'accent en formation (cf. Figures 4.2.3.1.b.).



Figures 4.2.3.1.b. : Proportion des différents éléments méthodologiques exprimés par les participants (à gauche, 49 introductions au total, l'élément "présence d'un questionnement" n'a pas été pris en compte) et introduits par le praticien-chercheur (à droite, au total 84 occurrences réparties sur 10 éléments méthodologiques)

4.2.3.2. Échanges entre participants et discussion collective

Au cours des échanges au sein des trois petits groupes lors de la discussion du troisième jour portant sur la scientificité des ateliers qu'ils prévoient de mettre en place sur le Jardin des sciences, les participants reprennent les mêmes critères de scientificité que lors des questionnaires écrits :

— primauté de l'expérience (3 gp.)
— reproductibilité (2 gp.)
— robustesse (1 gp.)
— opportunité (2 gp.)
— attitude scientifique (1 gp.)
— clarté et précision du vocabulaire (1 gp.)

Lors de la discussion collective, les enseignants se montrent intéressés et participent volontiers aux échanges, le rôle du praticien-chercheur se réduisant alors à modérer et à poser des questions d'explicitation.

La formation vécue comme référence de pratique scientifique

Alors qu'il leur était demandé si ce qu'ils avaient vécu les aidait à distinguer ce qui relève de la science de ce qui n'en relève pas, les participants font un pas supplémentaire et choisissent en fin de formation de s'appuyer sur des situations vécues au cours de celle-ci pour poser les modalités d'une démarche scientifique. Ils considèrent alors implicitement que ce qu'ils ont fait en formation était de la science. Le niveau du contenu scientifique de la formation étant élémentaire, cette réaction implique qu'ils considèrent que l'on peut faire de la science indépendamment de la sophistication du contenu. C'est un résultat déjà obtenu en D.I. simple[102].

Exemples de prises de parole en rapport avec la non scolasticité :
— Ne pas s'arrêter en fait avec les idées reçues. Par exemple la Terre tourne autour du Soleil, ne pas s'arrêter à ce qu'on croit savoir et qui est dit vérité. Et on disait même que cette démarche était bien pour former les futurs citoyens, des gens qui ne boivent pas le savoir.
— À un moment qu'ils se questionnent.
— Ne pas croire toujours ce que dit le maitre. C'est déjà dans une approche scientifique. (2744-2747)

Exemples de prises de parole en rapport avec la cohérence lexicale :
— Un vocabulaire précis parce que quand on utilisait un mot tu disais est-ce que vous savez ce que ça veut vraiment dire, donc précis. On est revenu avec des choses plus simples.
— Parce qu'on a essayé de sortir des mots qui nous restaient de nos études antérieures dont on a perdu le sens ou qu'on n'a jamais eu ! Ahah… (2757-2758)

Exemples de prises de parole en rapport avec l'opportunité :
— Là je dis les mêmes choses qu'au début du stage.
— Sauf que tu le disais mais tu n'en étais pas convaincue.
— Voilà. Maintenant je me rends compte qu'il faut une vraie phase de réflexion avant de pratiquer. Ca m'a vraiment changé. (2732-2734)

102. Les PE1 des groupes 20-26 en démarche d'investigation simple auxquels la question avait été posée (cf. 6.1.2.1.) considèrent également qu'ils ont fait des sciences pendant les cours en D.I. (97%, 69 étudiants sur 71).

Des interventions scolaires dont la scientificité est remise en question

La mise en évidence de certains éléments de scientificité s'opère également explicitement par contraste entre le déroulement de la formation et leurs représentations antérieures ou leur vécu d'autres modalités d'interventions "scientifiques" dans leur classe.

> *Exemple de référence au vécu de classe :*
> — En fait tu peux très bien parler de la science sans forcément avoir une démarche scientifique. C'est important qu'ils acquièrent une attitude scientifique. Tu vois la dentiste quand elle est venue dans la classe c'était la leçon de choses, ils n'ont pas découvert par eux même. Elle leur a répondu c'est tout. (2727-2729)

La formation induit ainsi certains participants à réévaluer la scientificité des interventions de personnes considérées comme "scientifiques" en comparant la démarche mise en œuvre dans leur classe par ces intervenants à celles vécues en formation.

Des éléments méthodologiques pour distinguer science et non science

Interrogés sur la scientificité de la pratique de l'astrologue, les participants n'utilisent pas l'argument d'autorité pour la mettre en cause et se mettent à la recherche d'éléments permettant d'invalider sa pratique. Les participants mobilisent alors l'exploitation du spectre de généralité — sous la forme de l'existence de lois sur lesquelles tout le monde s'accorde en science en opposition avec l'existence de lois "idiosyncratiques" chez les astrologues (2790-2814) — et la reproductibilité comme critères de scientificité.

Des critères de scientificité bien reçus par les enfants et par les enseignants

La notion de critère de scientificité et les critères eux-mêmes sont introduits en s'appuyant sur des situations vécues pendant les formation. La notion semble bien reçue par les participants qui participent activement à la discussion. Au cours de la discussion, l'un d'entre eux introduit spontanément le critère de transmission.

> Exemple d'introduction spontanée du critère de transmission :
> — Est-ce que la nécessité de divulguer, de communiquer ses connaissances c'est nécessaire à la science ? Parce que là je prends ton exemple de l'eau bout à 100°C, si ça reste, si ça intéresse 20 personnes on ne va pas pouvoir euh tu vois ? Il faut aussi informer pour accepter d'être conforté ou contredit. (3026)

La discussion épistémologique est alors considérée par certains comme un moment de synthèse du travail réalisé et comme un moyen de mieux l'assimiler.

> Exemple de perception de la discussion épistémologique par les stagiaires :
> — Ca synthétise en fait tous ce qu'on a…
> — Ca fait appel à des choses qu'on a faites et ça permet de mieux les assimiler. On assimile la notion. (3046-3047)

Les enseignants semblent par ailleurs accepter sans difficulté l'idée d'une définition de la science évolutive en fonction des critères choisis, les enfants ayant l'habitude que les choses évoluent en grandissant.

Exemple d'acceptation de l'idée que le nombre de CS évolue avec l'âge des élèves
— (Pr.-Ch.) Donc ce qui était de la science avant ça n'en est plus puisque j'ai rajouté un critère.
— C'est normal en grandissant.
— Même nous entre cycle 2 et cycle 3 c'est pas du tout la même chose pour eux. (3088-3090)

Sur proposition du praticien-chercheur, les enseignants s'accordent également sur le fait que primauté de l'expérience, reproductibilité sont les critères les plus accessibles pour leurs élèves et proposent la robustesse comme troisième critère facile à mettre en place dans leurs classes (3095-3098).

Exemple d'ajout du CS de robustesse par les participants
— (Pr.-Ch.) Si à chaque fois qu'ils disent quelque chose tu répondes "Comment on fait pour savoir ?", et que la réponse est "On essaye" et que, si ce n'est pas pareil que ce que l'on disait, on choisit ce que l'on a fait, tu es dans la primauté de l'expérience. Et je pense que c'est sans doute la première chose qu'on peut installer chez les élèves. La reproductibilité, effectivement, je pense que c'est aussi quelque chose que vous pouvez mettre facilement en place dans vos classes...
— Oui (tous).
— (Pr.-Ch.) Après, dans les choses que vous pouvez mettre facilement en place…
— Je pense la robustesse. (3095-3097)

6.4.3. SYNTHESE

4.3.1. Une expression spontanée rare

L'absence d'expression de critères de scientificité spontanés ainsi que le faible nombre d'éléments méthodologiques émis pendant les démarches d'investigation semble être une caractéristique commune non seulement aux démarches d'investigation simples mais aussi à celles bénéficiant d'apports métacognitifs ou méthodologiques.

D.I. simple	D.I. + apports métacognitifs	D.I. + apports méthodologiques
0,7%	0,6%	0,6%

Tableau 4.3.1 : Comparaison des taux d'éléments méthodologiques exprimés pendant les D.I.

L'apport de compléments à la D.I. ne semble donc pas favoriser l'expression spontanée de CS ou d'éléments méthodologiques et cela même lorsque des participants sont sensibilisés par ailleurs à des éléments méthodologiques.

Les rares études menées avec des enseignants ou futurs enseignants du primaire s'intéressent avant tout à l'appropriation finale de caractéristiques de la nature de la science et ne documentent pas l'occurrence des éléments de scientificité exprimés par des participants pendant des démarches d'investigation. Il n'a pas été possible en conséquence de comparer ces résultats à des études externes à ce travail.

Il semble que la méthodologie scientifique ne soit pas spontanément considérée comme un élément de discussion prioritaire pour les participants à une investigation. Cela pourrait s'expliquer par la difficulté des participants à réfléchir à la méthodologie qu'ils mettent en œuvre en même temps qu'ils s'approprient le contenu des démarches proposées. Même si ce contenu reste à un niveau élémentaire, il pose souvent des difficultés conceptuelles aux

participants et il est alors possible que face à l'afflux d'éléments nouveaux à intégrer, les participants se focalisent sur le contenu scientifique ou pédagogique aux dépens de l'aspect méthodologique. Dans le cadre habituel des formations, ils peuvent en effet s'attendre à ce que les erreurs méthodologiques soient prises en charge, d'une façon ou d'une autre, par le formateur.

4.3.2. Des apports méthodologiques efficaces

Les moments d'échange métacognitif, qui n'impliquent pas l'expression explicite d'éléments méthodologiques par le praticien-chercheur, ne modifient en revanche pas de façon significative l'appropriation d'éléments méthodologiques.

Ces résultats ne sont pas vraiment surprenants. Valarie L. Akerson et al.[103] et Randy L. Bell et al.,[104] dans leurs études sur l'appropriation par les enseignants du primaire de caractéristiques de la nature de la science, avaient déjà démontré l'efficacité d'approches explicites. Leurs études portaient cependant sur des caractéristiques de portée bien plus générale (cf. § 2.3.2.3.1.) que celles de notre étude. Il semble donc que l'appropriation par les participants d'éléments méthodologiques et de critères de scientificité est favorisée par des stratégies comparables à celles utilisées pour développer l'appropriation de caractéristiques de la science plus générales.

L'apport d'éléments méthodologiques apparaît comme un moyen efficace pour susciter l'expression de critères de scientificité, de nombreux participants citant des éléments méthodologiques travaillés en cours lorsqu'on leur demande de distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas en fin de formation. On constate alors que l'appropriation d'éléments méthodologiques par les stagiaires concerne essentiellement les éléments introduits explicitement pendant la formation.

	D.I. simple (183 participants)	D.I. + apports métacognitifs (8)	D.I. + apports méthodologiques (13)
Opportunité	70%	+++	92%
Recours à l'expérience pour vérifier une hypothèse	60%	+++	100%
Aspect provisoire/ Possibilité qu'on puisse ne pas aboutir à une réponse	5,4%		23%
Communication /Transmission	2,7%		39%
Non scolasticité	2,7%	++	
Reproductibilité	0,5%	sur sollicitation	70%
Construction de généralités	0,1%	sur sollicitation	23%
Robustesse	0,1%	sur sollicitation	39%

Tableau 4.3.2. : Récapitulatif des proportions d'éléments méthodologiques exprimés en fin de formation suivant les différentes approches testées (pas de pourcentages disponibles pour l'approche D.I. + apports métacognitifs)

103. Valarie L. Akerson, Fouad Abd-El-Khalick, Norman G. Lederman. Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science », *Journal Of Research In Science Teaching*, 2000, vol. 37(4), pp. 295–317

104. Randy L. Bell, Juanita Jo Matkins, Bruce M. Gansneder. Impacts of Contextual and Explicit Instruction on Preservice Elementary Teachers' Understandings of the Nature of Science, *Journal of Research in Science Teaching*, 2011, vol. 48 (4), pp. 414-436.

6.5. Appropriation de critères de scientificité explicites

Une démarche d'investigation simple s'avère donc insuffisante pour l'établissement et l'appropriation d'une vision opératoire de la nature de la science scolaire, mais ceux-ci semblent s'opérer de façon d'autant plus efficace que des éléments méthodologiques sont introduits de façon plus explicite dans la formation (§ 6.4).

Une alternative à un simple "enrichissement méthodologique" au sens du 6.4.2 est une introduction explicite de la notion de critère de scientificité, en tant que condition nécessaire et la présentation directe sous cette forme plus sophistiquée des éléments méthodologiques utiles. D'un point de vue pratique, un tel "enrichissement épistémologique n'est *a priori* pas beaucoup plus lourd.

On s'intéresse donc dans cette section à l'appropriation de critères de scientificité explicites par les participants à une formation par la démarche d'investigation.

Après avoir présenté les modalités de mise en œuvre de cette approche (§ 6.5.1.), on s'intéressera à la réception de chaque critère par les participants : sont-ils tous reçus de la même façon ou certains sont-ils privilégiés ? (§ 6.5.2.). Enfin, on trouvera dans la section 6.5.3. des éléments d'évaluation de l'appropriation par des participants de critères de scientificité explicitement présentés en formation et des perspectives de travail.

6.5.1. Modalites de mise en œuvre

L'étude s'appuie sur 14 formations regroupant 362 participants (tableau 6.5.1.).

Deux modalités ont été utilisées pour introduire les critères de scientificité : introduction progressive ou introduction frontale "en bloc".

Introduction progressive

La première modalité repose sur une introduction progressive des critères au fur et à mesure de la formation. Chaque démarche d'investigation vécue ou présentée fournit l'occasion de mettre l'accent sur un ou plusieurs critères. Afin de justifier leur introduction, le praticien-chercheur débute par un questionnement (oral ou écrit, cf. 6.2.) sur la nature de la science. Celui-ci met généralement en évidence les difficultés des participants à cerner ce qu'est la science. Les critères sont alors proposés comme un outil expérimental, qu'il leur est demandé d'évaluer en fin de formation.

Cette modalité a été choisie pour les formations courtes, le plus souvent avec un public "captif" d'enseignants participant aux animations pédagogiques obligatoires de leur circonscription ou d'étudiants dont la présence en cours est obligatoire. [105]

105. Dans ce cadre, une présentation magistrale "en bloc" pourrait en effet être perçue comme trop "théorique" et éloignée des attentes des participants, au contraire d'une intégration par touche des critères, dans des situations pratiques "parlantes" pour les participants.

L'investissement en temps de formation est typiquement d'une trentaine de minutes sur une formation de trois heures (16% du temps de formation).[106] Des participants se révèlent parfois demandeurs de précisions supplémentaires et l'investissement en temps de formation peut alors doubler.

Introduction "en bloc"

La deuxième modalité consiste à introduire en une seule fois, après avoir mis en évidence la difficulté des participants à définir ce qui distingue ce qui relève de la science de ce qui n'en relève pas, la notion de critère de scientificité. Les critères sont alors tous présentés soit en exposition magistrale dès le début de la formation, soit, après que les stagiaires ont vécu une première démarche d'investigation, en analysant celle-ci pas à pas. Les CS présentés sont ensuite mobilisés pendant les démarches d'investigation suivantes[107]. Le praticien-chercheur sollicite alors régulièrement leur identification par les participants et précise au besoin les éléments qu'ils ont oubliés.

Cette seconde modalité a été choisie dans des formations plus longues,[108] pour lesquelles le praticien-chercheur est maître du contenu et des modalités de la formation et avec un public inscrit volontairement à la formation. L'investissement en temps de formation a été d'environ 1 h pour une formation de 6 h (16%) : exposition magistrale des CS (15 mn) et retour sur les critères au fur et à mesure des démarches vécues (45 mn). Dans le cadre des formations longues (24 h ou plus), 20% du temps de formation a été consacré au travail sur les critères : 1h30 pour faire vivre une démarche d'investigation et l'analyser en termes de CS, 1h pour revenir sur les définitions des critères et les expliciter et 2h30 pour des retours sur les critères au fur et à mesure des démarches vécues.

Gps (nb. de participants)[109]	Modalités de la formation	Type de public	Nature de la formation
64 (32) & 66 (66), 59, 60, 61, 62, 67 (83)	Introduction progressive des CS au fil des D.I. présentées ou vécues par les participants avec utilisation d'albums jeunesse comme supports	étudiants 3e année Bachelor FC, enseignants Maternelle	Séminaire/ Atelier / Animations pédagogiques
65 (84)	Introduction progressive des CS au fil des D.I. présentées ou vécues par les participants avec utilisation d'albums jeunesse comme supports en conférence. Atelier explicitant leur mise en œuvre sur la thématique de l'électricité (D.I. "*Comment allumer le nez de l'ours*" vécue par les participants)	FC, enseignants C3 et 6e-5e	Conférence 1h suivi d'un atelier 1h30

106. À titre documentaire, une formation réalisée en animation pédagogique avec des enseignants de maternelle sur Nice (gp. 67) a été filmée ; sa transcription complète est disponible en annexe 6.L. C'est la seule formation de ce type à avoir été filmée, les formations de courte durée se prêtant très mal à l'enregistrement. Les lieux de formation sont rarement adaptés : salles des fêtes, classes, salles de cinéma. Mais surtout, dans un temps très limité et avec un public souvent dont la participation à la formation est non volontaire (animations pédagogiques imposées par l'inspection académique), il est très délicat de créer la confiance nécessaire au filmage.

107. Vécues par les participants ou seulement, le cas échéant, présentées par le praticien-chercheur.

108. À titre documentaire, la formation continue de 6 h avec des enseignants de maternelle (Gr. 52) a été filmée et sa transcription est disponible en annexe 6.M.

109. La nomenclature des groupes est définie dans la section méthodologie §4.2.1.4.3.

70 (14)	Identification de critères de scientificité sur un texte historique (Lettre De Périer), mise en commun puis présentation exhaustive des CS	Docteurs, futurs enseignants physique	Atelier
52 (25) & 63 (15) 57 & 69 (32)	Présentation des CS en introduction à la formation et explicitation de leur mise en œuvre au fil des D.I. présentées ou vécues par les participants	FC, enseignants Maternelle, C2 et C3 FI, étudiants L2 et L3	Stage Plan Académique de Formation Cours Licence Sciences et Culture
68 (11)	Présentation des CS en introduction à la formation, préparation d'une séquence sur les leviers et la machine à écraser les biscottes, mise en œuvre dans une classe sur 3 séances et analyse	FI	Ancrage M1EEF

Tableau 6.5.1. : Récapitulatif des formations pour lesquelles les CS ont été introduits explicitement

Pour l'ensemble des formations, le praticien-chercheur a présenté l'outil "critères de scientificité" comme expérimental et en cours de développement pour la science scolaire. Il a sollicité de son auditoire, à ce titre, un retour honnête sous la forme de réponses orales (gr. 67) ou à un questionnaire (tous les autres groupes[110]) pour évaluer son utilité, l'outil étant en développement. La plupart des participants ont volontiers répondu.

6.5.2. Reception de l'outil

Introduire directement les CS de façon explicite revient à intégrer dans les formations une part épistémologique. Or, dans le cadre de formations dédiées à l'enseignement des sciences par la démarche d'investigation, les participants s'attendent avant tout à trouver des apports notionnels et pédagogiques. On peut alors s'interroger sur la réception par des enseignants ou futurs enseignants du primaire de cet apport épistémologique.

Pour sonder la réception des critères de scientificité, il a été demandé aux participants en fin de formation de répondre à des questionnaires portant sur l'utilité des critères présentés pour leur pratique et sur leur hiérarchisation de ces critères.

5.2.1. Perception de l'utilité des critères et perspectives d'utilisation

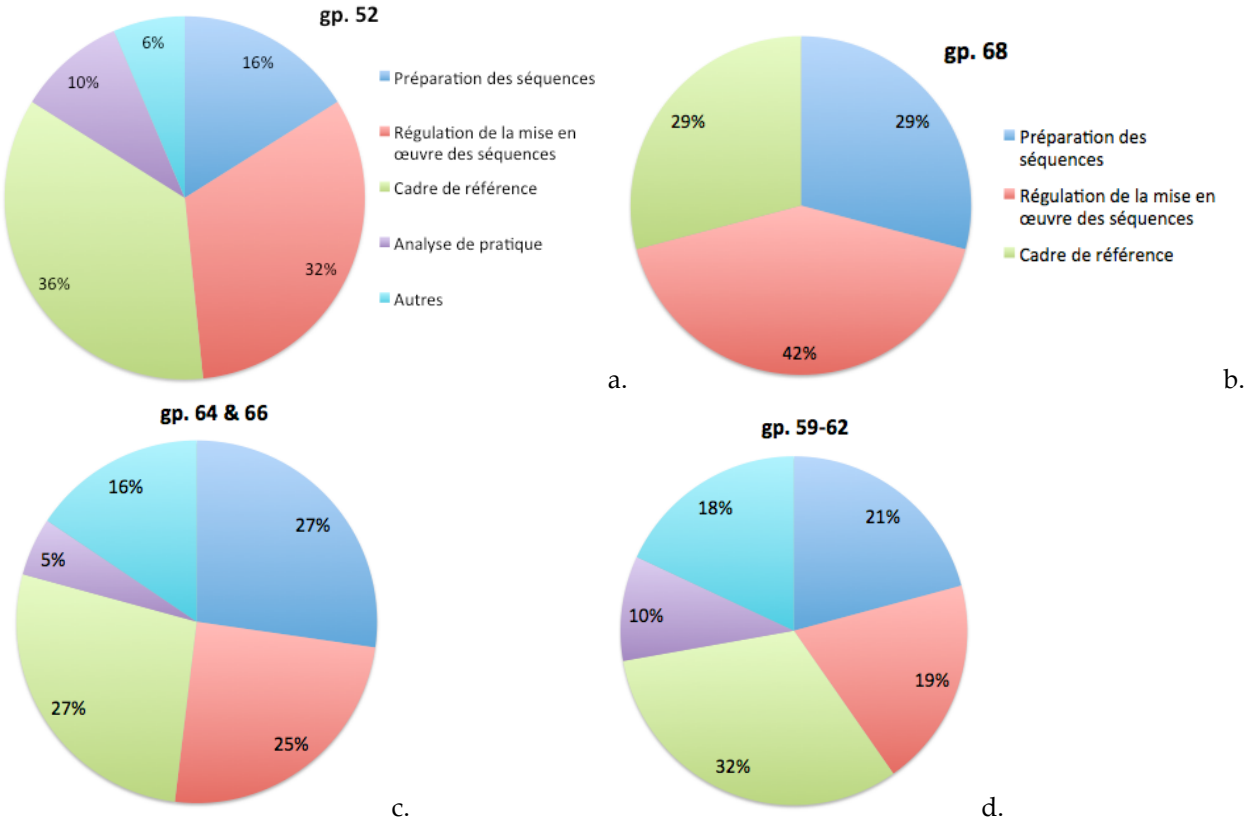
Les participants considèrent à plus de 96% (333 réponses) que les critères présentés leur seront utiles pour leur pratique de classe. Ce résultat semble indépendant de la modalité d'introduction des CS choisie (tableau 5.2.1.a.).

110. Questions posées dans le cadre d'une introduction progressive des critères ainsi qu'au groupe 52 : *Selon vous, les critères présentés sont-ils utiles pour votre pratique ? En quoi ? Classez les 5 critères présentés du plus facile au moins facile à mettre en place dans votre classe.* Questions posées aux groupes 57 et 69 : *Le travail sur les critères de scientificité vous a-t-il semblé utile ? (si oui, en quoi) Auriez-vous préféré un cours avec le même contenu de fond mais sans travail sur les critères de scientificité ?* Questions posées au groupe 68 : *Pensez-vous que les CS vous ont aidé à bien faire des sciences avec les petits ? Pensez-vous que les CS sont utiles ? (si oui, en quoi) Est-ce que vous avez réussi à intégrer les CS dans vos séances ? Pensez-vous les utiliser dans votre pratique de classe ? Lesquels ?* Questions posées au groupe 63 : *Qu'est-ce qui vous a été utile dans ce stage ? Que vous comptez réinvestir ?*

Introduction progressive	Réponses positives	Introduction en bloc"	Réponses positives
gp. 64 & 66	98%	gp. 52	100%
gp. 65	93%	gp. 68	100%
gp. 59, 60, 61, 62	98%	gp. 57 & 69	97%

Tableau 5.2.1.a. : Proportion des participants considérant que la présentation des CS leur est utile suivant la modalité d'introduction choisie

Les applications retenues sont également les mêmes indépendamment des modalités d'introduction des critères. Elles concernent la préparation et la régulation de la mise en œuvre de leurs séquences. Les participants sont également nombreux à y voir un cadre de référence utile pour leur pratique. Enfin, certains les considèrent comme un outil pour réfléchir sur leur pratique passée et future. (Diagrammes 5.2.1.b) [111]



Diagrammes 5.2.1.b. : Proportions des différentes applications des CS évoquées par les participants. En haut : introduction en bloc (a) : pour un total de 31 occurrences, gp. 52 ; (b) : 24 occurrences, gp. 68 ; en bas : introduction progressive (c) : 77 occurrences, gp. 64 & 66 ; (d) 72 occurrences, gp. 59-62.

Il apparaît également que les participants envisagent globalement d'utiliser les critères pour les mêmes usages, qu'ils soient enseignants confirmés ou futurs enseignants, et ce dans des proportions comparables.

111. Pour les enseignants de maternelle, une étude détaillée des réponses est disponible au chapitre § 7.4. Nous n'avons pas présenté les résultats des enseignants chiliens (gp. 65) : peu de réponses sont exploitables et il est difficile de savoir dans quelle mesure cela est dû à la traduction de la question (et des réponses) du français à l'espagnol et réciproquement.

Toutefois, le groupe 68 qui a bénéficié d'un entrelacement entre formation à la démarche d'investigation et mise en œuvre en classe insiste sensiblement plus que les autres groupes (pour lesquels les réponses sont déclaratives) sur l'utilisation des CS pour la régulation de la mise en œuvre des séquences.
La correspondance entre usages effectifs (gp. 68) et envisagés ainsi que le choix des participants de répondre aux questions en dehors du temps de formation[112] suggèrent qu'ils ont répondu sérieusement aux questions posées et sont prêts à employer concrètement les CS dans leurs classes.

5.2.2. Hiérarchisation des critères

Cinq critères de scientificité ont été introduits explicitement dans toutes les formations[113] sondées, y compris pour les enseignants de maternelle[114] : la *primauté de l'expérience*, la *reproductibilité*, la *robustesse*, *l'exploitation du spectre de généralité* et le *recul*. Il était demandé aux 225 participants sondés[115] de classer ces cinq critères du plus (classement en première position, choix 1) au moins (dernière position, choix 5) facile à appliquer dans leur pratique de classe.

Parmi ces critères, les deux derniers sont plus subtils dans leur mise en œuvre et donc *a priori* plus difficiles à s'approprier. Le classement des participants concorde avec cette analyse *a priori* des difficultés susceptibles d'être rencontrées par les enseignants[116] :

— *Primauté de l'expérience et reproductibilité.*

Les participants sont plus de 70% à classer les critères de primauté de l'expérience et de reproductibilité parmi les plus faciles à mettre en œuvre (choix 1 et 2). Inversement, ils sont moins de 20% à les classer en choix 4 ou 5. (tableau 5.2.2.a.). *Les critères de primauté de l'expérience et de reproductibilité semblent donc très nettement privilégiés par les participants.*

— *Recul et Exploitation du spectre de généralité.*

Les participants sont moins de 30% à classer l'exploitation du spectre de généralité et le recul en choix 1 et 2. Ces deux derniers critères se retrouvent de façon majoritaire en choix 4 et 5.

Le recul et l'exploitation du spectre de généralité, critères les plus subtils, semblent donc perçus par les participants comme les plus difficiles à mettre en place dans leurs classes.

112. Les participants ont pris le temps de répondre au praticien-chercheur et une grande majorité d'entre eux a fourni un commentaire sur les usages envisagés, le taux de réponses incluant des commentaires variant de 66% à 100%.

113. Les groupes 52 et 70 ont bénéficié d'apports supplémentaires.

114. Cette introduction s'appuyait sur des démarches d'investigation basées essentiellement sur l'utilisation d'albums jeunesse (*Roman de Renart, Petit glaçon, Plouf!, Bascule ;* cf. annexe 2.A. pour la description des séquences correspondantes M07, M11, M13). En pratique, le praticien-chercheur a utilisé avec les participants les CS comme des éléments méthodologiques à respecter pendant les D.I.

115. Il s'agit des participants des groupes 59-62 et 64-66.

116. Le nombre de participants positionnant chacun des critères sur un choix donné pour chaque groupe est disponible en annexe 6.N.

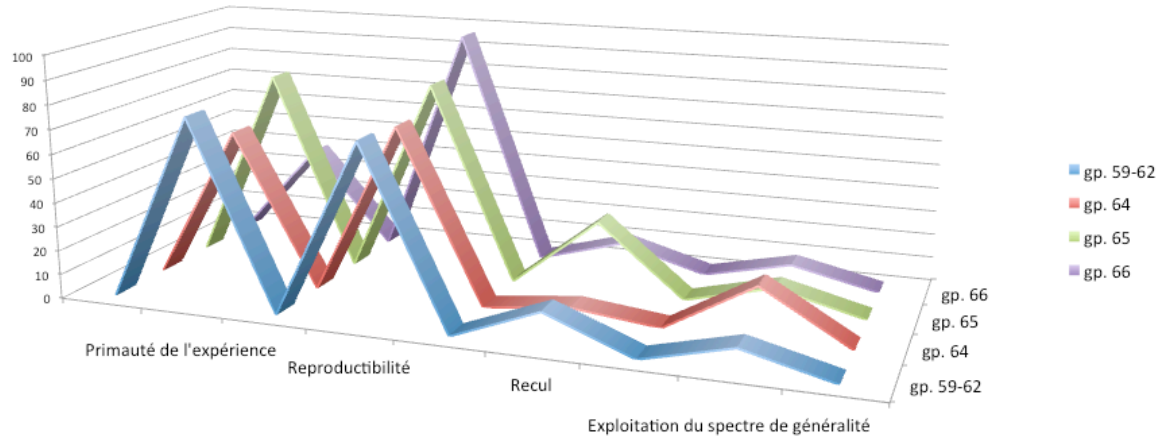


Tableau 5.2.2.a. : Répartition sur les choix 1 et 2 (i.e. : application facile) des critères de primauté, reproductibilité, recul et exploitation du spectre de généralité pour différents groupes.

— *Robustesse*

La présence du critère de robustesse se répartit sur les différents choix. (tableau 5.2.2.b.) Les participants sont moins tranchés sur la facilité à appliquer le critère de robustesse en classe. Son application nécessite une réflexion et un emploi de matériel supplémentaire qui pourrait être jugé rébarbatif par certains et moins par d'autres.

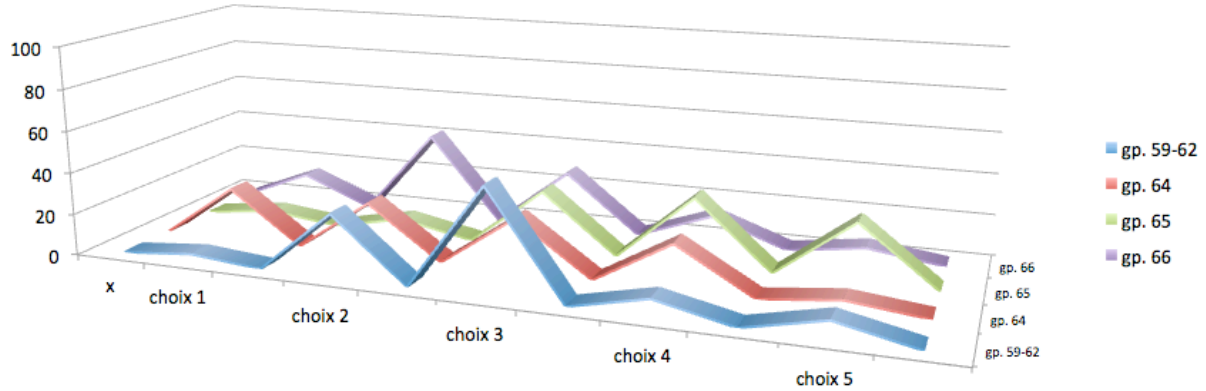


Tableau 5.2.2.b. : Distribution de l'estimation de la facilité de mise en œuvre du critère de robustesse (choix 1 : le plus facile) pour différents groupes.

Pour tester l'influence de la présentation des critères sur leur classement par les participants, le praticien-chercheur a modifié sur le groupe 66 l'ordre de leur présentation. L'accent y a été mis sur la reproductibilité, la robustesse et l'exploitation du spectre de généralité. La primauté de l'expérience a été introduite en deuxième moitié de formation en même temps que le recul. Cette insistance semble avoir renforcé la présence de la reproductibilité en choix 1 des participants et affaibli la présence de la primauté de l'expérience dans les choix 1 et 2 au profit de la robustesse mais n'a pas eu d'impact sensible sur la présence en choix 1 ou 2 de l'exploitation du spectre de généralité (Tableau 5.2.2.b.).

5.2.3. Influence du niveau scientifique

La plupart des participants sondés sont de niveau licence ou master, non scientifiques dans leur grande majorité. Pour tenter d'estimer l'influence de ce niveau scientifique de départ sur la perception des critères, on a profité d'une formation impliquant douze futurs enseignants du secondaire suisse, tous docteurs en sciences. La liste complète des critères a été lue et discutée en groupe. Il leur a ensuite été demandé combien de critères il leur semblait envisageable de travailler sur une année scolaire et, le cas échéant, quels critères privilégier. Le détail des 12 réponses est disponible en annexe 6.O.

Une hiérarchisation commune avec les enseignants du primaire

Presque tous les critères sont cités (à l'exception de l'univocité, de l'économie et de la robustesse d'une loi). *Trois critères sont cités par plus de 75% des étudiants :* primauté de l'expérience, reproductibilité *et* robustesse**.** (Tableau 5.2.4.)

Primauté de l'expérience	**10**	Cohérence lexicale et symbolique	5
Reproductibilité	**9**	Exploitation du spectre de généralité	3
Robustesse	**9**	Economie	3
cohérence logique	8	Opportunité	3
Non contradiction interne	8	relativité	3
Non contradiction externe	7	non scolasticité	2
Intégrité	7	Exhaustivité	2
Transmission	6	Non vacuité	2
Recul	6	Cohérence lexicale et symbolique	5

Tableau 5.2.4. : Fréquence de citation des différents CS par des docteurs en sciences (groupe 70, 12 futurs enseignants du secondaire)

On retrouve donc chez des enseignants du secondaire des choix de critères similaires à ceux des enseignants du primaire.

Un résultat étonnant est le peu d'intérêt manifesté pour le critère d'exploitation du spectre de généralité (3/12) et, dans une moindre mesure, pour le critère de recul (6/12) alors que les programmes genevois insistent sur l'importance de la compréhension de la modélisation par les élèves.

Par ailleurs la faible représentation de la non scolasticité n'est pas liée à une mésestimation de son importance épistémologique. Les étudiants ont exprimé en cours leur attachement à ce critère *en tant que scientifiques* ; mais ils semblent réticents *en tant qu'enseignants* à le mettre en avant, du fait de la tension évidente entre la posture d'enseignant, figure d'autorité dans sa classe, et le refus de l'argument d'autorité.

Un nombre de critères susceptibles d'être travaillés plus important

Aucun consensus ne s'établit sur le nombre de critères de scientificité qu'il est envisageable de travailler en classe. Son estimation varie de 2 à 15, un seul étudiant considérant qu'il est possible de tous les travailler sur une année. Quatre étudiants citent moins de 5 critères, 3 en citent 8, 2 en citent 9, 3 en citent plus de 12.

5.2.4. Premier bilan

Des ajouts épistémologiques de CS dans les formations sont perçus très favorablement par les participants (> 96%), et ce indépendamment des modalités d'introduction choisies par le praticien-chercheur.

Un suivi sur le long terme serait néanmoins nécessaire pour s'assurer de leur utilisation effective en classe. Seule une étude exploratoire (cf. section suivante) été possible dans le cadre de cette recherche, certains participants à des formations prenant parfois 3 ans avant de se décider à mettre en place des outils proposés en formation.

On constate par ailleurs une hiérarchie assez claire des critères, la primauté de l'expérience, la reproductibilité et la robustesse étant considérés comme les plus faciles à mettre en place dans la classe. Ce classement semble robuste et dépasser le cadre de l'enseignement primaire (5.2.3.). On retrouve des résultats pressentis lors de la formation avec apports méthodologiques.

Inversement, l'évaluation des critères de recul et d'exploitation du spectre de généralité comme difficiles à mettre en œuvre semble peu dépendante du niveau d'étude.

6.5.3. APPROPRIATION DE CRITERES DE SCIENTIFICITE : PREMIERS RESULTATS

On s'intéresse maintenant à ce que disent les enseignants des critères *lorsqu'on ne les interroge pas spécifiquement* sur cet aspect de la formation. Un questionnement ouvert leur offre en effet la possibilité de se focaliser sur les aspects notionnels et pédagogiques traditionnellement attendus en formation sans préciser les apports épistémologiques. Vont-ils alors évoquer le travail relatif à la scientificité de la démarche ou s'en abstenir ?

Une telle approche fournit des indices forts de l'appropriation des critères par les participants. On peut en effet considérer qu'un enseignant qui intègre les critères de scientificité dans sa réponse se les ait appropriés. (5.3.1.) L'étape suivante consiste alors à leur demander, 6 mois après la formation, s'ils ont utilisés les critères présentés dans leur pratique de classe. (5.3.2.)

5.3.1. Appropriation des CS pendant la formation

Les 15 enseignants du groupe 63 ont été choisis pour cette étude car ils bénéficiaient d'une formation concentrée sur 4 jours avec introduction explicite des critères de scientificité et s'engageaient à participer à un jardin des sciences avec leur classe.[117] Cela permettait, d'une part, de s'assurer qu'ils allaient mettre

117. Cette étude a été rendue possible grâce à l'I.E.N. de circonscription, M. Étienne Rigout qui a donné carte blanche au praticien-chercheur sur les modalités de la formation et grâce aux participants qui ont accepté de donner de leur temps en dehors de la formation pour rédiger, le soir, ce que la formation leur avait apporté sous la forme d'un journal de bord. Leurs témoignages, librement rédigés et partagés avec le praticien-chercheur, fournissent en effet un éclairage précieux sur leur perception des critères et de leur apprentissage.

en œuvre au moins une démarche d'investigation dans leur classe dans les 6 mois suivant la formation et donnait d'autre part la possibilité de les recontacter.

Témoignages au jour le jour

11 enseignants sur 15 (73%) ont rendu des témoignages[118] au jour le jour de ce que la formation leur apportait. Ils y notaient leurs surprises, leurs difficultés à saisir certains éléments, leurs satisfactions. Les démarches d'investigation vécues ou présentées y sont également souvent mentionnées.

Parmi eux, 10 sur 11 (90%) mentionnent les critères de scientificité dans leurs comptes rendus. Leurs retours montrent pour beaucoup une appropriation et une prise de conscience progressive de l'intérêt et de l'utilisation des critères dans leur pratique de classe.

Il ressort de ces témoignages que les critères de scientificité sont d'abord perçus comme un outil pour clarifier ce qu'est la science ou comme un cadre de référence par six participants, trois d'entre eux (E2, E3, E4) le précisant explicitement. Trois autres enseignants semblent quant à eux les percevoir directement d'un point de vue utilitaire, comme un outil pour la mise en œuvre des D.I. dans leur classe (E6, E8, E12).

L'impression d'ensemble que laissent ces témoignages est que les enseignants sont dans une dynamique de réflexion sur la démarche à mettre en place avec les élèves dans le cadre de l'enseignement des sciences. Les critères présentés et les démarches d'investigation vécues leur servent de points d'appui pour mener leur réflexion.

Questionnaire final

En fin de formation, les enseignants ont été interrogés de façon générale sur ce qui leur a été utile pendant la formation longue et sur ce qu'ils envisagent de réinvestir.[119]

Dix participants mentionnent explicitement les critères de scientificité (66%) et trois autres précisent qu'il était utile « *de bien redéfinir les sciences et la démarche associée* » (E13) ou d'éclaircir ce qu'est la démarche scientifique (E14 et E15).

Au total, 13 participants sur 15 (86%) incluent les apports épistémologiques dans ce qu'ils considèrent utile dans la formation. On trouve donc ici des résultats similaires à celui obtenu par un questionnement direct sur l'utilité des critères de scientificité pour les enseignants.

---

118. Les témoignages et les réponses aux questions posées en toute fin de formation sont disponibles *in extenso* en annexe 6.P. Un tableau rassemblant en vis à vis sur une page les éléments relatifs à la nature de la science exprimés par chaque participant au cours du stage et dans le questionnaire final est également disponible en annexe.

119. Le questionnaire comporte trois questions sans référence à la nature de la science : *Qu'est-ce qui vous a été utile dans ce stage ? Qu'est-ce que vous comptez réinvestir ? Qu'est-ce qui vous manque encore ?* Plusieurs enseignants regrettent seulement le manque temps pour pouvoir vivre plus de démarches d'investigation lors de la formation, e.g. « *Les 4 journées ont permis de voir et même d'approfondir un certain nombre d'expériences. La démarche scientifique est beaucoup plus claire et on se rend compte que mis à part l'aspect matériel, c'est très réalisable en classe. Ce qui manque, c'est le temps de faire toutes les expériences pour les vivre vraiment.* » *(E14)*

Enfin, 9 participants sur 15 (60%) expriment l'intention de réinvestir les critères de scientificité dans leurs classes. Parmi eux, 4 mentionnent la primauté de l'expérience et 2 la robustesse. On retrouve ici deux des critères jugés les plus faciles à mettre en œuvre en classe précédemment.

5.3.2. Mise en œuvre en classe

Six mois après la formation, quatre questions[120] relatives à leur usage des critères de scientificité dans leur pratique de classe ont été posées aux enseignants.

Six enseignants sur quinze ont accepté d'y répondre par écrit, soit 40 %.[121] Les réponses complètes sont disponibles en annexe 6.Q.

Un septième participant a fourni ses réponses oralement au praticien-chercheur et indiqué qu'il utilisait la primauté de l'expérience, la reproductibilité et la robustesse dans sa classe.

Tous les enseignants ayant répondu par écrit réaffirment l'utilité pour eux des critères de scientificité. Pour trois d'entre eux, cet outil leur évite de fournir des connaissances magistrales aux élèves et les incite à leur laisser du temps pour mener leurs propres recherches ; pour un autre, il sert de cadre de référence. Enfin, un enseignant admet que les CS lui ont permis d'aller plus loin dans sa pratique de classe, alors même qu'il les considérait initialement comme surtout utiles pour sa formation personnelle.

Tous les enseignants qui ont répondu indiquent qu'ils ont mis en œuvre les critères[122] *de primauté de l'expérience et de reproductibilité. Cinq sur six ont également mobilisé le critère de robustesse.*[123] *Les critères mis en œuvre pendant les démarches d'investigation avec les élèves sont donc les trois CS qui étaient jugés les plus faciles à mettre en œuvre par les participants du 6.5.2.*

Les critères introduits en formation sont donc utilisés en classe dans les six mois suivant la formation par presque la moitié des participants (7/15).

---

120. À savoir : 1. *La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?* 2. *Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?* 3. *En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.* 4. *Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée et de leur donner une idée de ce qu'est la science ?*

121. Ce taux de réponse de 40% est honorable pour un questionnaire qui interrogeait les enseignants sur leur pratique de classe effective et dont la teneur des questions levait l'anonymat (demande de description d'événements vécus dans la classe).

122. Leur reprise de ce terme, employé en formation, ne signifie pas nécessairement qu'ils aient introduit ces notions *en tant que critères de scientificité*, c'est-à-dire lors d'un questionnement sur la nature scientifique ou non d'une pratique donnée. Il nous semble probable que les réponses doivent s'interpréter en termes d'insistance sur la vérification de leur reproductibilité et de leur robustesse.

123. Deux enseignants en cycle 3 ont également utilisé les critères d'exploitation du spectre de généralité et celui de recul, en naviguant entre les observations et leur représentation sous la forme de graphes des résultats. On constate que d'une façon générale les exemples qu'ils fournissent pour la mise en œuvre des critères correspond effectivement au contenu du critère considéré.

6.6. Synthèse et perspectives

Une majorité des enseignants du primaire sondés ne disposent pas de critères de scientificité opératoires pour distinguer ce qui relève de la science de ce qui n'en relève pas. Ces résultats sont conformes aux résultats existants dans la littérature.

Stratégies d'introduction d'une vision de la nature de la science

La démarche d'investigation simple, telle que nous l'avons mise en œuvre avec les participants, permet de modifier le rapport à l'expérience des enseignants et futurs enseignants mais pas leur appropriation des éléments de scientificité mobilisés implicitement en situation comme la reproductibilité ou la robustesse.

Ce résultat négatif a conduit à l'exploration d'autres approches susceptibles de modifier le rapport à la nature de la science des participants. L'ajout d'une réflexion sur la scientificité des démarches vécues par les participants sans explicitation des critères de scientificité par le praticien-chercheur s'est à son tour révélé peu efficace, au contraire d'apports d'abord méthodologiques puis épistémologiques explicites.

Il s'est avéré de plus que les apports épistémologiques explicites sont très bien reçus par les enseignants et futurs enseignants qu'il ne semble pas difficile d'intéresser à un questionnement sur la nature de la science.

Quels outils épistémologiques ?

Parmi les critères les plus susceptibles d'être appliqués, les participants privilégient la primauté de l'expérience, la reproductibilité et la robustesse. De fait, ce sont effectivement ceux mis en œuvre par les enseignants qu'il a été possible de suivre six mois après une formation incluant une introduction explicite des critères de scientificité.

L'introduction explicite de critères de scientificité dans des formations à la démarche d'investigation semble donc contribuer à la construction d'une représentation de la science plus efficace chez les participants et à la mise en œuvre de démarches d'investigation en classe respectueuses de critères choisis délibérément par les enseignants.

On peut néanmoins s'interroger sur le déploiement de critères de scientificité plus abstraits comme le recul ou l'exploration du spectre de généralité. La grande prudence des participants vis-à-vis de ces deux critères s'explique en partie par leurs propres difficultés à distinguer les modèles du monde physique et les formulations particulières des générales ainsi qu'à évaluer la portée des généralités formulées.

Faut-il dans ces conditions choisir de mettre l'accent sur les critères les plus susceptibles d'être appropriés comme la reproductibilité, la robustesse et la primauté de l'expérience ou au contraire insister sur les critères plus difficiles comme le recul et d'exploitation du spectre de généralité ? Une initiation plus systématique des futurs enseignants à l'épistémologie serait-elle utile? Des études complémentaires restent à mener avant de pouvoir répondre à ces questions.

Partie 7
Une science pour les petits ?

L'objectif principal de ce chapitre est d'une part de montrer qu'il est possible, au-delà de la simple « découverte du monde » préconisée par les programmes, d'authentiquement « faire des sciences » avec des petits de 5-6 ans ; et d'autre part de discuter le sens que l'on peut donner à ce terme dans le contexte de la grande section de maternelle.

Dans un premier temps, on s'appuiera sur plusieurs études de cas pour discuter de la nature scientifique, ou non, des pratiques observées avec des élèves de grande section de maternelle. Celles-ci concernant aussi bien la méthodologie expérimentale (§ 7.1) que le rapport à la fiction (§ 7.2), on considérera dans un second temps leurs conséquences en termes de préparation d'élèves de grande section à la modélisation, (§ 7.3). On élargira ensuite le questionnement initial à des élèves de CP et CE1 (§ 7.4) et on sondera le sens que de jeunes élèves attribuent au mot *science* après avoir participé à une manifestation "scientifique" (§ 7.5). Enfin, les réponses fournies par des enseignants de maternelle permettent un premier retour sur la réception des critères de scientificité en tant qu'outil pédagogique par des utilisateurs sur le terrain (§ 7.6).

7.1. Premiers contacts avec la méthode expérimentale en grande section

Est-il possible à des élèves de grande section de maternelle ("GS", 5-6 ans) de s'approprier des éléments de méthodologie scientifique ?

Pour le déterminer, on a procédé à des entretiens spécifiques avec 68 élèves de GS. L'objectif est d'évaluer leur maîtrise d'éléments de scientificité spécifiques travaillés en classe et lors d'un « jardin des sciences »[1] et leur capacité à les souligner dans une argumentation. Les élèves de trois classes de grande section de Peymeinade (Alpes-Maritimes) ont participé à cette étude. Chaque classe a travaillé sur une séquence différente, choisie par l'enseignant parmi celles développées pour l'organisation de jardin des sciences.

Outre la détermination des enseignants à participer à un Jardin des sciences, le seul critère de sélection de ces classes a été l'intérêt de l'I.E.N. de circonscription pour ces manifestations et pour le présent travail, qu'il a bien voulu autoriser et faciliter.

Les éléments de méthodologie scientifique sondés étaient déterminés par le choix, par les enseignants, de séquences qui permettent un travail plus ou moins prononcé sur certains d'entre eux. Les élèves ont été interviewés dans les quinze jours qui suivent leur participation au jardin des sciences.[2] Les entretiens ont été réalisés en suivant la méthodologie présentée dans la section 4.2.2.3. L'âge des petits limite leur durée à une vingtaine de minutes.

7.1.1. Pre-requis

1.1.1. Capacités d'expression et de compréhension en GS

Une difficulté rencontrée avec les élèves de grande section est d'être sûr de comprendre ce qu'ils disent. Une autre est de s'assurer qu'ils comprennent les questions qui leur sont posées. Les élèves de grande section sont en effet en cours d'acquisition de nombreuses compétences langagières[3] et leur maîtrise des nuances de la langue et leur capacité à argumenter restent souvent encore limitées.

Différentes stratégies permettent au chercheur de limiter les risques d'incompréhension :

— proscrire l'emploi de termes techniques qui ne renvoient pas à un contenu clair pour des élèves de grande section (e.g. *expérience*, *résultat*). Faute de maîtrise du vocabulaire associé à certains concepts spécifiques

1. Le concept de jardin des sciences est présenté dans l'Annexe 2.A. de même que seize séquences complètes conçues pour les élèves de maternelle.

2. En l'occurrence, le Jardin des sciences de Peymeinade (Alpes-Maritimes), le 6 juin 2013.

3. Le tableau des progressions des apprentissages à l'école maternelle indique ainsi qu'en fin de GS, les élèves doivent être capables de justifier une préférence ; de dire, décrire, expliquer après avoir terminé une activité ; de relater un événement inconnu des autres ; de produire un oral compréhensible par autrui ; de participer à une conversation en restant dans le sujet de l'échange ; de produire des phrases correctement construites ; d'utiliser un vocabulaire pertinent. Document accessible sur le site du ministère de l'éducation nationale : http://www.education.gouv.fr/cid33/la-presentation-des-programmes-a-l-ecole-maternelle.html (consulté août 2014)

(e.g. le *volume*), il n'est pas toujours simple de trouver une formulation à la fois précise, univoque et compréhensible par les élèves. Il faut alors parfois savoir accepter une certaine ambiguïté dans la formulation et s'appuyer sur le contexte pour la lever.

— précéder les questions de précurseurs portant sur des situations particulières souvent plus faciles à comprendre des élèves et qui permettent de les exemplifier.

— utiliser dans la mesure du possible du matériel connu des élèves pour faciliter leur compréhension de certains mots et leur permettre au besoin de montrer ce qu'ils ne peuvent dire avec des mots.

— répéter de ce qui vient d'être dit par un élève ou le reformuler pour s'assurer de la bonne compréhension par l'adulte de ce qu'il vient de dire.

— prévoir d'adapter la formulation aux compétences variables des élèves et prévoir des questions qui supportent de nombreuses reformulations, des erreurs de compréhension étant prévisibles.

Le chercheur n'est cependant pas à l'abri de surprises. Le sens de certains mots évidents pour un adulte (e.g. « *utile* » ou « *identique* ») n'est pas forcément connu de tous les élèves, ce qui peut restreindre sérieusement le questionnement si l'on ne dispose pas de synonymes ou d'expressions de remplacement au moment où la difficulté apparaît.

En revanche, les élèves de GS font rarement semblant de comprendre. Ils informent facilement le chercheur de leur non compréhension d'un mot ou d'une question. De même, ils hésitent rarement à admettre leur ignorance, au contraire d'élèves plus âgés, de collège par exemple.

1.1.2. Une expérience préliminaire sur le rapport à l'autorité

Les jeunes élèves ont souvent du mal à remettre en cause les discours provenant d'une autorité comme l'enseignant ou les parents. Cette difficulté évolue avec l'âge,[4] mais cela reste souvent compliqué en grande section de maternelle.

Si la source en était une incapacité des élèves de maternelle à penser par eux-mêmes face à un discours d'autorité, donc une absence générale d'esprit critique en classe, il serait difficile d'y concevoir la construction d'éléments de méthodologie scientifique.

Néanmoins, les élèves de GS sont dans une phase de leur développement intellectuel où leur esprit critique trouve à s'exprimer. Même lorsqu'ils ont encore du mal à contredire le maître, ils identifient des dissonances et semblent « n'en penser pas moins ».

Pour tenter de consolider cette intuition, nous avons donc suscité une expérience testant la réaction d'une classe face à une contradiction claire entre une affirmation d'une enseignante volontaire et ce que pouvaient clairement observer les enfants.

4. William A. Sandoval. « Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification ». *Science Education*, 95 (3), pp. 383-408.

Une enseignante de Peymenade, Pascale Géroux, s'est prêtée au test avec ses 21 élèves de GS. Au cours de l'année, ceux-ci avaient mené un travail sur les transvasements[5] et, en particulier, appris à identifier lequel de deux pots identiques contient la plus grande quantité de liquide. Le test a été réalisé en fin d'année scolaire, sans témoin extérieur à la classe.

Modalités du test :

L'expérience menée en classe consistait à transvaser dans deux pots identiques les contenus d'un pot étroit et celui d'un pot large pour en déduire lequel contenait initialement le plus de liquide, la différence de niveau étant suffisante pour lever toute ambiguïté.

Suite au transvasement, l'enseignante a alors délibérément soutenu que le pot qui contenait le plus de liquide était celui dont, visiblement, le niveau était le plus bas. Confrontés à cette contradiction patente entre l'évidence expérimentale et l'affirmation de l'enseignante, en position d'autorité, les élèves ont ensuite été interrogés à tour de rôle par l'enseignante qui a pris en note leurs réactions.

Résultats :

Sur les vingt-et-un élèves interrogés individuellement :

— Deux ne contredisent pas l'enseignante.

— Quatre la contredisent ouvertement et lui montrent le pot dont le niveau est effectivement le plus haut.

— Les autres ne la contredisent pas verbalement, voire pour quatre d'entre eux disent « *oui* », mais lui montrent le pot correct. Certains, pour reprendre ses termes, « *font la moue* » (2 élèves) ; un élève la « *regarde en souriant* », un autre a « *l'air gêné* », un autre encore « *dit oui mais fait non avec la tête* ».

L'ensemble des réactions des élèves est résumé dans le tableau 1.1.2. :

Kristina	Me montre le petit pot en inversant : « *c'est celui-là qui a le moins et celui-là qui a le plus* ».	Angélique	« *C'est celui-là qui a le plus. Non, là on voit que c'est plus haut et là c'est plus bas.* »
Talia	Répète la question. « *celui qui a le plus, c'est celui qui a le moins, je comprend pas ce que ça veut dire, ça se peut pas.* »	Livio	« *Il en a le plus, hmm… Si, c'est celui-là qui en a le plus.* » Me regarde en souriant et me montre le pot correct
Anaïs	« *Lui a le plus, lui a le moins* » en me montrant les bons petits pots	Lilian	« *oui* »mais montre l'autre pot. « *c'est celui-là qui en a le plus. Moi, j'aurais dit celui-là.* »
Emma	« *je ne sais pas* »	Anaïs	« *Oui* »
Adrian	Fait la moue. « *c'est celui où il y a le plus qui a le plus* »	Nicolas	« *oui, sauf que là c'est un peu trop haut. Là, c'est bas.* »
Mélissa	Fait la moue, non de la tête	Morgane	« *Euhh, non. Celui-là, il a le plus d'eau.* »
Quentin	« *C'est celui-là* » et me montre le pot où il y en a le plus. Me dit « *oui* ».	Nathan	« *C'est pas normal. J'ai la bonne réponse.* »
Adrien	Un « *pourquoi ?* » bien embêté	Gianni	Dit « *oui* » mais fait « *non* » avec la tête
Rafaël	« *oui* »	Diego	« *oui* » mais air gêné
Titouan	« *Non, lui, il en a le plus, là il est plus haut, là il est plus bas.* »	Raphaël	Me regarde en penchant la tête : « *lui, il a le plus* » en montrant le bon pot.
Timothé	Me montre l'autre pot, « *oui* »		

Tableau 1.1.2. : Réponses des élèves à l'enseignante face à la contradiction

5. cf. infra, § 7.1.3.1.1., pour les informations relatives à cette classe et à cette séquence.

Commentaire :

Il semble donc que, dans cette classe du moins, les élèves de grande section trouvent des moyens pour essayer de faire comprendre à la maîtresse quelle se trompe, sans risquer de la « vexer ». Dans une situation limpide, plus de 90% d'entre eux donnent la primauté à ce qu'ils observent sur l'autorité de la maîtresse.

Même si la question du rapport à l'autorité déborde amplement le cadre de cette étude, le simple fait que des élèves de grande section ne soient pas subjugués par ce que dit leur enseignant et puissent penser par eux-mêmes suggère qu'il est possible de commencer à travailler des éléments de méthodologie scientifique avec des élèves de ce niveau.

Pour tenir compte aussi bien des difficultés liées à la maîtrise du langage que de celles associées au rapport que les élèves entretiennent à l'autorité, nos questions seront posées très soigneusement. Nous serons également attentif non seulement aux réponses verbales mais aussi gestuelles et à leur contradiction éventuelle. Comme les élèves peuvent avoir des idées qu'ils n'expriment pas spontanément et que leur mise en confiance semble essentielle pour récupérer autant que faire se peut leurs idées, nous n'excluons pas la possibilité de les « accoucher » un peu éventuellement. Cela implique donc des entretiens en petits groupes et relativement longs (typ. 20 mn).

7.1.2. QUESTIONS POSEES ET TYPOLOGIE DES REPONSES

Préalablement aux entretiens avec les élèves de GS, des entretiens sans canevas ont été menés avec des élèves de CP et de CE1. Les réactions de ces élèves à des questions posées sur le vif ont permis, d'une part, d'identifier les questions les plus pertinentes pour l'expression d'éléments de scientificité particuliers et d'autre part de réaliser une typologie des réponses. La formulation des questions est par ailleurs validée par l'enseignant de la classe interrogée, à même d'identifier celles susceptibles de poser des problèmes de compréhension à leurs élèves.

Leur participation au jardin des sciences sert de support au questionnement des élèves. La formulation des questions vise dans un premier temps à obtenir un retour spontané sur les éléments de scientificité testés. Dans un second temps elles se font plus directives afin d'inciter l'élève à se positionner. Seules les questions génériques associées aux éléments de scientificité sondés sont présentées ici.

Les réponses considérées comme révélatrices d'une appropriation (ou d'un début d'appropriation) d'un élément de scientificité par les élèves sont indiquées comme "significatives" dans les tableaux ci-dessous.

1.2.1. Perception des enjeux

Un premier objectif est d'évaluer la capacité des élèves à justifier les expériences réalisées.

Une première question ouverte (« *Comment expliquerais-tu à un enfant qui ne connait pas du tout le jardin des sciences ce que l'on y fait ?* ») sonde donc leur

représentation de la manifestation. Elle cherche à évaluer leur capacité à justifier les expériences réalisées au cours de la journée. Les réponses exprimant simplement le plaisir d'expérimenter ou de jouer avec des expériences ne sont pas considérées comme significatives en termes d'appropriation de l'objectif de la manifestation ; celles qui dépassent ce stade pour associer l'expérimentation à la recherche de réponse à une question ou à un apprentissage particulier sont en revanche considérées comme significatives.

Une deuxième série de questions teste leurs réactions face à une situation hypothétique où des visiteurs n'auraient pas perçu l'enjeu de leur animation : (« *En partant de ton stand, un enfant te dit qu'il s'est bien amusé à* [élément sans rapport avec l'objectif visé]. *Qu'en penses-tu ? Est-ce qu'il a compris ce que tu voulais faire ?* »). Il s'agit d'identifier leur capacité à justifier les expériences qu'ils ont fait vivre aux visiteurs.

Enfin, il leur est explicitement demandé ce qu'ils voulaient faire (ou que leurs visiteurs comprennent) sur l'animation.

Demandes de justification des expériences réalisées	**Typologie des réponses**	**réponse**	
		non significatif.	**significative**
Comment expliquerais-tu à un enfant qui ne connaît pas du tout le jardin des sciences ce que l'on y fait ?	JDS = endroit où l'on s'amuse	X	
	JDS = endroit où l'on apprend (en s'amusant)	X	
	JDS = endroit où l'on fait des expériences	X	
	JDS = endroit où l'on fait des expériences *pour trouver des réponses*		X
	JDS = endroit où l'on fait des expériences pour comprendre/ chercher/ apprendre des choses		X
	Autre	X	
En partant de ton stand, un enfant te dit qu'il s'est bien amusé à [élément sans rapport avec l'objectif visé]. *Qu'en penses-tu ?*	Content de s'être amusé	X	
	Déçu de n'avoir pas compris l'objectif de l'atelier		X
	Autre	X	
Est-ce qu'il a compris ce que tu voulais faire ?	Non, sans justification	X	
	Non, énonce l'objectif visé par l'atelier spontanément		X
	Autre	X	
Que voulais-tu que tes visiteurs comprennent sur cet atelier ?	Ne sait pas	X	
	Réponse partielle	X	
	Enonce l'objectif visé par l'atelier		X
	Autre	X	

Tableau 1.2.1. : Grille de lecture des réponses au regard des demandes de justification des expériences

1.2.2. Paramétrisation

Les questions partent des paramètres travaillés en classe par les élèves, pour s'en éloigner progressivement. Lorsque les élèves ont fait varier des paramètres indifférents sur le jardin des sciences, il leur en est demandé d'en justifier la raison. La même question est posée à propos des paramètres indifférents qu'ils ont testés en classe. Il leur est ensuite proposé de réagir à des modifications de paramètres indifférents qu'ils n'ont pas effectivement expérimentées. Enfin,

l'utilité même de telles procédures est questionnée : « *Est-il utile de changer des choses pour voir si cela change le résultat ?* ».

Questions sur la pertinence des paramètres considérés	**Typologie des réponses**	**réponse**	
		non significs.	**significatives**
En classe/sur le jardin des sciences, vous avez changé le [paramètre indifférent dont la non pertinence a été vérifiée en classe] *de l'élément x. Pourquoi ?*	pas de justification	X	
	variation justifiée par la volonté de la maîtresse	X	
	variation justifiée par le plaisir d'essayer des choses différentes	X	
	variation justifiée par la volonté de voir si cela change qq. chose au résultat		X
Est-ce que cela change qq chose si pour l'expérience au lieu de prendre x [élément contenant un paramètre non pertinent travaillé en classe] *on prend y [élément avec une variation du paramètre non pertinent travaillé en classe] ?*	cela ne change rien, identification du paramètre comme non pertinent	passer à la question suivante	
	cela change quelque chose	rend question suiv. caduque	
	ne sait pas	rend question suiv. caduque	
Comment le sais-tu ?	ne sait pas	rend question suiv. caduque	
	"Je le sais parce qu'on a essayé."	passer à la question suiv.	
	Autre	X	
Est-ce que c'est important de vérifier ?	non	X	
	ne sait pas	X	
	oui, justification de type "sinon on ne peut pas savoir"		X
	oui, justification de type "on est plus sûr"		X
	oui, justification de type "on peut se tromper"		X
	Autre	X	
A quoi cela sert-il d'essayer avec des [éléments dont un paramètre non pertinent connu varie] différents ?	ne sait pas	X	
	faire plaisir à la maîtresse	X	
	pour essayer des choses différentes	X	
	pour voir si cela change qq. chose au résultat		X
	pour être plus sûr de ce que l'on peut faire		X
	autre	X	
Est-ce que tu as changé d'autres choses en classe pour voir si cela changeait le résultat ?	ne sait pas	X	
	identification par l'élève d'autres paramètres qui ne changent pas le résultat		X
	autre	X	
Est-ce que cela change qq chose si au lieu d'utiliser [élément avec un paramètre indifférent non travaillé en classe] on prend [autre élément avec une variation de ce paramètre indifférent non travaillé en classe] ?	ne sait pas	X	
	non, identification par l'élève d'un nouveau paramètre qui ne change pas le résultat		X
	oui, identification par l'élève d'un paramètre pertinent		X
	suggère qu'il faut essayer pour être sûr		
Comment le sais-tu ?	pas de justification	X	
	s'appuie sur une généralité pour justifier		X [et exploitation du spectre de

			généralité][6]
	il faut essayer pour être sûr		X
	autre	X	
Est-ce que c'est important de vérifier ?	ne sait pas	X	
	non	X	
	oui sans justification	X	
	oui, pour être sûr, parce que l'on peut se tromper		X
Est-il utile de changer des choses pour voir si cela change le résultat ?	ne sait pas	X	
	non	X	
	oui sans justification	X	
	oui pour voir ce qui se passe		X
	oui pour être plus sûr		X
	oui pour vérifier que cela ne change vraiment pas		X
	autre	X	

Tableau 1.2.2. : Grille de lecture des réponses au regard de la pertinence des paramètres considérés

1.2.3. Reproductibilité

Il est demandé aux élèves d'évaluer la possibilité que les expériences réalisées sur leur atelier puissent ne pas être reproduites par des élèves différents :

> « Deux enfants différents font la même chose sur ton atelier, est-ce qu'ils peuvent trouver des choses différentes ? »

puis de réagir à l'affirmation par deux élèves d'un tel événement :

> « Ils te disent qu'ils trouvent des choses différentes : que réponds-tu ? »

Il leur est également demandé d'évaluer la possibilité qu'une même expérience donne des résultats différents dans la classe d'un élève visiteur :

> « Sur le Jardin des sciences, un enfant te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu ? ».

Enfin, il leur est demandé de se positionner par rapport à l'affirmation d'un élève pour qui c'est par jeu qu'on refait plusieurs fois une expérience :

> « Un enfant dit qu'il aime bien refaire plusieurs fois la même chose parce que c'est amusant. Qu'en penses-tu ?»

Il leur est également demandé s'ils ont d'autres idées de la raison pour laquelle on reproduit des expériences :

> « A quoi cela sert-il de refaire plusieurs fois la même chose d'après toi ? »

Questions sur la reproductibilité des expériences réalisées	**Typologie des réponses**	**Interprétation en termes de reproductibilité : réponse**	
		non signific.	**significatives**
Deux enfants différents font la même chose sur ton atelier, est-ce qu'ils peuvent trouver des choses différentes ?	ne sait pas	X	
	oui	X	
	non, sans justification	X	
	non, si on fait la même chose, on trouve la même chose		X
	autre	X	

6. Lorsque les élèves expriment une généralité, le chercheur les relance pour évaluer leur perception de ses limites et leur capacité à la manipuler et à naviguer entre le général et le particulier (compétence associée à l'*exploitation du spectre de généralité*).

Ils te disent qu'ils trouvent des choses différentes : que fais-tu ?	ne sait pas	X	
	je dis qu'ils se sont trompés		+/-[7]
	demande qu'ils refassent		X
	autre	X	
Un enfant dit qu'il aime bien refaire plusieurs fois la même chose parce que c'est amusant. Qu'en penses-tu ?	ne sait pas	X	
	d'accord	X	
	on refait "pour mieux retenir"	X	
	on refait "pour ne pas se tromper"		+/-[7]
	on refait "pour être sûr"		X
	Autre	X	
Sur le jardin des sciences, un enfant te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences, mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu ?	affirmation "c'est pareil"		X
	affirmation "c'est pareil, je l'ai déjà fait en classe et ça marche"		X
	proposition "essaie dans ta classe et tu verras"[8]		X
	autre	X	
A quoi cela sert-il de refaire plusieurs fois la même chose d'après toi ?	ne sait pas	X	
	non	X	
	on refait "pour mieux retenir"	X	
	on refait "pour ne pas se tromper"		+/-[7]
	on refait "pour être plus sûr"		X
	autre	X	

Tableau 1.2.3. : Grille de lecture des réponses au regard du concept de reproductibilité

1.2.4. Rapport à l'expérience

Le chercheur invite d'abord les élèves interviewés à se positionner face à une situation asymétrique à propos d'un paramètre qu'ils savent indifférent : un autre enfant qui, lui, ne l'aurait pas testé considèrerait néanmoins comme inutile de refaire l'expérience pour connaître son résultat.

> « Un enfant a juste fait l'animation avec [*élément avec paramètre indifférent*] et il dit que qu'il n'a pas besoin d'essayer pour savoir que c'est pareil si on remplace [*élément avec paramètre indifférent*] par [*élément avec variation du paramètre indifférent*]. Que lui réponds-tu ? »

Une deuxième question permet d'identifier la procédure par affirmation ou par expérimentation choisie de façon privilégiée par les élèves interrogés pour en aider d'autres :

> « Un enfant sur le jardin des sciences te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences, mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu ? »

Une troisième question invite à proposer d'essayer pour savoir :

> « Il ne te croit pas, que lui proposes-tu ? »

7. La phrase « ils se sont trompés » peut recouvrir de très nombreuses significations (qui le pronom désigne-t-il ? les élèves se sont-ils trompés tous les deux ? et sinon, comment savoir lequel des deux s'est trompé ?), de même qu'une justification du type « pour ne pas se tromper » (qui peut aussi bien signifier la nécessité d'une correction après qu'on s'est trompé la première fois que d'une vérification que l'on retrouve bien la même chose et que l'on n'a pas oublié un élément). Le chercheur relance alors l'élève pour tenter de lui faire préciser sa pensée avant d'en évaluer la portée.

8. Les élèves peuvent spontanément inviter l'enfant sceptique à essayer de reproduire l'expérience pour vérifier que "ça marche aussi". La classe est souvent proposée comme autre lieu d'expérimentation possible, distinct du Jardin des sciences ; mais toutes les variations sont recevables.

Enfin, une quatrième question les confronte à une situation liée à leur animation où l'affirmation d'un élève est contredite par l'expérience : il leur est alors proposé de ne rien dire pour des raisons affectives :

> « Un copain te dit que [*élément en lien avec l'activité travaillée en classe*]. Quand tu vérifies, tu trouves que c'est [*contradiction avec l'affirmation précédente*]. Quand il revient, est-ce que tu lui dis qu'il s'est trompé ou est-ce que tu ne dis rien pour ne pas lui faire de la peine ? Il ne te croit pas ; que lui proposes-tu ? ».

Questions sur le rapport à l'expérience	**Typologie des réponses**	**réponse**	
		non signific.	**significatives**
Un enfant a seulement fait l'animation avec [élément avec paramètre indifférent] *et il dit que qu'il n'a pas besoin d'essayer pour savoir que c'est pareil si on remplace* [élément avec paramètre indifférent] *par* [élément avec variation du paramètre indifférent]. *Que lui réponds-tu ?*	ne sait pas	X	
	qu'il a raison	X	
	qu'il faut qu'il essaie pour savoir		X
	autre	X	
Il ne te croit pas, que lui proposes-tu ?[9]	ne sait pas	X	
	je lui dis qu'il doit me croire	X	
	je lui propose d'essayer pour vérifier		X
	autre	X	
Un copain te dit que [élément en lien avec l'activité travaillée en classe]. *Quand tu vérifies, tu trouves que c'est* [contradiction avec l'affirmation précédente]. *Quand il revient, est-ce que tu lui dis qu'il s'est trompé ou est-ce que tu ne dis rien pour ne pas lui faire de la peine ?*	ne sait pas	X	
	je ne dis rien	X	
	je lui dis qu'il s'est trompé		X
	réponse spontanée je lui montre		X
	autre	X	
Il ne te croit pas, que lui proposes-tu ?	ne sait pas	X	
	d'essayer		X
	autre	X	

Tableau 1.2.4. : Grille de lecture des réponses au regard du rapport à l'expérience

1.2.5. Généralisation et formulation de lois

Le registre des généralisations est *a priori* assez limité à l'école maternelle, les élèves ne disposant ni de la capacité d'abstraction, ni des outils formels permettant de s'éloigner significativement des situations concrètes qu'on leur propose. Pour autant, ils sont parfois capable de les dépasser et de procéder à des généralisations, d'identifier des paramètres pertinents ou non, et d'énoncer des lois. C'est ce que l'on se propose de tester ici.

Suivant les activités réalisées en classe, trois types de questions sont proposés. Le premier type de questions invite l'élève à se positionner face à un visiteur qui généraliserait abusivement ; le deuxième teste sa capacité à évaluer la différence

9. Cette question vient à la suite de la question « *Un enfant sur le jardin des sciences te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu* » évoquée dans le paragraphe 1.2.3.

de généralité entre deux formulations ; le troisième l'invite enfin à utiliser dans une situation nouvelle une généralité qu'il a préalablement formulée[10].

Questions sur les généralisations	Typologie des réponses	réponse	
		non signif.	signif.
Un enfant a juste fait l'animation avec [élément avec paramètre indifférent] *et il dit qu'il n'a pas besoin d'essayer pour savoir que c'est pareil si on remplace* [élément avec paramètre indifférent*] par* [élément avec variation du paramètre indifférent]. *Que lui réponds-tu ?*	ne sait pas	X	
	qu'il a raison	X	
	qu'il faut qu'il essaie pour savoir		X
	autre	X	
Est-ce que c'est différent pour toi de dire que [formulation d'une loi peu générale en lien avec le travail réalisé] *et de dire* [formulation plus générale en lien avec le travail réalisé*] ?*	ne sait pas	X	
	non	X	
	oui sans justification		
	oui avec justifications incorrectes	X	
	oui, justification par différence de généralité		X
	autre	X	
Comment pourrais-tu faire pour savoir [invitation à utiliser une loi connue avec un élément inconnu] *?*	ne sait pas	X	
	utilise la loi connue		X
	utilise la loi connue en précisant qu'il faut vérifier		X
	autre	X	
Avais-tu déjà essayé avec [élément inconnu] *?*	ne sait pas	X	
	non	X	
	oui	rend caduque quest. suiv.	
Comment sais-tu ce que tu as fait avec [élément connu] *marche aussi* [élément inconnu] *?*	ne sait pas	X	
	sais sans justification	X	
	ne sais pas de façon sûre, il faut essayer		X
	justifie par une analogie		X
	autre	X	

Tableau 1.2.5. : Grille de lecture des réponses au regard de la généralisation et de la formulation de lois

1.2.6. Représentations symboliques

Suivant les activités réalisées en classe, les questions portent sur des dessins dans lesquels certains éléments sont représentés de façon simplifiée ou/et comportant des indications manquantes ou erronées. Il est demandé aux enfants si ces représentations sont acceptables ou non et de justifier leur point de vue.

Navigation entre une représentation symbolique et le monde réel	Typologie des réponses	Interprétation en termes de navigation : réponse	
		non signific.	significatives
Un enfant a dessiné [élément symbolisé]. Les [éléments] dessinés n'ont pas la même [forme, couleur, etc.] que ceux que tu as utilisés. Est-ce que c'est important ?	ne sait pas	X	
	accepte une représentation simplifiée de la réalité		X
	justifie par l'expression des éléments pertinents		X

10. E. Blanquet & E. Picholle. « Faire et refaire : varier les paramètres d'une expérience pour formuler une loi robuste », in Amory, B. & Evrard T. (dir.), *Réveille-moi les sciences ! Apprendre les sciences de 2 1/2 à 14 ans.* Ed. De Boeck, 2012, pp. 45-55.

	autre	X	
Pourquoi ?	ne sait pas	X	
	parce que ce n'est pas grave	X	
	justifie par l'expression des éléments pertinents		X
	autre	X	
Qu'est-ce qui est important sur le dessin ?	ne sait pas	X	
	indique des éléments non pertinents	X	
	indique uniquement des éléments pertinents		X
	autre	X	
Avec le dessin, est-ce que tu peux prévoir [événement en lien avec le travail réalisé] ? Que manque-t-il ? Et sur ce dessin ?	ne sait pas	X	
	réponse correcte non justifiée	X	
	réponse correcte justifiée		X

Tableau 1.2.6. : Grille de lecture des réponses au regard de la navigation entre une représentation symbolique et le monde réel

7.1.3. PRATIQUES EXPERIMENTALES EN GS

L'analyse de pratiques expérimentales en GS s'appuie sur trois classes de Peymeinade ayant travaillé respectivement les séquences « Transvasements », « Se dissoudre ou pas » et « Sabliers ».[11] *Toutes ont participé au jardin des sciences de Peymeinade le 6 juin 2013. Les entretiens ont été réalisés la semaine du 18 au 21 juin 2013.*

Le tableau 7.1.3. précise les éléments de scientificité travaillés dans chaque classe.

Elément de scientificité travaillé	*classe Sabliers*	*classe Transvasements*	*classe Boule à neige*
Primauté de l'expérience	**X**	**X**	**X**
Reproduction fréquente des expériences	**X**	**X**	**X**
Modification de paramètres indifférents		**X**	
Travail sur les représentations		**X**	
Travail sur les généralisations		**X**	

Tableau 7.1.3. : Tableau récapitulatif des éléments de scientificité travaillés dans chaque classe

1.3.1. Perception du travail réalisé en classe par les enseignants

Les enseignantes des classes sondées considèrent qu'elles ont fait des sciences avec leurs élèves. L'emploi du terme de *science* ne leur pose pas de difficulté particulière. La proposition de « *sonder la compréhension de la méthodologie scientifique des élèves* » n'a pas non plus soulevé de réserve.

Ce constat n'est pas anodin même s'il n'a aucun caractère de généralité. L'expérience montre que, lorsqu'on leur demande s'ils "font des sciences" en classe, de nombreux enseignants tendent à se réfugier derrière le programme qui, en cycles 1 et 2, ne parle pas de *science* mais de "*découverte du monde*".

11. Respectivement séquences M10 pp. 331-339, M14 pp. 357-361, et M06 pp. 309-314 du guide *Sciences à l'école, côté jardin* (Annexe 2.A.). Les classes sont présentées en section méthodologie § 4.2.2.3.

Par ailleurs, elles se disent curieuses des résultats de l'étude, une enseignante indiquant même qu'ils lui seront utiles pour identifier les contraintes à « *clarifier* » les années suivantes. Des discussions informelles après les entretiens indiquent que deux d'entre elles envisagent d'expliciter l'année scolaire prochaine les contraintes relatives à la reproductibilité et à la robustesse.

Toutes ont délibérément insisté sur la primauté de l'expérience et reproduit très souvent les expériences, en pleine conscience de la relation directe de ces compétences avec les critères de scientificité correspondants. L'une d'entre elles a en outre fait varier des paramètres indifférents. Pour autant, aucune n'a estimé nécessaire d'employer le terme de *science* avec les enfants.

Il semble donc que les enseignantes participant à l'étude distinguent spontanément le fait de « faire des sciences » avec leurs élèves — qu'elles paraissent pleinement assumer — et celui de leur « parler de science ».

Nous discuterons plus systématiquement le rapport des enseignants de maternelle aux critères de scientificité dans la section 7.4.

1.3.2. Positionnement des élèves de GS au regard des concepts sondés

1.3.2.1. Synthèse des réponses

L'objectif de la campagne d'entretiens est de tester l'appropriation par les élèves de GS d'éléments de méthodologie scientifique. Les questions posées et les classes de réponses fournies sont présentées sous forme de tableaux. Par commodité, nous les avons regroupées dans des tableaux spécifiques pour chaque élément sondé.

Perception des enjeux

Demandes de justification des expériences réalisées	**Typologie des réponses**	**Nb d'entretiens où la réponse apparaît**		
		Transv. (sur 11 gp.)	**Neige (sur 12 gp.)**	**Sabliers (sur 12 gp.)**
Comment expliquerais-tu à un enfant qui ne connaît pas du tout le jardin des sciences ce que l'on y fait ?	JDS = endroit où l'on s'amuse		1	5
	JDS = endroit où l'on « fait l'animateur »/ où « l'on fait l'atelier animé »	4	6	2
	JDS = endroit où l'on fait des ateliers	5	9	10
	JDS = endroit où l'on apprend « des choses que l'on ne sait pas », où l'on essaie	**1**	**1**	**5**
	JDS = endroit où l'on fait des expériences			**2**
	Ne sait pas	1		2
	Autre			2
En partant de ton stand, un enfant te dit qu'il s'est bien amusé à [élément sans rapport avec l'objectif visé]. *Qu'en penses-tu ?*	Content qu'il se soit amusé	1	8	5
	Déçu qu'il n'ait pas compris l'objectif de l'atelier	**2**	**2**	**1**
	« Ce n'est pas bien de s'amuser » (n'a pas écouté, fait des bêtise)	1		6
	Autre / Ne sait pas	2	2	1
Est-ce qu'il a compris ce que tu voulais faire ?	Non, sans justification	7	2	12
	Non, énonce l'objectif visé par l'atelier spontanément	**1**		

	Oui	1	6	
	Autre	2	2	1
Que voulais-tu que tes visiteurs comprennent sur cet atelier ?	Ne sait pas	3		
	Réponse partielle	**2**	**7**	**6**
	Enonce l'objectif visé par l'atelier	**1**	**6**	**6**
	Autre	4	1	3

Tableau 1.3.2.1.a. : Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard des demandes de justification des expériences réalisées. Les chiffres fournis indiquent le nombre d'entretiens dans lesquels apparaît la réponse-type considérée, ou un proche équivalent. Les réponses considérées comme significatives sont indiquées en gras surligné.

Remarques :

- Lorsque deux élèves d'un même groupe répondent la même chose, leur réponse n'est prise en compte qu'une seule fois.

- Il n'a pas toujours été possible de poser toutes les questions à tous les binômes d'une classe, certains résultats sont donc partiels. Ces précisions sont fournies dans les sections suivantes.

Paramétrisation

Questions sur la pertinence des paramètres considérés	**Typologie des réponses**	**Nb d'entretiens où la réponse apparaît**		
		Transv. (sur 11 gp.)	**Neige (sur 12 gp.)**	**Sabliers (sur 12 gp.)**
En classe/sur le jardin des sciences, vous avez changé le [paramètre indifférent dont la non pertinence a été vérifiée en classe] de l'élément x. Pourquoi ?	variation justifiée par la volonté de la maîtresse	1	X (question non adaptée)	
	variation justifiée par le plaisir d'essayer des choses différentes	2	X	
	variation justifiée par la volonté de voir si cela change qq. chose au résultat (« *pour voir si c'est pareil* »)	**5**	X	**2**
	Variation justifiée par une utilisation spécifique sur l'atelier		X	11
	Ne sait pas	3	X	2
Est-ce que cela change qq chose si pour l'expérience au lieu de prendre x [élément contenant un paramètre non pertinent travaillé en classe] on prend y [élément avec une variation du paramètre non pertinent travaillé en classe] ?	cela ne change rien, identification du paramètre comme non pertinent	**11**	X	X
Comment le sais-tu ?	"Je le sais parce qu'on a essayé."	**7**	X	X
	Appel à une généralité	**3**	X	X
	Autre	1	X	X
Est-ce que c'est important de vérifier ?	oui, justification de type "sinon on ne peut pas savoir"	**9**	X	X
A quoi cela sert-il d'essayer avec des [éléments dont un paramètre non pertinent connu varie] différents ?	ne sait pas	1	X	X
	pour voir si cela change quelque chose au résultat	**5**	X	X
Est-ce que tu as changé d'autres choses en classe pour voir si cela changeait le résultat ?	ne sait pas	7	X	X
	identification par l'élève d'autres paramètres qui ne changent pas le résultat	**3**	X	X
Est-ce que cela change qq chose si au lieu d'utiliser [élément avec un paramètre indifférent non travaillé en classe] on prend [autre élément avec une variation de ce paramètre indifférent non travaillé en	non, identification par l'élève d'un nouveau paramètre qui ne change pas le résultat	**11**	**10** (pot)/**6** (eau colorée)/ **10** (gomme)	**12** (polenta, sel) / **11** (bouteille colorée)
	oui, identification par l'élève d'un paramètre pertinent		**4** (eau colorée, on ne voit pas bien)/**1** (gomme)	**1** (bouteille colorée)

classe] ?	oui		4 (pot)/2 (eau colorée)/ 1 (gomme)	
	suggère qu'il faut essayer pour être sûr		4 (pot)/ 5 (eau colorée)/ 3 (gomme)	2 (bouteille colorée)
Comment le sais-tu ?	s'appuie sur une généralité pour justifier	11	6 (pot)/ 3 (eau colorée)/ 7 (gomme)	7 (polenta, sel)
	il faut essayer (pour être sûr, pour savoir)	2 (question non reposée, rép. spontanées)	12 (pot)	11 (polenta, sel) / 11 (bouteille colorée)
	autre		3 (dont une justif. « fait chez moi »)	1 (« on a juste réfléchi »)
Est-ce que c'est important de vérifier ?	non « parce qu'on sait » , appel à une généralité	3		
	non			2
	oui sans justification	2	2	
	oui, pour savoir		6	6
	oui, pour être sûr, parce que l'on peut se tromper		4	3
Est-il utile de changer des choses pour voir si cela change le résultat ?	non	3	6	2
	oui sans justification pertinente		4	
	oui pour voir ce qui se passe	1	1	1
	oui pour vérifier que cela ne change vraiment pas			2

Tableau 1.3.2.1.b. : Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard de la pertinence des paramètres considérés (mêmes conventions que tableau 1.3.2.1.a)

Rapport à l'expérience

Questions sur le rapport à l'expérience	**Typologie des réponses**	**Nb d'entretiens où la réponse apparaît**		
		Transv (sur 11 gp.)	**Neige (sur 12 gp.)**	**Sabliers (sur 12 gp.)**
Un enfant a juste fait l'animation avec [élément avec paramètre indifférent] et il dit que qu'il n'a pas besoin d'essayer pour savoir que c'est pareil si on remplace [élément avec paramètre indifférent] par [élément avec variation du paramètre indifférent]. Que lui réponds-tu ?	qu'il a raison	1	X (question non adaptée)	1
	qu'il faut qu'il essaie pour savoir	10	X	10
	autre		X	1
[Un enfant sur le jardin des sciences te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu ?] *Il ne te croit pas, que lui proposes-tu ?*	ne sait pas	1		1
	je lui dis qu'il doit me croire			1
	je lui propose d'essayer pour vérifier	5	6	9
	autre		1 (« je le laisse tranquille, tant pis »)	
Un enfant te dit que [élément en lien avec l'activité travaillée en classe]. Quand tu vérifies, tu trouves que c'est [contradiction avec l'affirmation précédente]. Quand il revient, est-ce que tu lui dis qu'il s'est trompé ou est-ce que tu ne dis rien pour ne pas lui faire de la peine ?	je ne dis rien		6	2
	je lui dis qu'il s'est trompé	9	9	9
	réponse spontanée je lui propose d'essayer	2		3
Il ne te croit pas, que lui proposes-tu ?	ne sait pas	1	1	2
	d'essayer	8	5	9
	Je lui montre		5	
	autre		1(je lui dis « il y a une autre façon de faire de la neige »)	1 (« il faut nous croire »)

Tableau 1.3.2.1.c. Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard du rapport à l'expérience (mêmes conventions que tableau 1.3.2.1.a)

Reproductibilité

Test de la reproductibilité des expériences réalisées	Typologie des réponses	Nb d'entretiens où la réponse apparaît		
		Transv. (11 gp.)	Neige (12 gp.)	Sabliers (12 gp.)
Deux enfants différents font la même chose sur ton atelier, est-ce qu'ils peuvent trouver des choses différentes ?	ne sait pas		3	2
	oui	3	2	4
	non, sans justification	**8**	**5**	**1**
	non, si on fait la même chose, on trouve la même chose		**4**	**7**
	autre	1		2
Ils te disent qu'ils trouvent des choses différentes : que fais-tu ?	ne sait pas	3		
	je dis qu'ils se sont trompés		**1**	**2**
	demande qu'ils refassent		**1**	**2**
	autre	1		1
Un enfant sur le jardin des sciences te dit que ce qu'il a fait marche sur le jardin des sciences parce que c'est un jardin des sciences mais que dans sa classe cela ne marchera pas. Que lui réponds-tu ?	affirmation "c'est pareil"	**2**	**5**	
	affirmation "c'est pareil, je l'ai fait en classe."			**3**
	proposition "c'est pareil, c'est obligé/ cela marche partout"	**7**	**5**	**8**
	Autre	1 (cherche une explication)		**1** (« il faut nous croire »)
	ne sait pas		1	2
A quoi cela sert-il de refaire plusieurs fois la même chose d'après toi ? *Cela sert-il à quelque chose de refaire plusieurs fois la même chose d'après toi ?*	on refait "pour savoir"	**3**	**2**	**1**
	"ne sert à rien"	5	2	8
	on refait "pour mieux retenir"	1	5	1
	on refait "pour ne pas se tromper"		2	3
	on refait "pour être plus sûr"		**2**	**1**

Tableau 1.3.2.1.d. : Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard du concept de reproductibilité des expériences (mêmes conventions que tableau 1.3.2.1.a)

Généralisation et formulation de lois

Questions sur les généralisations	Typologie des réponses	Nb d'entretiens où la réponse apparaît		
		Transv. (11 gp.)	Neige (12 gp.)	Sabliers (sur 12 gp.)
Un enfant a juste fait l'animation avec [élément avec paramètre indifférent] et il dit que qu'il n'a pas besoin d'essayer pour savoir que c'est pareil si on remplace [élément avec paramètre indifférent] par [élément avec variation du paramètre indifférent]. Que lui réponds-tu ?	qu'il a raison, c'est pareil	**1**	X (quest. non adapt.)	
	qu'il faut qu'il essaie pour savoir	10	X	10
	autre		X	1
Est-ce que c'est différent pour toi de dire que [formulation d'une loi peu générale en lien avec le travail réalisé] et de dire [formulation plus générale en lien avec le travail réalisé] ?	non	1	X (quest. non adapt.)	2
	oui sans justification	6	X	
	oui avec justifications incorrectes		X	9
Avais-tu déjà essayé avec [élément inconnu] *?Comment sais-tu ce que tu as fait avec [élément connu] marche aussi [élément inconnu] ?*	sait sans justification			1
	ne sait pas de façon sûre, il faut essayer		4	11
	justifie par une analogie	**4** (lentilles)		**3** (polenta)
	Justifie à l'aide d'une généralité	**10** (pot)	**7** (pot)	**7** (polenta)

Tableau 1.3.2.1.e. : Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard de la généralisation et de la fomulation de lois (mêmes conventions que tableau 1.3.2.1.a)

Représentations symboliques

Navigation entre une représentation symbolique et le monde réél	Typologie des réponses	Interprétation en termes de navigation : réponse		
		Transv. (11 gp.)	Neige (12 gp.)	Sabliers (sur 12 gp.)
Un enfant a dessiné [élément symbolisé]. Les [éléments] dessinés n'ont pas la même [forme, couleur, etc.] que ceux que tu as utilisé. Est-ce que c'est quand même [élément symbolisé] ?	non, cela ne va pas	X	9	1
	accepte une représentation simplifiée de la réalité	X	**6**	**10**
Pourquoi ?	ne sait pas	X		
	parce que ce n'est pas grave	X		**10** (forme sablier)
	justifie par l'expression des éléments pertinents	X	**1**	**10** (couleur du trait)
	justifie en considérant que ce ne sont pas des éléments pertinents	X	3	
Qu'est-ce qui est important sur le dessin ?	identifie et nomme l'élément représenté	X	X	**10**
Avec le dessin, est-ce que tu peux prévoir [événement en lien avec le travail réalisé] ? Que manque-t-il ?	réponse correcte justifiée	X	X	**8** (nature du matériau utilisé)

Tableau 1.3.2.1.f. : Synthèse des réponses des trois classes sondées au regard des représentations symboliques (mêmes conventions que tableau 1.3.2.1.a)

1.3.2.2. Perception du jardin des sciences

Le nom même du « Jardin des sciences » fait appel à une notion encore très nouvelle pour les petits de maternelle. Lorsqu'on leur demande d'élucider ce qu'est pour eux un jardin "des sciences", ils s'avèrent peu prolixes et des difficultés apparaissent.

Pour eux, c'est essentiellement un endroit où l'on « anime » et où l'on fait des « activités » (24 gp./35, soit 68%), ce qui paraît être une reprise d'un vocabulaire communément utilisé en classe.

Seuls 9 groupes sur 35 considèrent que l'on y « apprend des choses » (en essayant) ou que l'on y « fait des expériences ». 7 de ces groupes appartiennent à la classe « sabliers » dont, suite à l'envoi du questionnaire pour relecture, la maîtresse a discuté avec les élèves de cette question. On note également dans cette classe des réponses plus nombreuses (24 contre 17 pour la classe « boule à neige » et 10 pour la classe « transvasements »).

Deux élèves y utilisent l'expression « faire des expériences » : pour l'un, faire une expérience, c'est « essayer » alors que l'autre est incapable d'expliquer ce qu'il entend par là. Une élève indique par ailleurs que c'est un endroit où l'on fait des sciences et, interrogée sur ce que signifie le mot science, indique que « *c'est comme des énigmes* ».

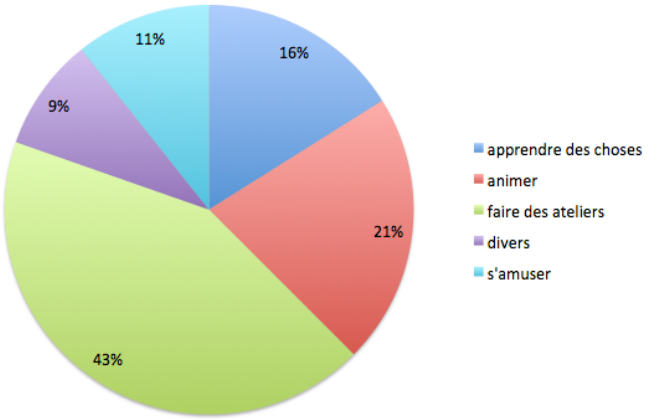


Figure 1.3.2.2. : Distribution des réponses fournies en pourcentage à la question « comment expliquerais-tu ce qu'est un jardin des sciences ? »

Les spécificités du jardin des sciences ne sont pas aisément exprimées par les élèves

1.3.2.3. Perception de l'objectif de l'atelier

Les jeunes animateurs du jardin des sciences sont confrontés à l'hypothèse d'un visiteur qui n'aurait vu qu'un jeu dans les manipulations de leur atelier. Seulement 5 groupes sur 35 réagissent en se plaçant du point de vue de l'objectif de leur atelier.

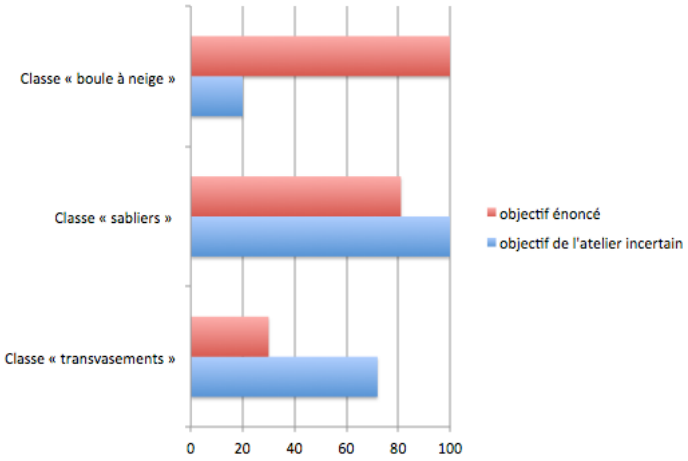
Les élèves de la classe « transvasements » s'expriment peu (6 gp./11) et de façon plutôt neutre. Ceux de la classe « boule à neige » sont globalement contents d'apprendre que les élèves visiteurs se sont amusés à verser des choses dans l'eau (8 gp./11).

Ceux de la classe « sabliers » se partagent principalement entre ceux qui sont heureux que leurs visiteurs se soient amusés (5 gp./12) et ceux qui estiment (6 gp./12) que « *ce n'est pas bien* » parce qu'ils « *vont mettre du sable partout* », alors qu'aucune indication en ce sens ne semble avoir été fournie. Dans cette même classe, tous les groupes considèrent cependant que de tels élèves visiteurs n'auraient pas compris l'objectif de leur atelier. A l'exception de 4 élèves (3 gp.), ils sont capables de l'expliquer de façon partielle (6 gp.) :

e.g. : « Fabriquer un sablier »

ou plus complète (6 gp.) :

e.g. : « Apprendre à mesurer le temps »
« A quoi sert un sablier »
« Comment on se sert d'un sablier ».



L'appropriation des objectifs de l'expérience dépend fortement de la classe considérée

Figure 1.3.2.3. : Pourcentage par classe des groupes énonçant partiellement ou de façon complète l'objectif de leur atelier (rouge) et des groupes considérant qu'un élève-visiteur n'a pas compris l'objectif de son atelier (bleu)

Dans la classe « boule à neige », seuls deux groupes considérent que des élèves qui se seraient simplement amusés à verser des choses dans l'eau n'auraient pas compris l'objectif de leur atelier. En revanche, lorsqu'on leur demande quel était cet objectif, tous les élèves sont capables d'en exprimer au moins un : 5 groupes l'identifient précisément (trouver le matériau permettant de simuler la neige qui tombe) ; les sept autres restent focalisés sur l'objectif général de fabriquer une boule à neige.

Les élèves de la classe « transvasements » ont quant à eux de grandes difficultés à énoncer l'objectif de leur atelier, même partiellement (3 gp. /11) mais 8 groupes sur 11 considèrent que des visiteurs heureux d'avoir verser de l'eau d'un récipient à l'autre n'ont pas compris ce qu'ils voulaient faire. Il faut cependant noter que l'expression de l'objectif y est plus difficile que dans les autres classes interrogées (où l'atelier incluait la fabrication d'un objet).

De nombreux élèves de GS s'avèrent capables d'exprimer l'objectif de leur expérience, mais cette compétence dépend du travail effectué en classe.

1.3.2.4. Paramétrisation

Classe « transvasements »

La robustesse est l'un des éléments de scientificité sur lesquels l'enseignante a choisi de travailler. Les élèves ont travaillé en classe avec des eaux colorées par des encres de couleurs diverses (rouge, jaune, verte, etc.) et avec des récipients de formes diverses (larges, étroits etc.). Pour transvaser, ils ont utilisés trois lots de récipients différents (petits pots "bébé" en verre, bouteilles et pots en plastique), chaque lot comprenant trois récipients identiques.

Sondés sur l'intérêt d'utiliser des couleurs d'eau différentes, cinq groupes sur onze identifient un test de la robustesse de l'expérience (e.g. « *pour savoir si c'est pareil* »). Ces mêmes groupes répondent de la même façon lorsqu'on leur demande à quoi sert d'essayer avec différents types de liquides.

Sollicités pour trouver d'autres éléments qui ne modifient pas la procédure pour comparer le volume contenu dans des récipients différents, deux élèves proposent la semoule, le sel ou le sable et un autre élève la forme des

contenants-étalons. Un seul de ces groupes considère que d'une façon générale, « *c'est utile de changer des choses pour voir ce qui se passe* ».

Les élèves sont questionnés sur l'impact de la forme et de la couleur de contenants-étalons différents. Tous insistent sur la nécessité d'avoir les « *trois mêmes pots* », la couleur n'étant pas considérée comme un paramètre pertinent. Interrogés sur la procédure pour évaluer la quantité de lentilles dans deux bacs de largeur différente, ils appliquent la même procédure que pour l'eau, à l'exception d'un groupe qui, dans un premier temps, propose de compter les lentilles pour comparer les quantités.

Classe « sabliers »

L'enseignante n'a pas travaillé spécifiquement sur la robustesse et l'influence de paramètres indifférents. Néanmoins, en classe, les enfants ont utilisé du sable vert à gros grains et du gravier blanc fin. Il se trouve que, par un heureux hasard, une même quantité de chacun des matériaux prenait sensiblement le même temps pour couler. La maîtresse a exploité cette particularité sur l'animation en utilisant le sablier avec du gravier blanc comme référence pour un défi où il s'agissait de fabriquer des sabliers avec du sable vert devant s'arrêter de couler avant lui.

L'utilisation de sables de couleurs différentes est associée par onze groupes sur douze à une fonction spécifique sur l'atelier, le plus souvent très concrète (e.g. « *le gris c'est pour le sablier témoin, le vert c'est pour ranger dans l'ordre* »[12]), un groupe ne sachant pas à quoi cela sert.

Deux élèves seulement expriment que cela a aussi un intérêt d'ordre méthodologique. Un premier indique que cela sert à « *voir si cela marche pareil* » et une seconde élève, très souvent absente mais considérée comme très vive par la maîtresse, émet l'idée que c'est pour étudier l'impact de « *l'épaisseur* » du sable sur la vitesse d'écoulement.

Questionnés sur la possibilité de remplacer le sable par de la polenta ou du sel, tous les groupes s'accordent à dire que c'est possible. Tous les groupes sauf un, qui estime que ce n'est pas utile, s'accordent également sur la nécessité d'essayer pour s'en assurer. En ce qui concerne la possibilité d'utiliser des bouteilles colorées pour fabriquer le sablier, ils en sont d'accord après qu'on les a assurés que l'on pouvait voir à travers. Ils estiment alors qu'il faut essayer pour savoir.

La perception de l'utilité de tester la robustesse de l'expérience dépend fortement de la classe considéré

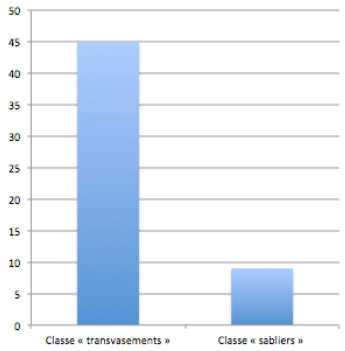


Figure 1.3.2.4.a. : Pourcentage par classe des groupes considérant que modifier un paramètre indifférent connu est utile « pour voir si c'est pareil » (à gauche classe « transvasements », à droite classe « sabliers »)

12. Alexandre, cinq ans et demi, lors de entretien. Trois sabliers remplis de sable vert étaient utilisés sur l'atelier pour associer la durée d'écoulement à la quantité de sable. Le sablier avec du sable gris servait de sablier de référence pour les visiteurs. L'objet de l'atelier était de fabriquer un sablier qui prenne moins de temps que le sabier de référence pour s'arrêter de couler.

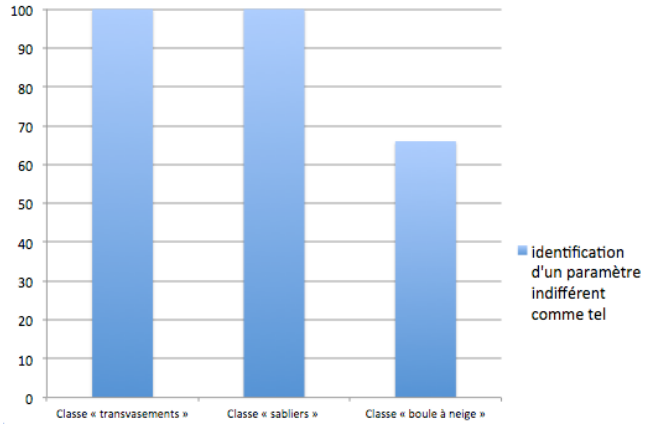
Classe « boule à neige »

Aucun travail portant sur la variation de paramètres n'ayant été réalisé en classe, seules les questions portant sur la variation d'un paramètre indifférent non travaillé en classe ont été posées.

Quatre élèves (4 gp. sur 12) considèrent qu'on ne peut pas utiliser les pots présentés (pot à confiture et pot "bébé" haut) pour faire une boule à neige ; tous les autres s'accordent pour dire que c'est possible.

L'eau colorée, transparente, est présentée aux élèves dans un pot. La moitié des groupes refuse d'utiliser de l'eau colorée à cause de la couleur que la neige pourrait prendre ou parce qu'ils estiment que l'on ne verrait pas bien alors que pour l'autre moitié, la couleur de l'eau ne change rien.

Pour la question portant sur la couleur de la gomme, les objections sont liées au fait qu'il n'existe pas de neige bleue mais, si l'on accepte cette idée et que l'on se focalise sur la descente de la gomme bleue rapée (suggestion faite lors de l'entretien), une grande majorité indique qu'il se passera la même chose (10 cgp.) en justifiant par la matière utilisée (7 gp.)



Une grande majorité des élèves identifie correctement un paramètre indifférent

Figure 1.3.2.4.b. : Pourcentage par classe des groupes identifiant comme tel un nouveau paramètre indifférent

La plupart des élèves de GS s'avèrent capables d'identifier correctement un paramètre indifférent comme tel.

L'utilité de reproduire l'expérience en faisant varier un paramètre indifférent n'est en revanche perçue qu'après un travail spécifique en classe, et par moins de la moitié des élèves concernés.

1.3.2.5. Rapport à l'expériene

Confrontés à l'hypothèse où un élève affirmerait une chose contraire à leur expérience, tous les élèves de la classe « transvasements » accordent la primauté à l'expérience et huit groupes sur onze proposent qu'il essaie pour savoir.

Dans la classe « sabliers », vingt élèves sur vingt-deux accordent la primauté à l'expérience. Seule une élève décide de ne rien dire à l'élève qui se trompe. Une autre préfère ne rien lui dire, mais propose une réponse alternative intégrant la primauté de l'expérience :

Sinon, on lui dit, ce n'est pas grave, tu ne pouvais pas savoir, tu n'as pas essayé.

Dans la classe « boule de neige », neuf enfants (6 gp.) sur vingt-huit choisissent de ne pas dire à un camarade qu'il s'est trompé.

En tout, cinquante-sept élèves sur soixante-huit (84%) préfèreraient dire à un élève qu'il s'est trompé plutôt que de ne rien dire pour des raisons affectives. Vingt-sept groupes sur trente-cinq (77%) envisagent un recours à l'expérience pour le convaincre et un seul a recours à l'autorité.

Face à un élève qui affirme sans preuve qu'un paramètre est non pertinent, vingt groupes sur vingt-deux (90%) lui demanderaient d'essayer, même si eux-mêmes l'ont déjà reconnu pour tel.

La thématique de l'atelier n'a pas permis de poser cette question aux élèves de la classe « boule à neige ». Néanmoins, à deux exceptions près (un élève qui ne sait pas et un autre qui pense qu'il faut « *essayer pour faire des activités* »), la quasi-totalité des élèves estiment qu'il est important d'essayer pour savoir ou pour être sûr que l'on ne s'est pas trompé quand on manipule un objet (pot) pour la première fois.

Plus généralement, vingt-huit groupes sur trente-cinq (80%) estiment qu'il est important d'essayer pour savoir ou pour être sûr (question posée lors du test de la robustesse).

Une grande majorité des élèves (> 80%) revendique la primauté de l'expérience

Figure 1.3.2.5. : Pourcentages des élèves et groupes donnant la primauté à l'expérience dans différentes situations (résultats cumulés sur les trois classes)

Les résultats sont légèrement moins positifs lorsqu'il s'agit de réagir face à un enfant qui croit que ce qui a été fait sur le jardin des sciences n'est pas reproductible dans sa classe : 64% lui proposent d'essayer (soit 20 gp. sur les 31 ayant répondu à la question).

Enfin, dans la classe « sabliers », les élèves insistent énormément sur le fait que sans essayer on ne peut pas savoir, quelles que soient les questions posées. Cela se ressent en particulier sur la question précédente où, spontanément, sept groupes sur douze proposent à l'enfant sceptique d'essayer (« *Tu n'as qu'à demander à ta maîtresse pour le faire dans ta classe et tu vas voir* »).

Quand les enseignants insistent explicitement sur l'importance d'essayer pour savoir, les élèves s'approprient massivement cette idée.

Dans la situation où un élève leur proposerait de s'en passer, ils refusent très majoritairement. Ils donnent de même la primauté à l'expérience sur une affirmation infirmée par l'expérience.

1.3.2.6. Reproductibilité des expériences

Dans toutes les classes, les élèves sont très majoritairement convaincus (30 gp./34, soit 88%) que changer de lieu ne modifierait pas le résultat de leur expérience (9 gp./10 classe « transvasements », 10 gp./12 classe « boule à neige », 11 gp./12 classe « sabliers »). Deux enfants précisent même que « *ça marche partout, c'est pas magique* ».

La question portant sur la possibilité que des élèves différents faisant la même chose sur l'atelier puissent trouver des résultats différents s'est avérée souvent mal comprise par les élèves. Après une première reformulation (ils font « *tout de la même façon, tout pareil* »), en cas d'échec, on fournit un exemple précis basé sur ce que les élèves ont fait en classe et dans l'atelier pour qu'ils la comprennent. 62 % des élèves répondent alors correctement à la question : dix élèves de la classe « boule à neige », neuf de la classe « sabliers » et sept de la classe « transvasements » (soit 26/68, ou 38%) ne savent pas ou pensent que des enfants différents peuvent trouver des choses différentes en faisant la même chose.

Seuls quelques élèves des groupes qui comprennent immédiatement la question sont interrogés sur la suite de la question : à l'exception de quatre d'entre eux, ils ne sauraient pas quoi répondre à un enfant qui affirmerait avoir fait la même chose qu'un autre mais trouvé des résultats différents.

L'intérêt *pour une même personne* de reproduire plusieurs fois la même expérience n'est le plus souvent pas perçu : seuls neuf groupes sur trente-deux (28%) en proposent des justifications pertinentes.

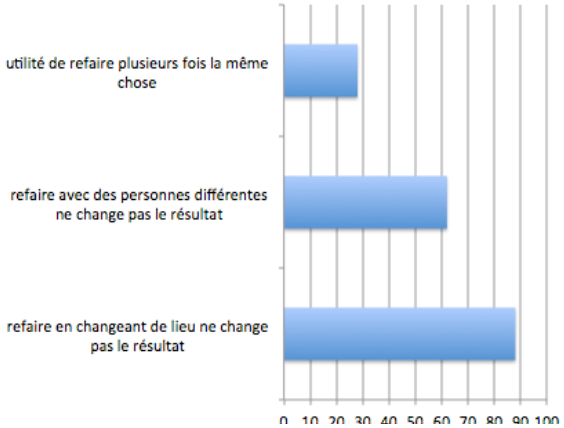


Figure 1.3.2.6. : Rapport des élèves à différents aspects de la reproductibilité (résultats cumulés sur les trois classes)

Un peu plus de la moitié des élèves est convaincue que « quand la même personne ou des personnes différentes font la même chose, elles trouvent la même chose », sans travail spécifique des enseignants sur la question.

Une grande majorité des élèves est convaincue que changer de lieu n'a pas d'impact sur le résultat de leurs expériences.

L'utilité de reproduire soi-même une expérience dans les mêmes conditions n'est en revanche perçue que par quelques élèves dans les classes sondées.

1.3.2.7. Généralisation et formulation de lois

Classe « transvasements »

Tous les groupes interrogés (10) ont construit l'idée que pour comparer des volumes, il faut utiliser « *trois mêmes pots* » / « *trois pots pareils* ». Le mot « volume » n'est pas dans leur vocabulaire ; aussi, confrontés à des pots de même volume mais de couleur différente, considèrent-ils que « *c'est les mêmes quand même* » sans être en mesure d'expliciter plus avant ce concept.

Trois groupes justifient le fait que l'on puisse faire varier la couleur de l'eau sans que cela change le résultat par le fait que « *c'est toujours de l'eau* » ; interrogé sur la possibilité d'utiliser du lait, l'élève d'un quatrième groupe indique que « *si c'est pareil avec de l'eau jaune, hé ben c'est aussi pareil avec du lait* ».

Deux groupes justifient par leur petite taille la possibilité d'utiliser avec des lentilles la même procédure établie avec de l'eau ; deux autres groupes la justifient par la possibilité pour les lentilles de « couler » comme de l'eau.[13] Les autres groupes transvasent ou proposent spontanément de le faire quand il n'y a pas de temps disponible pour l'expérimentation.

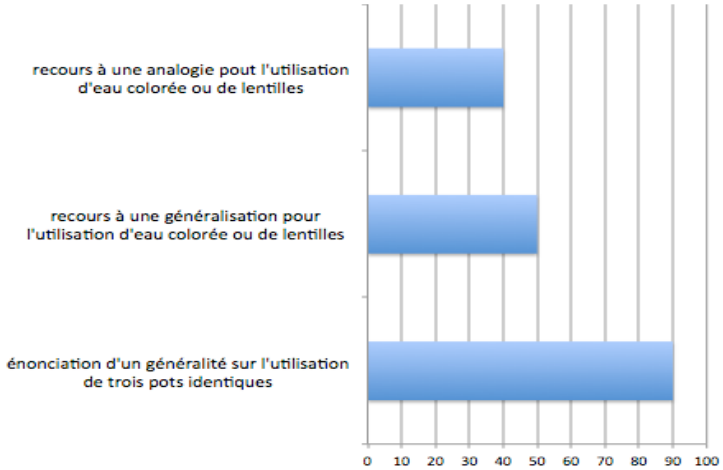


Figure 1.3.2.7. : Pourcentages des groupes énonçant des généralités ou des analogies pour justifier l'invariance des résultats suite à une modification d'un élément

En revanche, même si la plupart des élèves perçoivent la nuance entre les mots *bouteille* et *récipient*, ils s'avèrent incapables d'en identifier la différence de généralité.

Classe « sabliers »

Sept groupes justifient la possibilité d'utiliser de la polenta à la place du sable en généralisant une propriété des matériaux utilisés en classe : c'est petit, c'est fin, cela a la même taille que le sable, ce sont des « mini-grains », cela peut couler. Trois groupes sont dans l'analogie (e.g. « *on dirait que ça fait du sable vert* »).

13. La notion de liquide n'est pas connue en GS. Les programmes ne l'introduisent qu'en cycle 2 et le vocabulaire doit être maîtrisé au CE2. La notion de volume apparaît au CM2, la mesure d'une capacité (litre) est introduite en CE2, celle de contenance en CM1 (programme de mathématiques).

La distinction entre sable et grain dans le test de la compréhension d'une différence de généralité est mal comprise par neuf groupes, deux autres groupes ne voyant pas de différence. Pour la plupart des groupes, il s'agit d'une différence de taille des grains entre le sable et les « grains ».

La capacité des élèves à formuler des généralités n'a pas été testée à proprement parler avec la classe « boules à neige », la séquence travaillée s'y prêtant mal. Néanmoins, lorsqu'on propose aux élèves de remplacer le pot utilisé pour la boule à neige par d'autres, les élèves de 7 groupes sur 12 affirment que cela fonctionne avec tous les pots et que la forme n'a pas d'importance. Un élève précise que « *ce n'est pas la forme qui compte, c'est la neige* ».

Une proportion significative d'élèves de Grande Section de maternelle sont capables de formuler des généralisations et des lois.

1.3.2.8. Représentation symbolique

Pour la classe « sabliers », dix-sept élèves sur vingt-deux (77%) ont réagi très favorablement à des représentations très stylisées du sablier (illustration 1.3.3.8.a.). Une forme triangulaire du sablier plutôt que des bouteilles ne pose pas de problème. Le trait est identifié comme représentant le niveau de sable et sa couleur, différente de celle de la matière à l'intérieur, ne pose pas problème aux élèves. La représentation du trou du sablier par des traits verticaux ne pose pas plus de difficulté.

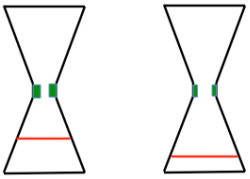


Illustration1.3.2.8.a. : Exemple de sabliers stylisés présentés aux élèves

Pour la classe « boule à neige », où des photos ont été utilisées pour le travail, seuls sept enfants sur vingt-huit (6 gp., 25%) considèrent non problématique de dessiner une boule à neige de forme « carrée » plutôt que ronde (forme de la boule à neige commerciale utilisée en classe) alors même que les petits pots « bébé » utilisés en classe seraient plus proches de cette représentation.

Dans la classe « transvasements », c'est l'enseignante qui s'est chargée de sonder les élèves, à partir d'un support fourni par le chercheur (illustration 1.3.3.8.b.) la semaine suivant l'entretien. 95% des élèves (20/21) acceptent que des dessins stylisés de récipients sous forme de parallélépipèdes puissent représenter des pots. 76% (16/21) considèrent qu'ils peuvent représenter les pots cylindriques présents sur la table devant eux. Parmi ces derniers, ils sont 93% (15/16) à associer correctement les pots réels et leurs représentations.

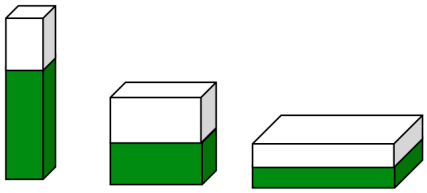


Illustration1.3.2.8.b. : Exemple de dessins de récipients stylisés présentés aux élèves

76% des élèves (16/21) sont d'accord pour représenter des pots remplis d'eau (incolore) par des rectangles dont une partie était colorée en vert, les cinq autres élèves expliquant que c'est possible pour représenter de l'eau colorée ou avec de l'encre. 90% (19/21) sont capables de montrer le niveau de l'eau sur les dessins.

Lorsqu'on leur propose des dessins de rectangle où un simple trait représente le niveau du liquide, ils sont 90% à accepter que ces dessins représentent un récipient avec de l'eau. La même proportion indique sans difficulté son niveau sur le dessin.

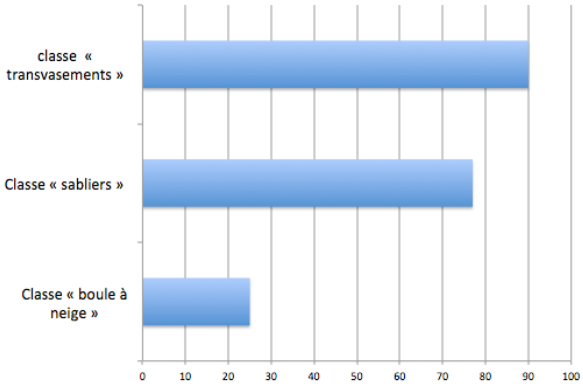


Figure 1.3.2.8.c. : Pourcentages d'élèves par classe acceptant une représentation simplifiée du matériel utilisé

La plupart des élèves de GS sondés s'avèrent capables de faire le lien entre des objets et leur représentation graphique.

7.1.4. Quelques elements de scientificite accessibles en GS

Les compétences ainsi mises en évidence sont autant de conditions nécessaires à l'appropriation d'éléments de base de la méthodologie scientifique. Peut-on en déduire que les éléments de scientificité correspondants sont accessibles, au moins de façon élémentaire, à des élèves de grande section de maternelle ?

1.4.1. Opportunité

Beaucoup d'élèves de grande section sondés ne considèrent pas les expériences qu'ils ont réalisées comme un simple amusement. Ils les justifient par des arguments qui dépassent le simple plaisir de « faire pour faire ».

Un second seuil est franchi par environ la moitié des élèves, qui s'avèrent capables d' identifier correctement et dans une certaine mesure d'exprimer leur objectif de base.

Ces compétences apparaissent révélatrices de la capacité d'élèves de Grande Section à s'approprier des éléments de méthodologie associés à l'opportunité d'une expérience, sous réserve d'un travail spécifique approprié.

1.4.2. Primauté de l'expérience

« Il faut toujours essayer pour voir, parce que sinon on ne sait pas »
Mélina, 6 ans[14]

Les élèves accordent massivement la primauté au résultat d'une expérience sur ce qui peut être dit par un camarade. Ils revendiquent également la nécessité d'essayer même quand on pense connaître d'avance un résultat. Ils posent donc l'expérimentation comme une condition nécessaire pour accéder au savoir, dans le cadre de ce qui a été fait dans la classe et sur le jardin des sciences et suite à un travail explicite des enseignants sur cette idée.

La situation est toutefois plus ambiguë lorsque la dissonance provient d'une figure d'autorité, comme leur enseignant.

Ces comportements caractérisent une première appropriation du concept de primauté de l'expérience.

Dans la mesure où ils n'apparaissent pas spontanément en l'absence d'un travail spécifique en démarche d'investigation en classe,[15] l'efficacité de celui-ci semble donc avérée.

Bien que cela n'ait pas été documenté en Grande Section dans cette étude,[16] il semble donc envisageable de distinguer dès ce niveau les disciplines associées sinon à la science, du moins à la découverte du monde et pour lesquelles, pour savoir, "on essaie", de celles comme les apprentissages du langage ou du "vivre ensemble" pour lesquelles la primauté est donnée à une norme d'autorité, ce qui pourrait constituer un premier contact avec la notion de scientificité.

Ces compétences sont-elles accessibles avant la GS ? L'expérience suggère que des élèves de moyenne section (4-5 ans) sont également capables de donner la primauté à l'expérience quand l'enseignant a insisté en classe sur le besoin d'essayer pour savoir[17]. Toutefois, nous n'avons pas précisément documenté le rapport de plus jeunes élèves à la primauté de l'expérience.

---

14. Entretien réalisé dans la classe « sabliers »de Mme Pradel. C'est nous qui soulignons.

15. Nous n'avons pas eu l'occasion de l'établir avec une classe-témoin de GS dont l'enseignant n'aurait pas été sensibilisé à ces questions. Toutefois, ce comportement n'existait pas en amont du travail dans la classe « boule à neige » (cf. *supra*, § 7.1.3.1.3.). Par ailleurs, il est généralement admis par les enseignants que les élèves de maternelle n'éprouvent pas spontanément le besoin de vérifier leurs affirmations.

16. Des éléments en ce sens ont en revanche été recueillis auprès d'élèves de cycle 2. cf. *infra*, § 7.5.

17. Observations réalisées par le chercheur en particulier sur le Jardin des sciences de Cagnes-sur-Mer, juin 2011, auquel participaient trois classes de MS.

1.4.3. Reproductibilité

Le concept de reproductibilité intègre plusieurs aspects : indépendance du résultat envers le lieu ainsi qu'envers le moment de l'expérience, indépendance du résultat envers la personne qui réalise l'expérience (qu'il s'agisse de personnes différentes ou de la même personne), etc. [18]

Le concept même de Jardin des sciences consiste à préparer les élèves à faire reproduire *par d'autres*, *ailleurs* et *à un autre moment*, des expériences réalisées en classe, en s'appuyant sur les résultats trouvés à cette occasion. Son orchestration par l'enseignant témoigne de sa conviction de leur reproductibilité. Tous les élèves sondés ont ensuite eu l'occasion de vérifier, en animant le jardin des sciences, la pertinence de ce parti pris, qu'il ait été explicité ou non.

Suite à notre étude, ces différents aspects ne paraissent pourtant pas tous nécessairement aller de soi pour des jeunes élèves.

1.4.3.1. Indépendance envers le lieu

Les entretiens ont permis d'établir que les élèves sont très majoritairement convaincus que le lieu où elle est menée ne change pas le résultat d'une expérience.

Mener la même expérience en deux lieux distincts nous semble constituer un vécu d'élève bien plus riche que la même expérience menée en un seul lieu. Il semble en particulier important pour travailler la notion de reproductibilité, dans son aspect "indépendance du lieu". Trouver des résultats identiques en deux lieux différents consolide en effet l'idée qu'il en serait de même dans un troisième, un quatrième, etc. et permet d'extrapoler l'indépendance du résultat envers le lieu de l'expérimentation.

Trois élèves (de 3 groupes différents sur 35 au total) s'avèrent d'ailleurs capables, en l'absence de toute sollicitation du chercheur, de s'appuyer sur cette double expérience en classe et sur le jardin des sciences pour justifier leur conviction.

1.4.3.2. Indépendance envers le moment

Les élèves n'ont pas été questionnés explicitement sur l'absence d'influence du moment de réalisation de leur expérience sur son résultat. Néanmoins, au cours des entretiens, ils se sont très largement appuyés sur ce qu'ils avaient déjà observé pour extrapoler ce qui se passerait avec un matériel sensiblement différent et n'ont à aucun moment émis l'idée que ce qu'ils avaient trouvé auparavant pouvait dépendre du moment de réalisation de l'expérience. L'indépendance du moment de l'expérience sur le résultat nous a paru « aller de soi » pour eux lors des entretiens.

1.4.3.3. Indépendance envers l'opérateur

Leurs réponses à cette question montrent que c'est cet aspect de la reproductibilité qui pose le plus de problème aux élèves. Une moitié d'entre eux considèrent que deux élèves différents peuvent trouver des résultats

18. *cf.* section 5.3.2.2.1.

différents s'ils font la même chose malgré une utilisation implicite de leur part de la reproductibilité des résultats de leur expérience par d'autres en animation sur le jardin des sciences.

Les élèves de grande section ont par ailleurs des difficultés à comprendre la question concernant l'absence d'impact de la personne qui fait l'expérience sur le résultat.

La prise de conscience de l'indépendance de la personne qui réalise l'expérience sur son résultat est à la base de l'objectivité scientifique. Elle est accessible sans travail explicite de l'enseignant à certains élèves mais pas à tous. Cet aspect de la reproductibilité est un enjeu qui mérite d'être travaillé par les enseignants de façon explicite pour convaincre leurs élèves que le résultat d'une expérience ne dépend pas de qui la réalise.

1.4.3.4. Reproduction d'une expérience par le même opérateur

Quelques élèves de Grande Section semblent percevoir l'intérêt méthodologique de la répétition à l'identique d'une expérience qu'ils ont déjà faite. Une étude plus systématique serait toutefois nécessaire pour établir si cette compétence peut être efficacement travaillée en GS, comme cela semble être le cas en CP[19].

En l'absence de travail spécifique en classe, la plupart des élèves de GS justifie plutôt cette répétion par un argument d'ordre pédagogique : pour eux, cela sert d'abord à *apprendre* et à se *souvenir*.

Ce type de réponse n'est pas dénué de pertinence : la répétition constitue en effet un procédé pédagogique habituel, et apparemment déjà bien identifié par les élèves de GS, pour les aider à apprendre et à se souvenir. Elle pourrait néanmoins constituer un obstacle à la compréhension du rôle et de l'importance de la reproduction des expériences, et expliquer au moins en partie la différence de maîtrise de cet aspect de la reproductibilité par rapport aux précédents.

1.4.4. Robustesse

« On s'en fout, de la couleur !»
Nicolas, 6 ans[20]

Plusieurs compétences élémentaires préalables sont requises avant d'accéder à la notion de robustesse d'une expérience : la maîtrise de l'idée de paramètre élémentaire, de celle de sa pertinence ou non, la capacité d'identification de ces

19. Le témoignage d'une enseignante de CP suggère qu'un travail sur la reproductibilité est accessible aux élèves et leur permet de prendre conscience de son importance : « *Par exemple, concernant le critère de reproductibilité, nous avons refait plusieurs fois l'expérience (comment allumer l'ampoule loin de la pile) et par d'autres personnes. Mes élèves me demandaient pourquoi je leur faisais reproduire cette expérience et m'assuraient que ça marcherait aussi. Quelle ne fut pas leur surprise en se rendant compte que parfois cela ne marchait pas tout le temps ! Il a fallu analyser les paramètres qui avaient évolué (ampoule grillée par exemple ou mal reliée au fil) pour prendre conscience de l'importance de ce critère.* » (Témoignage de Sandrine Aragon, enseignante en CP, 29 mai 2013, participation au jardin des sciences et au stage de novembre 2013 Annexe 6.Q.).

20. Entretien réalisé dans la classe « transvasements »de Mme Géroux.

paramètres. Notons qu'il s'agit de compétences d'application très générales, indispensables également à la mise en œuvre d'une modélisation scientifique.

Les élèves sondés paraissent tous avoir saisi la notion de paramètre, quoique le terme ne soit jamais prononcé par les enseignants. Plus précisément, les élèves font la distinction entre les paramètres susceptibles de modifier le résultat de leur expérience et les autres.

Une large majorité des élèves sondés évalue correctement la pertinence d'un paramètre simple et son impact sur le résultat, et cela qu'un travail spécifique ait ou non été réalisé en classe avec l'enseignant.

Les compétences élémentaires utiles à la construction de la notion de robustesse d'une expérience semblent donc accessibles sans difficulté en Grande Section, au prix d'un travail spécifique en démarche d'investigation. Il nous semble intéressant de favoriser leur développement précoce.

Par contre, la raison pour laquelle on teste la robustesse d'une expérience n'est que très rarement comprise par les élèves de ce niveau.

Ce dernier résultat n'a rien d'inattendu, compte tenu du caractère abstrait de la notion de robustesse. Un premier travail sur cette notion ne semble pas indispensable au niveau de l'école maternelle. [21]

1.4.5. Exploitation du spectre de généralité

La capacité de certains élèves à formuler des généralités et des lois élémentaires ainsi qu'à naviguer entre le général et le particulier a été mise en évidence, en absence de tout travail spécifique des enseignants sur l'élaboration de lois.

Les élèves s'avèrent en revanche incapables de comparer le niveau de généralité de deux formulations légèrement différentes, la compréhension fine du vocabulaire pouvant être une explication à cette difficulté. *Ce manque de sensibilité aux variations de généralité de diverses expressions limite leur capacité à saisir la portée d'une généralité.*

1.4.6. Recul

De nombreux élèves de grande section basculent sans difficulté d'une représentation schématique au monde réel et réciproquement. Ils peuvent également discuter les variations de paramètres symbolisées et les choix des symboles sur des représentations.

La capacité à reproduire précisément la réalité restant faible à cet âge, nous ne sommes cependant pas en mesure d'évaluer s'ils perçoivent les fonctions

21. Pour autant, il serait sans doute envisageable. Les élèves conçoivent sans problème que certains paramètres puissent avoir plus d'influence que d'autres sur le résultat d'une expérience. Lors des entretiens, ils proposent souvent spontanément d'essayer pour vérifier l'idée qu'ils expriment sur le caractère indifférent (ou non) du paramètre proposé par le chercheur. Il semble facile de profiter de cet attrait des élèves pour des variations autour de leur expérience. Une discussion spécifique avec l'enseignant des raisons pour lesquelles les élèves réalisent ce travail contribuerait sans doute à construire chez eux la notion de robustesse.

symboliques et simplificatrices des représentations pour ce qu'elles sont ou comme un simple pis-aller.

Il n'en demeure pas moins que les représentations font sens pour eux et qu'ils sont capables de raisonner en s'appuyant sur elles et sur des lois précédemment construites. Une initation au recul est donc possible et souhaitable à cet âge, d'autant que c'est également en grande section que les élèves sont initiés à une autre représentation graphique, les lettres, et au sens qu'elles peuvent avoir mises ensemble.

1.4.7. Un premier bilan

De nombreux éléments de scientificité utiles pour la suite de la scolarité sont accessibles dès la grande section de maternelle. Ils peuvent être travaillés en classe et les élèves peuvent se les approprier.

Compétences souhaitables	*Accessibilité*		
	Aisée	**Maj.**	**Min.**
Donner la primauté à l'expérience sur une affirmation	✔		
Essayer avant d'affirmer	✔		
Identifier des paramètres indifférents		✔	
Se convaincre de l'intérêt de modifier un paramètre indifférent lors d'une expérience			✔
Se convaincre de l'indifférence du résultat envers le lieu		✔	
Se convaincre de l'indifférence du moment envers le résultat		✔	
Se convaincre de l'indifférence de l'opérateur envers le résultat		✔	
Se convaincre de l'utilité de reproduire plusieurs fois la même expérience pour s'assurer du résultat			✔
Formuler des généralités à partir de cas particuliers[22]		✔	
Appliquer une loi connue à un nouveau cas particulier		✔	
Manipuler des représentations symboliques		✔	
Naviguer entre une situation et sa représentation symbolique		✔	

Tableau 1.4.7. : Tableau récapitulatif des compétences accessibles à des élèves de GS. Accessibilité aisée : La plupart des élèves sondés maîtrisent la compétence ; Accessibilité majoritaire (Maj.) : La majorité des élèves des classes ayant travaillé des séquences adaptées ont acquis la compétence ; Accessibilité Minoritaire (Min.) : Quelques élèves élèves des classes ayant travaillé des séquences adaptées ont acquis la compétence.

22. Les généralités formulées restent toutefois de bas niveau (lois élémentaires) et la compétence n'est acquise que par environ une moitié des élèves.

7.1.5. AUTRES ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

Ces résultats encourageants ne signifient en aucun cas que *tous* les éléments de scientificité que nous avons développés pour l'école élémentaire [23] sont indifféremment accessibles dès la grande section de maternelle. Bien au contraire, les plus abstraits et les plus sophistiqués ont été délibérément écartés de cette étude.[24]

Discours, argumentation et théorisation

C'est en particulier le cas de la *scientificité d'une loi* ou de la *relativité d'un discours.* Ces éléments de scientificité nous semblent, *a priori*, complexes à travailler avec des petits, dans la mesure où les compétences langagières sur lesquelles ils reposent sont encore très loin d'être en place à la maternelle.

La question du rapport à l'*argument d'autorité* des petits, dont l'enseignant apparaît d'une certaine façon, avec les parents, comme une référence suprême, semble extrêmement intéressante, mais très complexe. Elle déborde amplement du cadre de cette étude, au-delà de la modeste expérience présentée en 8.1.1.2.

Nous n'avons pas non plus abordé la question générale du rapport des petits au discours, qui fait l'objet de nombreux travaux spécifiques, à l'interface entre la didactique des langues et celle des sciences. Les enseignants de maternelle travaillent au quotidien avec leurs élèves des compétences qu'il serait sans doute possible d'interpréter, quoique avec précaution, en termes de *cohérence* et de *non-contradiction du discours*, mais également de sa *non-vacuité*.

Méthodologie scientifique

De même, il serait sans doute envisageable d'adapter au niveau de l'école maternelle la notion de mauvaise pratique (et donc d' "*intégrité*"), mais ce travail sort également du champ de la présente étude, comme l'étude de la perception par les enfants de la construction collective du savoir et de leur rapport à la *communication* des résultats.

La *primauté de l'expérience* et l'*exploitation du spectre de généralité* ont quant à elles été abordées dans cette section. Le *recul* et *l'exploitation du spectre de généralité* le seront dans la section suivante (8.2), dans le cadre cette fois-ci du travail des élèves autour de la fiction.

Observation/Expérience

Nous avons également abordé l'appropriation par les élèves des notions d'*opportunité*, de *reproductibilité* et de *robustesse d'une expérience*.

Les éléments portant sur la *documentation* d'une expérimentation ne l'ont en revanche pas été. Ils nous semblent *a priori* peu accessibles à des élèves de grande section qui en sont encore à découvrir les fonctions et le rôle de l'écrit.

23. Nous reprenons ici systématiquement les catégories développées dans le chapitre 5, § 5.3.

24. Et, le plus souvent, ne sont pas intégrés aux formations spécifiquement destinées aux enseignants de maternelle.

7.1.6. SIGNIFICATION ET LIMITES DE LA "SCIENCE" EXPERIMENTALE EN GS

Le terme de *science* ne se présente pas spontanément à l'esprit des enfants de Grande Section. Lors des entretiens, une seule élève sur soixante-huit l'a utilisé, en l'associant à des « énigmes »[25]. Par ailleurs, les élèves de grande section n'attribuent pas de valeur particulière à la dénomination d'un « jardin des sciences » ; pour eux, c'est avant tout un endroit où l'on fait des activités.

Les élèves de la classe « transvasements » et « boule à neige » ont enfin été directement interrogés en regroupement (classe entière) sur ce que veut dire le mot « science ». Alors que sur d'autres questions, les doigts se lèvent en nombre et avec empressement pour répondre, cette question ne soulève pas le même enthousiasme. Ils sont bien en peine de répondre et ne savent très majoritairement pas ce que signifie le mot. Quand ils répondent, leurs réponses s'appuient sur ce qu'ils ont vécu au jardin des sciences :

> « C'est travailler » ;
>
> « C'est beaucoup d'ateliers » ;
>
> « C'est expliquer ce qu'on doit faire car les autres devant nous ne savent pas » ;
>
> « C'est où ils disent qu'il y a des problèmes et il faut les résoudre comme une énigme » ;
>
> « On pense, on le dit à ceux qui sont devant nous » ;
>
> « On l'explique et on le fait parce que sinon on peut pas savoir la réponse. On peut pas savoir ce qui va se passer ».[26]

Ce n'est pas une surprise, le concept de science restant très largement en cours de construction au cycle 2 (cf. infra, section 7.5.5.).

Cette absence de référent au terme *science* ne paraît pas être un problème à la maternelle, les élèves ayant encore toute leur scolarité devant eux pour s'approprier ce que recouvre le mot. Les programmes n'exigent d'ailleurs pas des enseignants un travail sur la nature de la science avec de jeunes élèves.

Les élèves de GS apparaissent en revanche clairement capables de mettre en œuvre des compétences essentielles à la démarche scientifique, même si certaines contraintes (robustesse, reproductibilité) sont encore respectées en classe sans être interrogées, et *a fortiori* associées à de bonnes pratiques.

Pour l'enseignant ou un observateur ayant dans sa "boîte à outils" les critères de scientificité formulés dans la partie 5, ce que font les élèves de grande section peut déjà être qualifié de scientifique. Les définitions de la science applicables sont construites sur un faisceau de critères de scientificité (e.g. primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, recul, exploitation du spectre de généralité), et ne comptent déjà plus parmi les plus triviales.

Le travail réalisé avec leurs enseignants semble donc permettre aux élèves de grande section de poser des bases saines, potentiellement extrêmement précieuses, sur lesquelles leur compréhension de la science pourra se construire ultérieurement.

---

25. « *Faire des sciences, c'est à peu près comme des énigmes. Je ne sais pas moi…* ». Talia, 6 ans, entretien réalisé dans la classe « transvasements ».

26. Propos recueillis par Pascale Géroux, le 28 mai 2013 après l'animation du Jardin des sciences de Mouans-Sartoux par ses élèves de GS en classe entière.

7.2. Navigation entre fiction et monde physique

« *Outils incontournables pour construire, comprendre et dire le monde* »,[27] les albums jeunesse sont très appréciés des jeunes élèves et abondamment utilisés par les enseignants de maternelle pour l'apprentissage de la langue. Ils peuvent aussi constituer des auxiliaires précieux pour l'apprentissage des sciences[28].

L'objet de cette section est de montrer que leur utilisation dans le cadre d'un enseignement scientifique permet aux élèves de GS de s'approprier des compétences en méthodologie scientifique, en particulier de celles relatives au recul.

Après avoir présenté une utilisation des albums jeunesse adaptée au travail du rapport des élèves à la fiction (§ 7.2.1.), on s'appuiera sur des études de cas (§ 7.2.3. et 7.2.4.) pour observer l'appropriation (ou non) de ces compétences lors d'un travail sur l'album de jeunesse *Plouf !*, de Philippe Corentin (§ 7.2.2.).

7.2.1. La fiction : un outil precieux a la maternelle

Très généralement, on sait depuis Samuel Coleridge que c'est une forme de « suspension volontaire d'incrédulité » qui rend possible l'immersion dans un univers de fiction.[29] Par contrat implicite entre un auteur et son lecteur, ce dernier accepte de ne pas rejeter d'entrée un monde dont il ne comprend pas tous les éléments ; de son côté, l'auteur s'engage à fournir au fil de l'histoire les éléments nécessaires à l'appréciation de ses prémisses. Les questionner *a posteriori*, y compris pour tenter de prendre l'auteur en défaut, peut être un jeu intéressant aussi bien au niveau de l'argumentation[30] et de l'analyse que d'une position énonciative qui favorise une acculturation aux sciences[31].

Certaines de ces prémisses sont toutefois des conventions inhérentes au contrat de lecture. Ainsi, on sait depuis Esope que les animaux parlent volontiers dans les fables. Les enfants sont typiquement capables dès 4 ans d'identifier une convention littéraire de ce type[32]. On peut même trouver des exemples d'humour auto-référentiel enchantant déjà les petits de 4-5 ans (Illustration 7.2.1).

---

27. Yves Reuter. Récits et disciplines scolaires. *Pratiques*, n° 133-134, 2007.

28. « Aborder les sciences à partir d'albums de jeunesse », La Main à la Pâte, avril 2013. Accessible en ligne : http://www.fondation-lamap.org/fr/page/17971/comment-faire-aborder-les-sciences-a-partir-dalbums-de-jeunesse (consulté août 2014).

29. Samuel Coleridge, *Biographia Literaria* (1817), in *Collected Works*, Princeton Univ. Press, Princeton, 1983.

30. Denise Orange-Ravachol & Éric Triquet, « Sciences et récit, des rapports problématiques », *Aster*, 44, 2007, pp. 7-22.

31. M. Rebière, P. Schneeberger P. & M. Jaubert, « Changer de position énonciative pour construire des objets de savoirs en sciences : le rôle de l'argumentation », in *Argumenter en classe de sciences*, dir. C. Buty & C. Plantin, éd. INRP, Lyon, 2008.

32. J. Wooley & V. Cox, « Development of Beliefs about Storybook Reality », *Developmental Science*, 10 (5), 2007, pp. 681-693.

Mademoiselle Zouzou (la Chatte) : — *Mais c'est une grenouille !*
Toutou (le Chien) : — *Mais les grenouilles ne parlent pas !*
Zizi (la Grenouille) : — *Mais si !*
Mademoiselle Zouzou : — *Vous parlez bien, vous...*
Toutou : — *Ah bah oui, c'est juste.*

Illustration 7.2.1. : Un exemple d'humour référentiel pour les tout-petits : La Maison de Toutou[33]

L'auteur n'en proposant le plus souvent aucune justification interne, questionner de telles conventions purement "littéraires" présente peu d'intérêt pour une investigation d'ordre "scientifique". Il est en revanche toujours légitime de lancer une investigation sur la plausibilité[34] d'un élément isolé présenté comme réaliste dans une fiction. Elle sera d'autant plus fructueuse que l'auteur se sera efforcé d'être précis, au prix éventuellement d'un travail spécifique de clarification[35].

Des albums jeunesse contrefactuels pour la démarche expérimentale en GS

Nous nous intéressons ici aux albums jeunesse qui comportent un contenu d'intérêt scientifique à la fois testable et accessible aux jeunes élèves, au sens des programmes de l'école maternelle.

Les histoires que nous choisissons présentent typiquement un ensemble de phénomènes physiques (e.g. montée et descente de personnages, fonte d'un glaçon, basculement de personnages sur une bascule) qui peuvent être facilement reproduits dans une classe en construisant un dispositif analogue à celui de l'histoire (e.g. une maquette de puits avec une poulie dans laquelle coulisse une corde, un glaçon, une maquette de pont qui bascule).

Il devient alors possible d'interroger le rapport que ces histoires entretiennent avec le monde réel et plus spécifiquement le réalisme d'événements physiques qui se réalisent dans le monde diégétique. Pour décider de la possibilité ou non, dans le monde physique, de l'événement diégétique questionné, les élèves essaient alors de les reproduire à l'aide de dispositifs analogues à ceux de l'histoire, qu'ils construisent ou manipulent ; alors seulement, ils peuvent conclure.

33. Georges Croses, *La Maison de Toutou*, ép. 2 : « Une nouvelle amie », ORTF, mars 1967.

34. E. Blanquet & E. Picholle. « Vrai, Pas vrai *vs.* Possible, pas possible : importance d'une formulation productive pour une investigation à partir d'albums jeunesse » in Amory, B. & Evrard T. (dir.), *Réveille-moi les sciences ! Apprendre les sciences de 2 1/2 à 14 ans*. Ed. De Boeck, 2012, pp. 71-77.

35. C. Bruguière, J.-L. Héraud, J.-P. Errera, & X. Rembotte. « Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique ». *Aster*, 44, 2007, pp. 69-106.

Une réponse du type « *c'est possible* » / « *ce n'est pas possible* » n'a de sens que si :

- Les élèves *comprennent l'analogie* entre les événements présents dans l'histoire et ceux qui se déroulent en classe ;
- Ils *comparent effectivement* ce qui se passe dans les deux situations

Autrement dit, ils doivent pour répondre naviguer de façon raisonnée entre une représentation — celle proposée par l'histoire — et le monde physique (par le biais de maquettes, typiquement). Une telle utilisation de la fiction permet donc de tester la capacité des élèves à s'approprier des compétences liées au *recul*.

L'utilisation de fictions contrefactuelles[36] est particulièrement intéressante lorsque la dissonance résulte d'une subtilité ou d'une difficulté susceptible d'être partagée par les élèves, quand l'identification d'erreurs par trop grossières n'apporterait pas grand-chose.[37] Le jeu du *possible/pas possible* est alors un défi à la sagacité des élèves et il est préférable de choisir des histoires présentant une incohérence interne assez subtile (ou savamment masquée par l'auteur) pour n'être pas perceptible au premier regard.

Ces histoires contraignent les élèves à se positionner par rapport à ce qui s'y passe en donnant la primauté soit à l'expérience (dans ce cas l'histoire n'est pas possible) soit à la fiction (dans ce cas ce qui se passe en classe « *n'est pas normal* »). En plus d'un travail sur le recul, les fictions contrefactuelles permettent donc un travail sur la primauté de l'expérience. Enfin, elles sont une invitation à discuter avec les élèves des distinctions entre fiction et réalité, ainsi que de la liberté narrative de l'auteur.

7.2.2. Un cas d'ecole (maternelle), Plouf !

Notre album de référence sera *Plouf !*, de Philippe Corentin.[38] Cet album extrêmement populaire parmi les enseignants de maternelle,[39] apprécié des petits comme des grands, présente de plus la caractéristique d'être facile à tester dans un contexte de classe.

Illustration 7.2.2. : Couverture de l'album Plouf ! *de Philippe Corentin*

36. Nous qualifierons ici de "fiction contrefactuelle" un texte intégrant au moins un élément isolé (à l'exclusion donc des conventions littéraires) et présenté comme diégétiquement factuel dont le comportement s'avère incompatible avec les lois qui gouvernent le monde physique.

37. E. Blanquet & E. Picholle. « Déjantages, ellipses et incohérences formatives » in *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* (dir. E. Blanquet, E. Picholle), Actes des premières journées Science-Fiction et Enseignement de l'IUFM de Nice. Ed. du Somnium, Nice, 2011. pp. 123-132.

38. Philippe Corentin, *Plouf !* ; éd. Ecole des Loisirs, Paris, 1991.

39. Pour l'utiliser très régulièrement en formation permanente, nous estimons que plus de 80% des enseignants de maternelle connaissent cet album, et que plus de la moitié l'utilisent effectivement en cours.

2.2.1. Présentation de l'album

L'intrigue avance grâce à un dispositif technique simple : une poulie, une corde et un seau, au moyen desquels les personnages se succèdent au fond du puits, en faisant remonter celui qui les y précédait.

L'histoire comporte toutefois un paradoxe physique, élémentaire mais s'effaçant si bien devant la dynamique narrative qu'il en devient transparent. L'auteur indique que, en dépit d'une courrier scolaire abondants suscité par l'album, il a tout au plus reçu « *deux ou trois lettres en vingt ans* » concernant ce problème[40].

L'histoire met en scène un loup qui, croyant voir un fromage au fond d'un puits, s'y retrouve piégé (Illustration 2.2.1.a.). Il parvient à remonter en y attirant un cochon. Le cochon piège à son tour des lapins qui se retrouvent au fond du puits avant d'être enfin remontés par le loup du début. Cette dernière étape est clairement contrefactuelle, le loup ne pouvant être à la fois le plus léger et le plus lourd des personnages.

Illustration 2.2.1.a. : Les différentes étapes de Plouf ! de Philippe Corentin

Il est facile d'en construire une simulation analogique autour d'un système d'axes et de poulie (Illustration 2.2.1.b. & c.) et de mettre en évidence cette impossibilité dans notre monde physique.

40. Interview avec Philippe Corentin. « Dans une histoire, on dit ce qu'on veut ! » in *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* (dir. E. Blanquet, E. Picholle), Actes des premières journées Science-Fiction et Enseignement de l'IUFM de Nice. Ed. du Somnium, Nice, 2011. pp. 199-202.

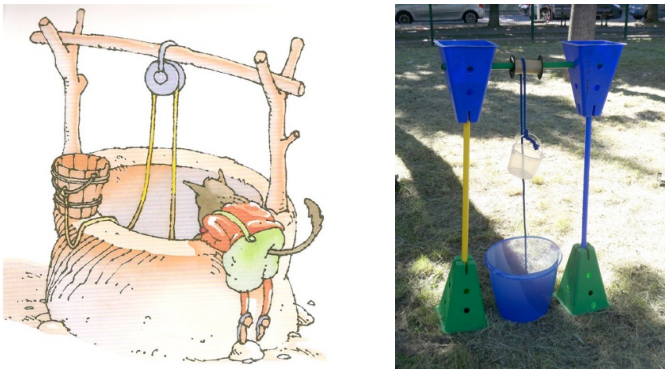


Illustration 2.2.1.b. : Le puits de Philippe Corentin (à gauche) et un modèle analogique (Jardin des sciences de Cagnes-sur-Mer, à droite)

La séquence que nous avons conçue[41] invite les élèves à s'interroger sur la possibilité pour les personnages de monter et descendre « comme dans l'histoire ». L'enseignant en propose une simulation analogique, avec des personnages fabriqués de façon à ce que le début de l'histoire y soit réalisable (e.g. en pâte à modeler avec un loup plus léger que le cochon lui même plus léger que les trois lapins). La simulation met ensuite en évidence l'impossibilité de la dernière étape où le loup remonte les lapins. L'attention des élèves se reporte alors sur le fonctionnement de la poulie qui ne permet pas à un personnage d'être remonté par un autre plus léger que lui.

Illustration 2.2.1.c. : Deux simulations analogiques du puits de Philippe Corentin : à gauche : au Jardin des sciences de Peymeinade ; à droite : classe de GS de Saint-Laurent-du-Var

L'histoire est très riche. D'autres questionnements seraient également possibles. On pourrait ainsi s'interroger sur le réalisme zoologique, dans le monde réel, d'un trio de lapins plus lourd qu'un cochon bien dodu[42] ; ou encore travailler le concept de transitivité, au sens mathématique, qui peut constituer pour les psychologues un marqueur du développement cognitif de l'enfant[43].

41. Séquences M11 du guide *Sciences à l'école côté jardin. Le Guide pratique de l'enseignant,* pp. 341-346, (Annexe 2.A.) et chapitre « Un Cas d'école (maternelle) : *Plouf !* de Philippe Corentin » in *Science-Fiction : un outil pour l'enseignement des sciences à l'école ?* ; op. cit., pp. 179-202.

42. C'est un questionnement qui surgit spontanément lorsque la séquence est vécue par des enseignants en formation. cf. Annexe 6.E. page 15, prises de parole 250 et 252.

43. Suggestion de Henri Lehalle, prof. de psychologie du développement (Un. Montpellier), après visionnage d'interviews avec les élèves de GS.

On s'intéresse ici aux seuls aspects mécaniques liés aux déplacements des personnages. La séquence a été testée en amont de cette étude sur de nombreuses classes de maternelle et d'élémentaire : la comparaison des poids relatifs des personnages et de ceux d'animaux réels n'est pas soulevée spontanément par des élèves de GS et rarement par des élèves de CP. Elle l'est en revanche par des élèves plus âgés (ou des adultes en formation) mais il suffit alors de préciser la question (« *il s'agit de personnages et pas d'animaux réels, on cherche à voir autant que possible si l'on peut faire comme dans l'histoire* ») pour revenir au questionnement initial.

Le déroulement de la séquence a été conçu pour développer chez les élèves des compétences dans différents registres :

- Du point de vue des contenus scientifiques, avec la simulation de l'histoire et l'utilisation de la poulie, ils peuvent construire ou affiner la distinction entre volume et poids d'un objet.
- D'un point de vue méthodologique, ils sont invités à réaliser un modèle analogique (et donc à travailler le recul) avec un objectif précis, tester l'histoire (opportunité de la manipulation) puis, après avoir constaté la dissonance entre l'histoire et l'expérience, à discuter le statut de l'histoire (primauté de l'expérience).
- Par ailleurs, en refaisant plusieurs fois les manipulations (reproductibilité) et en variant la matière et la forme des personnages utilisés (robustesse) il est possible de *dégager une loi* : « *quand on utilise une poulie, c'est toujours le plus lourd qui descend* » (exploitation du spectre de généralité).

2.2.2. Compétences mobilisées

Cette séquence mobilise cinq compétences portant respectivement sur :

- l'opportunité de la manipulation
- la gestion de la dissonance histoire/expérience
- la construction du lien entre le modèle analogique et l'histoire
- le statut de la fiction
- l'impact du poids sur les montées et descentes des personnages.

Les trois premières sont directement associées à des éléments de scientificité. Les deux suivantes fournissent des informations complémentaires sur ce que les enfants ont appris, en termes de contenus scientifiques comme de rapport à une fiction, à partir de la séquence.

Un enseignant qui suit intégralement le déroulement proposé dans la séquence les travaille toutes, même s'il n'en a pas forcément conscience.

Paliers de compétence

Nous chercherons à évaluer parallèlement ces cinq compétences, qui peuvent elles-mêmes être décomposées en paliers discrets. L'élaboration de ces paliers prend en compte une maîtrise croissante de chaque compétence. Nous en dégageons quatre par compétence, ce qui autorise une présentation des résultats

sous forme de diagramme de Kiviat[44]. Leur calibrage est réalisé en se basant à la fois sur les objectifs visés et sur la lecture répétée des transcriptions.

2.2.1.1. Opportunité de la manipulation

L'objectif de la manipulation est de vérifier si l'histoire est possible. La compétence méthodologique associée à son opportunité est considérée comme acquise si l'élève le formule explicitement, avec ses propres mots (palier 4).

e.g. : « *On allait voir si c'était vrai ou pas vrai l'histoire* ».
[binôme A1 ligne 10 : palier 4][45]

Au palier le plus bas (palier 1), un élève manipule le puits fabriqué comme un jouet, sans poser de lien explicite entre ce dernier et l'histoire.

Au niveau suivant (palier 2), il exprime l'existence d'un lien entre la manipulation et l'histoire mais n'explicite pas de raison spécifique à la manipulation.

e.g. : « — *Pour travailler parce que l'on était sur les loups.*
— *Oui, pour lire un "livre de loup", voilà.*
— *C'est* Plouf ! » [binôme A2 lignes 6-10 : palier 2]

Au palier 3, il justifie explicitement l'utilisatn du puits par la volonté de reproduire l'histoire.

e.g. : « *On a fait l'histoire.* » [binôme A8 ligne 9: palier 2]

Palier 1	Manipulation du puits
Palier 2	Établissement d'un lien entre la manipulation et l'histoire
Palier 3	Identification d'un objectif de reproduction de l'histoire en classe
Palier 4	Identification d'un objectif de vérification de la "possibilité" de l'histoire

Tableau 2.2.1.1. Paliers relatifs à l'opportunité de la manipulation

2.2.1.2. Gestion de la dissonance histoire/expérience

Il s'agit d'évaluer la capacité des élèves à gérer la dissonance entre ce qui se passe à la fin de l'histoire et l'expérience. La compétence méthodologique associée porte sur la primauté de l'expérience sur la fiction. Elle est considérée comme acquise si l'élève la formule explicitement, que ce soit à propos de la fiction considérée ou à propos d'une autre histoire (palier 4).

e.g. : « *Oui, mais parce qu'il descendait* [dans le livre] *mais quand on a fait ça* (montre le puits) *il ne descendait pas* ». [binôme A7 ligne 118 : palier 4]

e.g. : « *Elle est possible. Parce que si elle n'est pas possible, le glaçon quand il fait chaud il ne fondrait pas. Et si elle est vraie il fond*[46] ». [binôme A1 ligne 74 : palier 4]

Au palier le plus bas (palier 1), un élève n'identifie pas de dissonance entre l'histoire et ce qu'il voit. Au niveau suivant (palier 2), il prend en compte la

44. cf. chapitre 4, section 4.2.2.6.
45. Les transcriptions dont sont extraites ces citations se trouvent en Annexe 7.A.a. à 7.A.c.
46. Emmanuelle Advenier & Antoine Guilloppé, *Petit Glaçon*, éd. Gautier Languereau, 2008.

dissonance mais non les contraintes imposées par l'histoire, comme ne pas tirer sur la corde.

e.g. : « *Ce n'est pas grave, ils sont descendus !* ». [binôme A2 ligne 92 : palier 2]

Au palier 3, il explicite certaines contraintes sur ce qu'il peut ou non faire avec le puits fabriqué et les personnages.

e.g. : « *C'est pas elle qui doit le* [le seau] *descendre ! / Il descend tout seul* ». [binôme A11 lignes 32-34 : palier 3]

Palier 1	Dissonance non identifiée
Palier 2	Prise en compte de la dissonance (e.g. tentative de forçage)
Palier 3	Prise en compte des contraintes imposées par l'histoire sur l'expérience (e.g. ne pas tirer sur la corde)
Palier 4	Revendication de la primauté de l'expérience

Tableau 2.2.1.2. Paliers relatifs à la gestion de la dissonance histoire/ expérience

2.2.1.3. Maîtrise du concept de poids

Au cours de la séquence *Plouf !,* les élèves sont conduits à travailler le concept de poids. Ils sont également susceptibles de dégager une loi générale liant le poids des objets à leurs montées/descentes à l'aide de la poulie. La compétence méthodologique associée à l' exploitation du spectre de généralité est considérée comme acquise si l'élève formule explicitement cette loi avec ses propres mots (palier 4).

e.g. : « *Quand il y a un truc léger en bas et quand en haut c'est léger ça peut pas, euh, le truc léger en haut et le truc lourd en bas ça ne peut pas faire* (geste de bascule avec les bras)... *basculer* ». [binôme B3 lignes 159-161 : palier 4]

Au palier le plus bas (palier 1), l'élève constate juste les montées et descentes des personnages sans faire allusion à la raison pour laquelle ils se déplacent.

Au palier suivant (palier 2), il justifie par un argument lié au poids mais cet argument n'est pas forcément manipulé correctement (confusion avec le nombre de personnages par exemple.

e.g. : « *Comme il est plus lourd, comme le lapin est plus lourd que le cochon, comme ils sont trois, ben le cochon il remonte* ». [binôme A5 lignes 73 : palier 2]

Au palier 3, les formulations employées par l'élève ne révèlent pas de confusion entre la notion de poids et celles de volume ou de nombre (e.g. utilisation répétée du mot *lourd* sans confusion avec d'autres propriétés).

e.g. : « *Parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup./ Parce que les lapins ils sont plus lourds* ». [binôme A7 lignes 82 et 98 : palier 3]

Palier 1	Observation du mouvement des personnages
Palier 2	Justification du mouvement des personnages par un argument lié au poids (correct ou non e.g. confusion du *poids* avec le *nombre* de personnages)
Palier 3	Appropriation de la notion de poids (sans confusion avec celles de volume ou de nombre)
Palier 4	Élaboration d'une loi (e.g. "C'est toujours le plus le plus lourd qui descend.")

Tableau 2.2.1.3. Paliers relatifs à l'impact du poids sur les montées/ descentes des personnages

2.2.1.4. Modèle analogique

Les élèves manipulent un modèle analogique du puits de *Plouf !*. La compétence méthodologique associée au recul est considérée comme acquise sur la séquence lorsqu'un élève identifie explicitement (en nommant ou en montrant sur une image) les éléments pertinents pour construire l'analogue du puits de l'histoire, en particulier la poulie (palier 4).

> e.g. : « [ce n'est pas possible d'utiliser ce puits] *Parce que là, il n'y a pas une petite poulie qui fait descendre ou monter* ». [binôme B3, ligne 268 : palier 4]

Au palier le plus bas (palier 1), les élèves jouent avec la maquette sans la corréler à l'histoire (on retrouve un équivalent du palier le plus bas pour l'évaluation de la compétence "opportunité de la manipulation").
Au palier suivant (palier 2) les élèves corrèlent explicitement la maquette à l'histoire sans interroger explicitement sa fabrication.

Au palier 3, ils discutent des différences sans forcément identifier les éléments techniques pertinents.

> e.g. : « *Ah, c'est un tronc d'arbre qui le* [le puits] *tient* (montre l'image) / *Et là, non !* (montre le puits fabriqué) ». [binôme A11, lignes 122-124 : palier 3]

Palier 1	Les élèves jouent avec la maquette
Palier 2	corrélation entre la maquette et l'histoire
Palier 3	discussion des différences
Palier 4	identification des éléments techniques pertinents (e.g. présence d'une poulie)

Tableau 2.2.1.4. Paliers relatifs au modèle analogique

2.2.1.5. Statut de la fiction

Le travail sur une fiction contrefactuelle invite à s'interroger sur son statut : un auteur peut-il on non construire un univers où la physique est différente de celle de nôtre monde ? Un élève qui revendique la liberté de l'auteur à écrire ce qu'il veut, y compris sur la physique de son monde, a acquis la compétence sondée (palier 4).

> e.g. : « *C'est une histoire, on peut dire tout ce qu'on veut* ». [binôme C1, ligne 68 : palier 4]

Au palier le plus bas (palier 1), les élèves distinguent fiction et réalité. Au palier suivant (palier 2), ils constatent une dissonance entre fiction et expérience sans pour autant exprimer que la physique de l'histoire puisse ne pas être la même que la nôtre. Au palier 3 apparaît l'idée que la physique peut être différente dans l'histoire et dans le monde physique, avec éventuellement une préférence pour les histoires qui respectent la physique de notre monde.

> e.g. : « *Non, tu peux en faire d'autres où tu peux le faire. / Je veux dire, tu peux faire des histoires où ça marche* ». [binôme A4, ligne 137-139 : palier 3]

Palier 1	Distinction entre fiction et réalité
Palier 2	Constat de la possibilité d'une dissonance
Palier 3	Acceptation de la possibilité de physiques différentes (e.g. c'est mieux une histoire possible qu'une histoire pas possible)
Palier 4	Revendication de la liberté narrative de l'auteur, y compris sur la physique de la fiction

Tableau 2.2.1.5. Paliers relatifs au modèle analogique

7.2.3. Observation de pratiques de classe

Une première analyse de l'acquisition de ces compétences par des élèves de Grande Section dérive de l'observation du travail d'un groupe, accompagné par l'enseignant, sur la séquence *Plouf !* (les classes sont présentées en section *Méthodologie*, § 4.2.2.2.).

2.3.1. Résultats

Les conditions de classe ne permettent pas d'évaluer de façon fine les compétences propres à chaque élève. Il a en revanche été possible de construire un diagramme de Kiviat collectif à partir de la retranscription de la séance.

A titre d'exemple de construction d'un tel diagramme, les considérations ayant présidé à cette évaluation sont détaillées dans la figure 2.3.1. pour les cinq dimensions du diagramme. Rappelons que lorsqu'un palier est franchi et qu'il y de fortes présomptions que le suivant le soit également sans possibilité de s'en assurer complètement, les élèves sont positionnés entre les deux paliers (valeurs demi-entières).

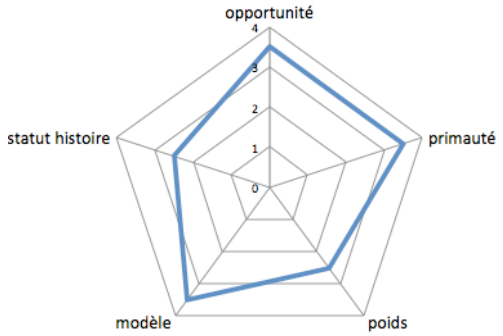


Figure 2.3.1. : diagramme de Kiviat collectif pour le groupe d'élèves lors de leur premier contact avec la simulation en classe de Plouf !

Modèle analogique

Dès la première mise en œuvre en classe, une élève (Anne-Charlotte) négocie avec ses camarades le statut de la simulation analogique. Ils s'accordent sur le fait qu'il ne s'agit pas d'un « *vrai* » puits mais d'un puits « *fabriqué* ». Les élèves atteignent ce faisant le palier 3.

Certains (Ingrid et Anne-Charlotte) considèrent par ailleurs que la présence de la poulie suffit à caractériser la fabrication d'un puits : ils la désignent au maître quand celui-ci leur demande de montrer le puits. C'est un marqueur de leur capacité à identifier des paramètres pertinents pour que le puits soit fonctionnel. En absence d'autres éléments permettant d'en avoir confirmation, nous plaçons le groupe entre les paliers 3 et 4.

Gestion de la dissonance histoire/ expérience

Une élève (Anne-Charlotte) considère qu'il faut lâcher la corde pour voir ce qui va se passer lors de la dernière étape de la simulation de l'histoire. Néanmoins, immédiatement après avoir constaté que le loup ne descendait pas comme l'histoire le prévoit, elle tire sur la corde pour le faire descendre malgré tout. Quand l'enseignant l'interroge à ce propos, elle reconnaît volontiers, comme tous

les autres élèves, qu'on n'a pas le droit de tirer sur la corde. Le palier 3 de compétence est atteint.

Quand l'enseignant le leur demande ensuite, ils sont d'accord pour affirmer, en chœur, que l'histoire n'est pas possible « *parce que le loup ne descend pas* ». Cette affirmation succède à un échange où une élève (Camille) a rappelé que, dans l'histoire, le loup descendait et les lapins remontaient. La juxtaposition de ces échanges de paroles suggère que les élèves associent l'impossibilité de l'histoire à cette contradiction entre l'histoire et l'expérience. En l'absence de justification plus explicite, nous évaluons les compétences du groupe entre les paliers 3 et 4.

Opportunité de la manipulation

A chaque étape, les élèves placent les personnages dans le puits comme indiqué dans le livre. Quand l'enseignant demande aux élèves si ce qui se passe dans l'histoire se passe aussi en classe, ils répondent en chœur sans hésitation. Le palier 3 est donc atteint.

Les réponses sont parfois plus indirectes. Ainsi, lorsque l'enseignant questionne les élèves sur ce qu'ils sont en train de vérifier, un élève (Maelic) répond à plusieurs reprises « *rouge* ». Dans le contexte, un point de couleur vert (ou rouge) est associé à la concordance (ou non), de chaque étape de l'histoire avec sa simulation. Ce simple mot « *rouge* » peut alors se traduire par : "*On voulait vérifier si l'étape de l'histoire est possible : elle ne l'est pas, il faut mettre un point rouge en face de l'image correspondante*". Sous réserve de cette interprétation, cet élève a atteint le palier 4 (i.e. objectif de *vérification*).

Par prudence, nous évaluons le groupe entre les paliers 3 et 4 dans cette dimension.

Maîtrise du concept de poids

On observe une discussion animée entre élèves à propos du loup qui ne descend pas. Elle laisse supposer que certains (Maeva) ont bien compris que c'est le poids (plutôt que le *nombre* de personnages) qui est le facteur déterminant les montées et descentes.

Néanmoins, par défaut, nous situons le groupe entre les paliers 2 et 3.

Statut de la fiction

Les échanges indiquent clairement que les élèves prennent en compte la dissonance (palier 2 atteint). Faute de question ciblée, rien n'indique toutefois que les élèves acceptent que la physique de l'histoire soit différente de la nôtre.

Le groupe se situe donc entre les paliers 2 et 3.

2.3.2. Des compétences accessibles dès la mise en œuvre

Les élèves apparaissent spontanément capables de mobiliser les compétences sondées, alors même que la séance est mise en œuvre pour la première fois en classe.

Au regard de la primauté de l'expérience, on retrouve des compétences similaires à celles mises en évidence dans la section précédente. Ici, la primauté lui est donnée sur l'histoire quand ils constatent la discordance entre l'histoire et la simulation. L'identification de l'objectif du travail réalisé (opportunité de l'expérience) est satisfaisante dans les deux cas.

Les élèves acceptent par ailleurs une simulation analogique du puits dessiné de l'histoire — précédemment ils acceptaient une représentation symbolique du matériel utilisé en classe — et semblent identifier certains éléments nécessaires à son bon fonctionnement (identification de paramètres pertinents).

Les paliers atteints dépassent les niveaux élémentaires (1-2) pour toutes les compétences. On atteint même les paliers hauts (3 ou au-delà) pour trois d'entre elles.

Remarques

Les observations de terrain sur le jardin des sciences vont dans le même sens que ces observations de classe. Comme en classe, les élèves visiteurs construisent assez facilement le puits à partir du matériel mis à leur disposition. Ils ne se posent en revanche pas de question sur la pertinence de la simulation analogique. Comme en classe, le constat de non-descente du loup est le plus souvent suivi d'une tentative de tirer sur la corde pour le faire descendre. Une discussion rapide le plus souvent menée par l'adulte assistant les élèves de GS animateurs sur l'atelier conduit la très grande majorité des visiteurs à conclure que l'histoire n'est pas possible. Les visiteurs considèrent volontiers qu'on ne peut pas tirer sur la corde si on respecte les contraintes de l'histoire. L'argument le plus souvent utilisé ensuite, pour expliquer la non-descente du loup, est la présence de trois lapins, leur nombre étant associé à un poids plus élevé.

Ces premiers résultats confortent la conclusion de la section 8.1. selon laquelle de nombreux éléments de scientificité utiles pour la suite de la scolarité sont accessibles dès la grande section de maternelle.

Ces premiers résultats confirment également l'importance des interactions entre élèves pour récupérer des informations et faire émerger leurs idées. Ils confortent l'idée d'entretiens par binôme pour profiter de ces interactions. L'inconvénient sera en revanche qu'on récupérera des informations relatives à deux élèves, sans possibilité d'apprécier réellement le niveu de compréhension de chaque enfant.

7.2.4. ENTRETIENS DIFFERES

Les compétences acquises par des élèves de GS lors du travail sur la séquence *Plouf !* sont-elles stables ? Les élèves restent-ils capables de les mobiliser de nouveau plusieurs mois, voire plusieurs années, après le travail réalisé en classe ?

Ce type de problématique suppose un suivi des élèves à moyen ou long terme. Une telle entreprise présente toujours une difficulté particulière après qu'ils sont passés dans la classe supérieure. La participation d'enseignants de terrain volontaires a contraint l'étude. Les enseignants ont été sollicités suite à des animations pédagogiques ou à leur participation à un jardin des sciences. Les délais ont donc été imposés par les circonstances. Ils sont ici de un, quatre, sept, seize et dix-neuf mois.

Tous les enseignants concernés ont insisté explicitement avec leurs élèves sur la primauté de l'expérience. Les autres compétences méthodologiques ont été mobilisées en classe sans être explicitées.

L'évaluation différée des compétences acquises par les élèves est réalisée au cours d'entretiens par binômes avec le chercheur.

Ancienneté du travail en classe	< 1 mois (ITW unique)	4 mois (1e interview)	7 mois (1 e interview)	1 an et 2 mois (2 e interview)	1 an et 7 mois (2 e interview)
GS	23	10	16		
CP	18			9	6

Tableau 7.2.4. : Tableau récapitulatif du nombre d'élèves interviewés suite à la séquence « Plouf ! »[47]

2.4.1. Entretiens différés de un, quatre et sept mois

2.4.1.1. Diagramme de Kiviat

Les diagrammes de Kiviat ont été réalisés sur la base des transcriptions des entretiens. Lorsqu'il est possible de distinguer les élèves d'un binôme, leurs diagrammes de Kiviat sont superposés.

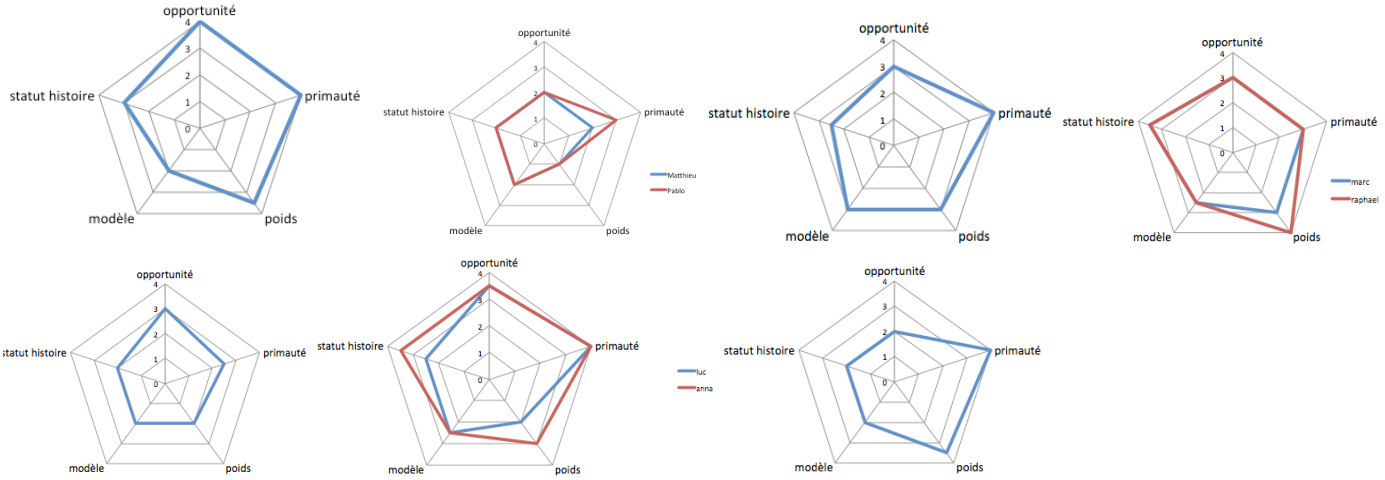


Figure 2.4.1.1.a. : Entretiens réalisés à un intervalle de 7 mois, M. Wolff

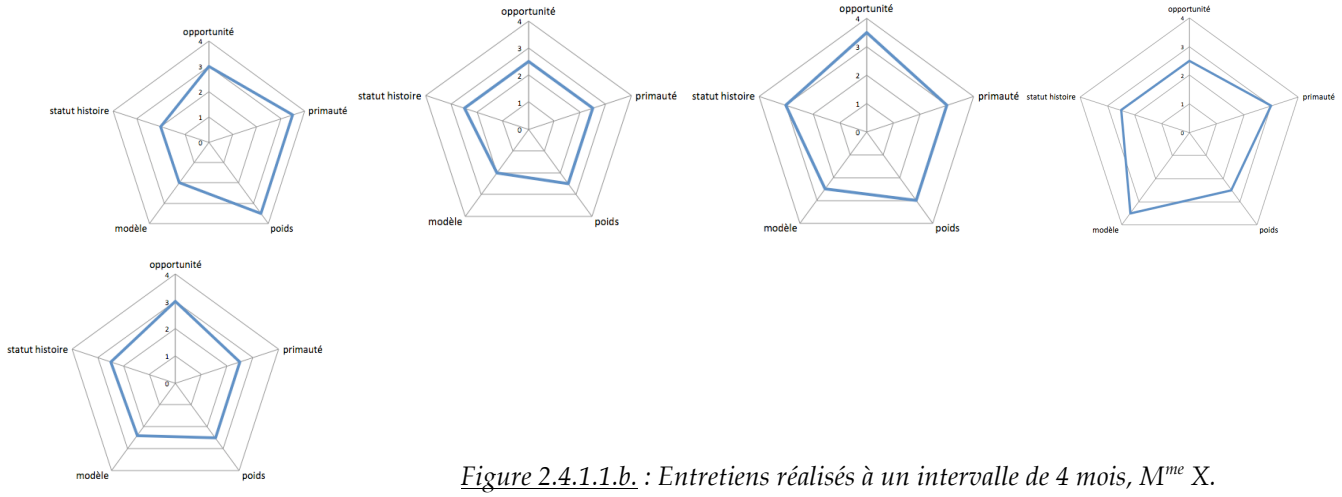


Figure 2.4.1.1.b. : Entretiens réalisés à un intervalle de 4 mois, Mme X.

47. Les 15 élèves concernés par les interviews retardées étaient en grande section lors du travail initial et de la première interview, et au cours préparatoire lors de la seconde.

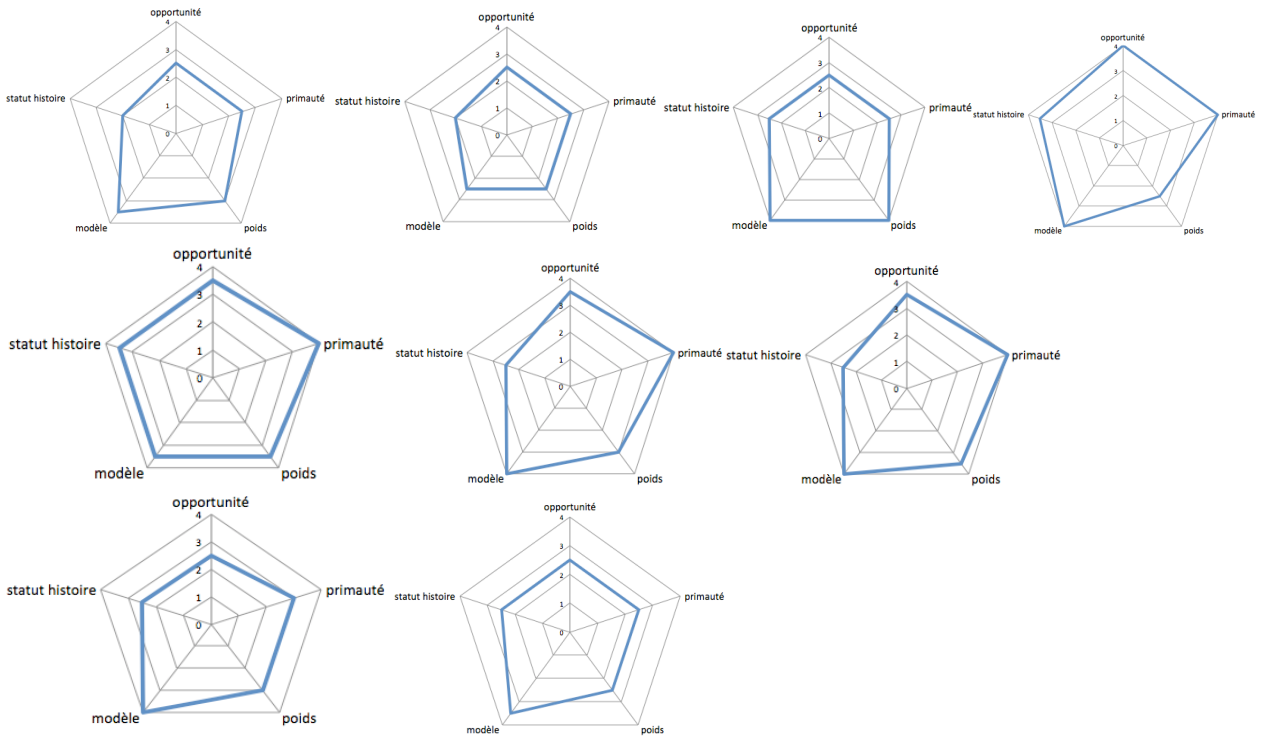


Figure 2.4.1.1.c. : Entretiens réalisés à un intervalle de 1 mois, Mme Pradel

Des acquisitions de compétences non corrélées

Le constat le plus immédiat est que la dispersion des compétences est importante au sein même de chaque groupe (*i.e.* de chaque classe).

On peut toutefois identifier des tendances légères : les dimensions de la primauté de l'expérience et de la modélisation semblent privilégiées, respectivement dans les classes de M. Wolff & Mme Pradel.

Les élèves de la classe de Mme Pradel ont eu à répondre à une question supplémentaire du chercheur sondant spécifiquement la dimension modélisation. Cette modification du questionnement a pu modifier légèrement l'ensemble des profils de la classe.

La mise à disposition du puits pendant deux semaines chez M. Wolff peut être responsable du déplacement vers les paliers hauts de la dimension primauté de l'expérience dans sa classe.

Un intérêt majeur des diagrammes de Kiviat est par ailleurs de mettre facilement en évidence d'éventuelles corrélations entre leurs dimensions. Or les formes des diagrammes obtenus sont variées. D'autre part, la plupart ne présentent pas de "trou" significatif, qui indiquerait une compétence manquante pour un groupe ayant acquis les autres.

Dans la mesure où l'échantillon de 48 élèves peut être considéré comme représentatif, on peut donc admettre que :

- la capacité d'acquision des diverses compétences méthodologiques semble relativement homogène pour un même élève

- Il ne semble y avoir de corrélation, ni positive, ni négative, entre les dimensions analysées.

Impact du délai séquence-entretien

On ne constate pas de baisse significative des compétences lorsque le délai séquence-entretien augmente. Leur variation en fonction du temps écoulé n'est pas distinguable de la dispersion des compétences entre le groupes d'une même classe.

Les diagrammes de Kiviat ont par ailleurs sensiblement la même allure pour les entretiens à un, quatre et sept mois.

Des objectifs de formation majoritairement atteints

Les compétences méthodologiques acquises par les élèves répondent de façon satisfaisante aux objectifs de formation des séquences, et s'expriment encore sans difficulté plusieurs mois après le travail concerné.

Tous entretiens et toutes dimensions confondus, entre 19 et 43% des binômes interrogés atteignent ou dépassent le palier 3 (Figure 2.4.2.1.d.). La quasi-totalité des groupes sont sur des paliers supérieurs ou égaux à 2 pour l'ensemble des compétences avec au moins une compétence atteignant ou dépassant le palier 3.

Seul le groupe A2 a l'essentiel des compétences sur des paliers de niveau inférieur ou égal à deux. Ce binôme est par ailleurs identifié par l'enseignant comme étant en difficulté (*« Tu vois, je les prends en soutien tous les deux parce que j'ai l'impression qu'il n'y a rien qui se construit. »*, commente leur enseignant après l'entretien).

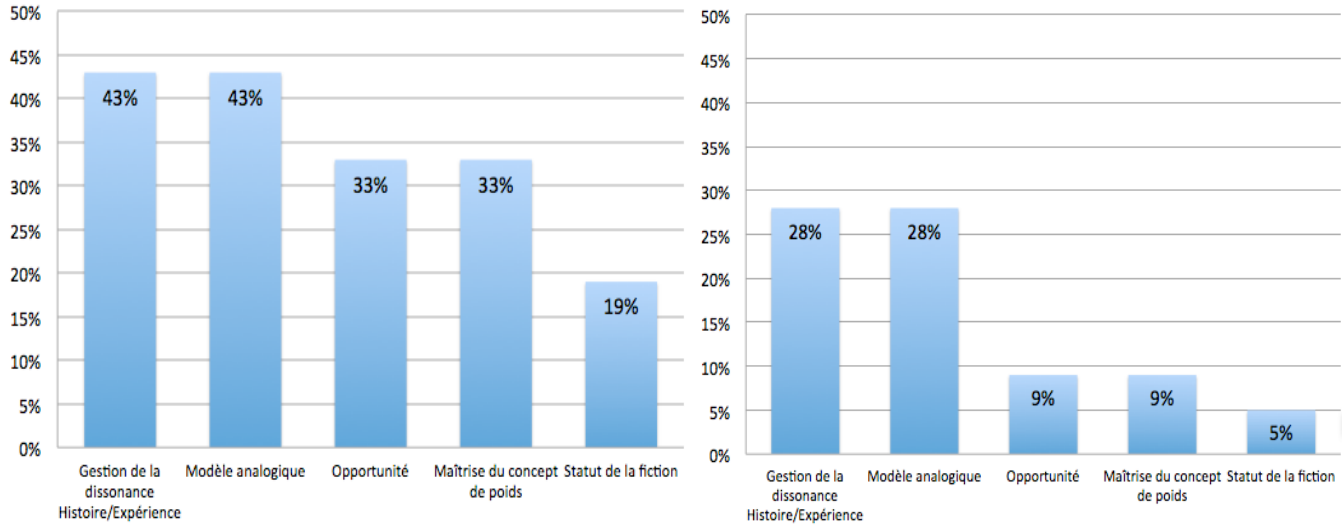


Figure 2.4.1.1.d. : à gauche, proportion de binômes atteignant au moins le palier 3, par compétence ; à droite proportion de binômes ne dépassant pas le palier 2, par compétence (100 % = 21 binômes)

Une faible variation inter-école

On constate une relative homogénéité dans les résultats des deux écoles pour la quasi-totalité des compétences.

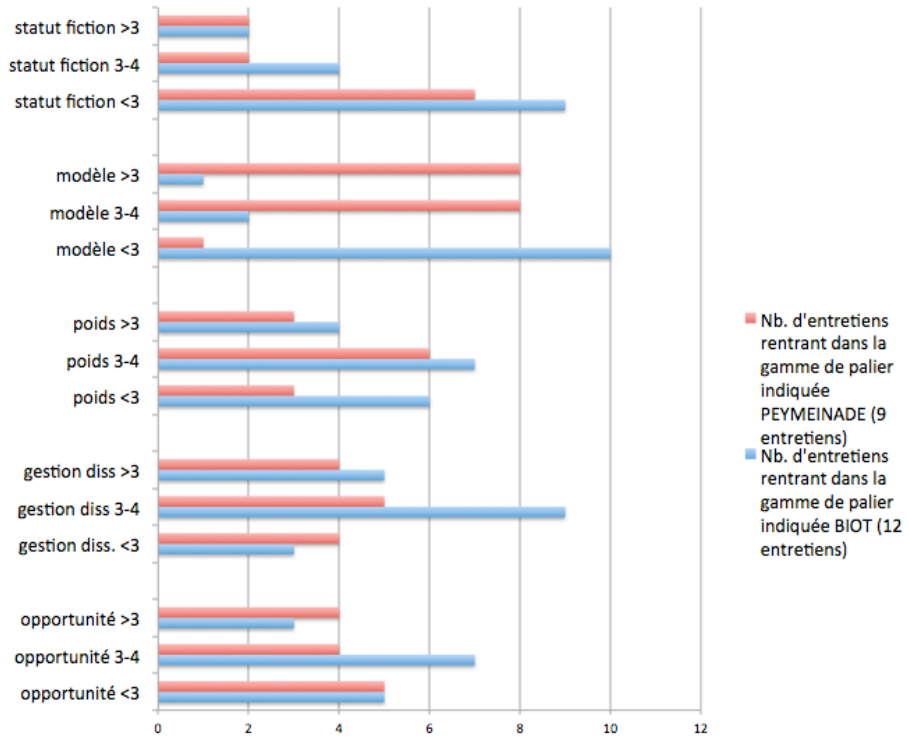


Tableau 2.4.1.1.e. : Répartition par école du nombre d'entretiens pour lequel, pour chaque dimension, le palier 3 n'est pas atteint, les paliers 3 à 4 sont atteints, le palier 3 est dépassé

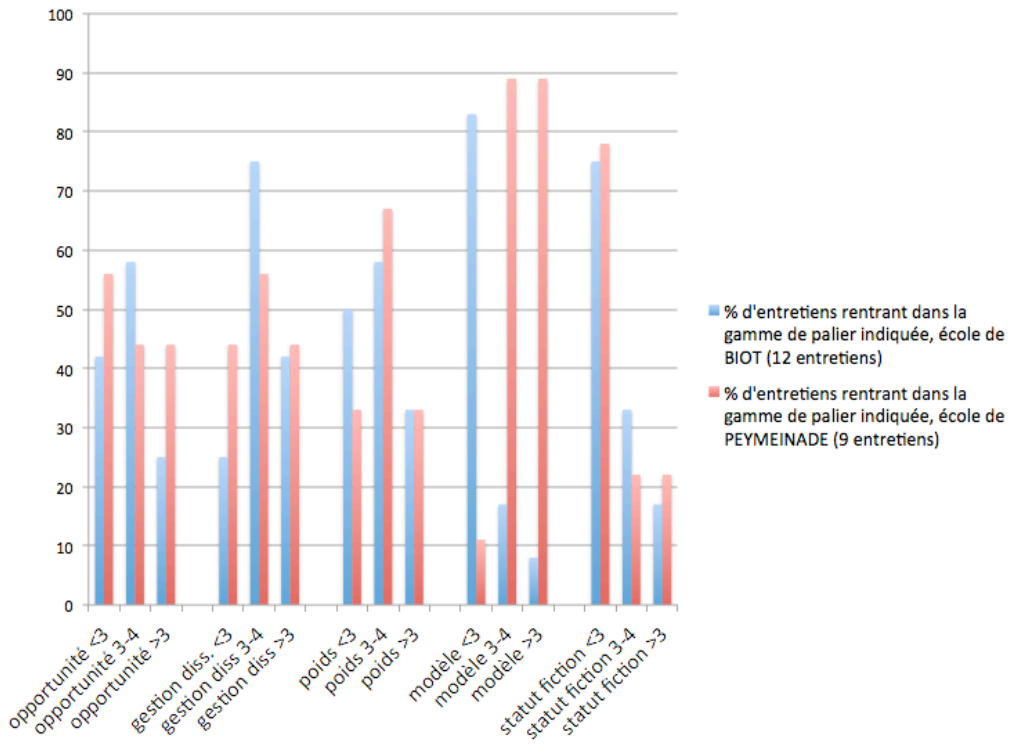


Tableau 2.4.1.1.f. : Pourcentage par école d'entretiens pour lequel, pour chaque dimension, le palier 3 n'est pas atteint, les paliers 3 à 4 sont atteints, le palier 3 est dépassé

Seule la dimension modélisation présente des variations significatives. Il est difficile néanmoins d'en tirer des conclusions claires. Cette variation est sans doute moins liée à une différence d'acquisition de la compétence qu'à la

différence de questionnement dans les deux écoles. La question[48] permettant de révéler cette compétence n'a en effet été posée qu'aux élèves de Peymeinade. En conséquence, l'évaluation des élèves de Biot sous-estime probablement leur niveau de compétence.

Globalement, les variations d'une école à l'autre restent comparables à la dispersion au sein d'une même classe. La démarche semble robuste au changement d'enseignant et aux petites variations pédagogiques qu'ils apportent à la séquence.

2.4.1.2. Remarques sur l'évaluation des entretiens

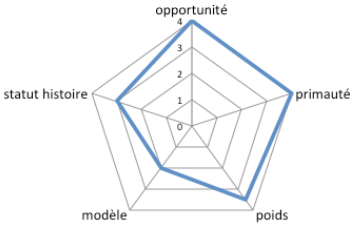
- La grande diversité des diagrammes et l'étalement sur une large gamme de paliers des différents groupes confortent le choix initial des différents paliers.

- Deux évaluateurs indépendants ont noté les binômes puis confronté leurs notations et discuté pour obtenir un consensus.

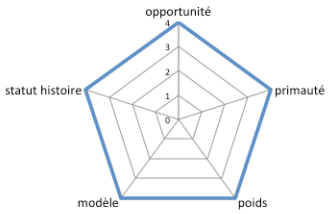
La plupart des compétences ont fait l'objet d'un accord facile. La compétence « gestion de la dissonance histoire/expérience » est celle sur laquelle il y a eu le plus de désaccords. L'interprétation plus ou moins "souple" d'un évaluateur à l'autre du palier 4 est à l'origine des difficultés. Elles ont été résolues après que les évaluateurs se sont accordés sur la nécessité pour les élèves de justifier explicitement l'impossibilité de l'histoire par la dissonance entre l'observation et ce qui se passe dans l'album pour validation du palier 4. Autrement dit, il ne suffit pas à un élève de dire que l'histoire n'est pas possible pour qu'il atteigne le palier 4, il faut qu'il le justifie en expliquant que ce qui se passe dans l'histoire ne se passe pas dans la classe.

2.4.2. Entretiens réalisés à un an d'écart

Quinze élèves de l'école de Biot (sept entretiens) ont été interviewés une année après leur premier entretien pour voir leur rétention des compétences sondées. Nous présentons ci-dessous en vis à vis les diagrammes de Kiviat correspondant aux entretiens réalisés à un an d'écart pour les même élèves. Quand cela n'a pas été possible, les élèves de deux binômes ont été associés pour constituer un nouveau binôme. Les diagrammes des deux binômes d'origine sont alors présentés en vis à vis de celui réalisé l'année suivante.



A1



A1 Post

48. Il s'agissait de leur présenter des images de différents puits en leur demandant d'expliquer s'ils pouvaient être ou non utilisés pour simuler l'histoire.

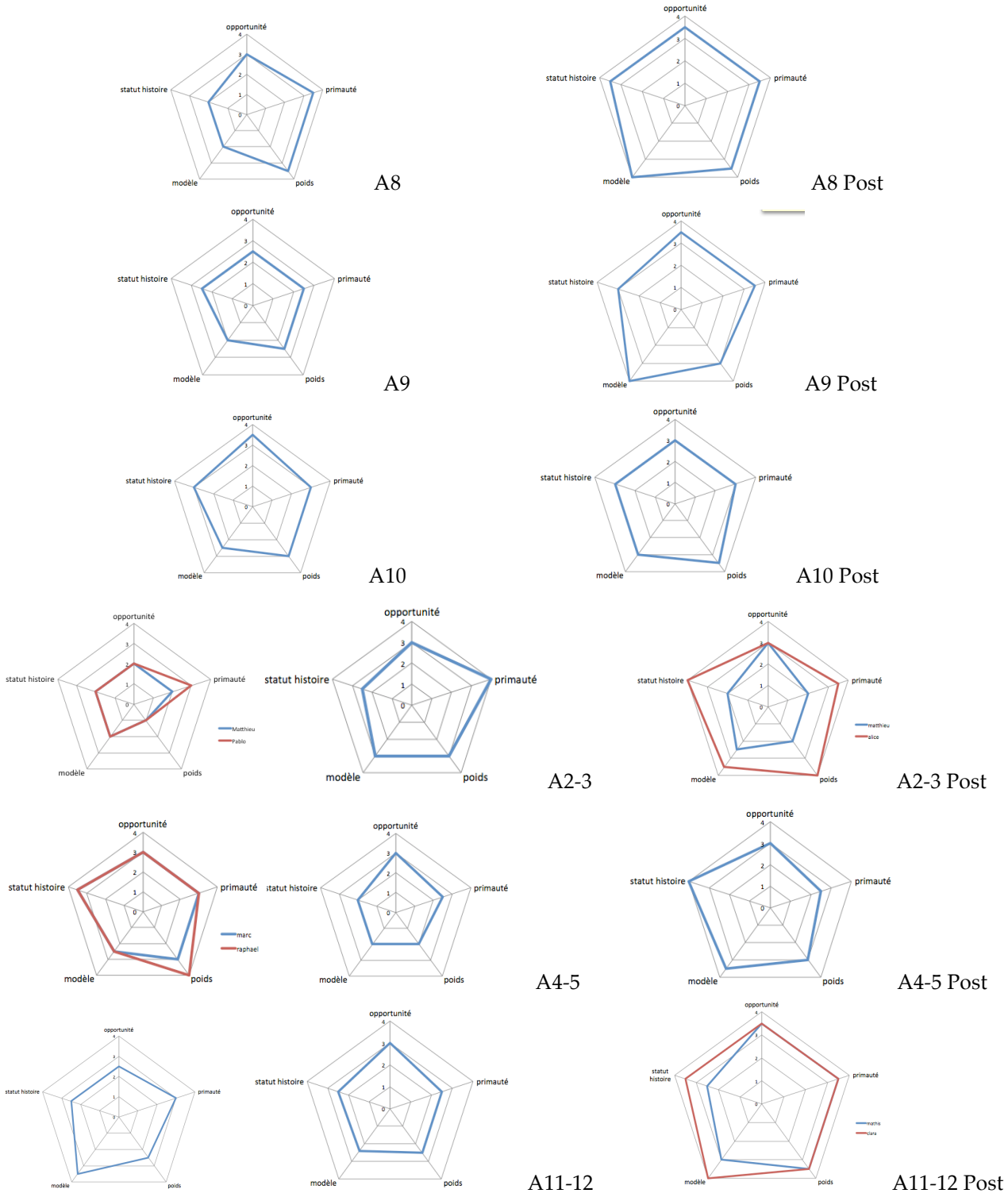


Figure 2.4.2. : Evolution des diagrammes de Kiviat sur un an

La plupart des groupes sondés voient leur dimension “modélisation analogique” faire un saut vers les paliers hauts lors du second entretien. Leur rapport à la fiction évolue également favorablement (3 groupes sur 7 au palier 4).

Le passage de la grande section au CP modifie en profondeur le rapport des élèves à la lecture. Il peut les aider à accepter l’existence d’une physique différente dans les histoires et dans notre monde. Un an de plus permet

également aux élèves de mieux comprendre certaines questions du chercheur, de mûrir et développer leurs compétences.

L'évolution de la dimension "opportunité de la manipulation" est particulièrement intéressante. Plus d'un an après leur travail sur la séquence *Plouf !*, de nombreux élèves restent capables de justifier les manipulations réalisées l'année précédente sur simple demande du chercheur. Ils semblent donc s'appuyer sur leurs souvenirs pour répondre aux questions, même s'il est difficile de faire la part dans les réponses entre ce qui relève de compétences anciennes mobilisées et de compétences nouvellement acquises.

Au final, plus d'un an après le travail en classe, les élèves ont conservé leur niveau de compétence dans les différentes dimensions testées ou en on acquis de nouvelles. Cette pérennité est encourageante. Le travail réalisé en grande section, par le biais de la fiction, sur des éléments de méthodologie scientifique semble donc susceptible de fournir des bases sur lesquelles pourront s'appuyer les enseignants des classes supérieures.

Ces compétences héritées par des élèves de CP de leur année de GS de maternelle ne semblent pas qualitativement très différentes de celles acquises en CP en vivant la même séquence à ce niveau (cf. Addendum 7).

2.4.3. Des compétences non triviales acquises durablement

Il semble donc non seulement établi qu'il est possible de travailler des éléments méthodologiques d'intérêt scientifique dès la grande section de maternelle, mais également que, si ce travail est correctement mené, de tels éléments sont durablement assimilables par les élèves.

Dans les classes de grande section que nous avons observées, il est donc établi qu'une part significative des élèves sont capables de mobiliser des compétences sophistiquées plusieurs mois et jusqu'à un an après un travail les invitant à construire ces compétences.

Si d'autres éléments que le travail spécifique sur *Plouf !* ont pu contribuer à l'acquisition de ces compétences, cette séquence paraît très appréciée par les élèves, qui s'en souviennent durablement, ainsi que de ses enjeux.

L'objet de cette section expérimentale, orientée vers l'accessibilité d'éléments de méthodologie par les petits, n'était pas d'évaluer systématiquement l'efficacité d'un support fictionnel, contrefactuel ou non, pour la "découverte du monde" à l'école maternelle. Des études complémentaires seraient en outre nécessaires pour savoir si la pérennité des résultats varient en fonction de l'histoire utilisée. On se gardera donc de toute généralisation sur ce point, et on laissera le dernier mot à Loris, 5 ans[49] :

> Chercheur : — *Et c'est intéressant à ton avis de regarder si les histoires sont possibles ou pas ?*
> Loris : — *oui*
> Chercheur : — *pourquoi ?*
> Loris : — *Parce que j'aime quand on fait cela.*
>
> [binôme A1, ligne 122-125]

49. Annexe 7.A.a., retranscription A1.

7.3. Une approche anticipée de la modélisation scientifique

7.3.1. Un enjeu majeur au college

L'appropriation par les élèves de la notion de *modélisation* est un objectif explicite du programme de physique-chimie de collège.[50] Les élèves doivent s'y construire une « *première représentation globale et cohérente du monde dans lequel ils vivent* ». Le programme précise rapidement que :

> « Les mathématiques fournissent des outils puissants pour modéliser des phénomènes et anticiper des résultats, en particulier dans le domaine des sciences expérimentales. »

et fournit l'exemple de la modélisation du mouvement des planètes comme une introduction à l'idée selon laquelle :

> « Un modèle peut fournir une certaine représentation de la réalité ».

On sait toutefois que la modélisation scientifique pose de réelles difficultés à de nombreux collégiens. Parmi celles-ci, on peut en particulier identifier :

1/ Des difficultés d'ordre mathématique, liées à la manipulation des outils formels et à leur aspect calculatoire.

Celles-ci sont bien connues des enseignants du secondaire et même, dans une certaine mesure, du supérieur. Pour y pallier, une solution consiste à limiter l'emploi de modèles formels. C'est ce que propose implicitement le programme du collège, en restreignant l'usage de l'outil mathématique à des situations relativement élémentaires (e.g. en électricité, où les calculs demandés dépassent rarement la maîtrise de la simple proportionnalité).

2/ Des difficultés d'ordre épistémologique, liées à de la compréhension même de la nature et du statut d'un modèle[51].

Jean-Louis Martinand n'hésite pas à parler à propos de la modélisation d'un des « *pièges majeurs de l'enseignement* » car « *les adultes instruits ne se rendent pas compte que les apprenants ne "lisent" pas (ne "décrivent" pas) comme eux la "réalité"* ».[52] De nombreux élèves de niveau collège ou lycée sont en effet convaincus que « *les modèles ne sont guère plus qu'une copie ou une réplication directe de la réalité* »[53]. L'intérêt pratique

---

50. Bulletin officiel spécial n°6 du 28 août 2008. Programmes du collège. Programmes de l'enseignement de physique-chimie, pp. 1 et 2. Accessible sur le site du Ministère de l'Éducation Nationale : http://www.education.gouv.fr/cid22120/mene0817023a.html (consulté août 2014)

51. Qu'on rencontre aussi parfois chez les enseignants eux-mêmes. Aucune étude n'est disponible pour les enseignants français, mais une étude a montré que la connaissance de ce qu'est la modélisation est faible chez des enseignants italiens du secondaire. Luciana Danusso, Italo Testa et Matilde Vicentini. « Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling : Design and evaluation of a teacher education intervention », *International Journal of Science Education*, 2010, vol. 32(7), pp. 871-905. Une autre étude portant sur 4 enseignants du primaire aboutit à la même conclusion aux états-unis : Valarie L. Akerson, J. Scott Townsend, Lisa A. Donnelly, Deborah L. Hanson, Praweena Tira, Orvil White, « Scientific Modeling for Inquiring Teachers Network (SMIT'N) : The Influence on Elementary Teachers' Views of Nature of Science, Inquiry, and Modeling », *Journal of Science Teacher Education*, 2009, vol. 20, pp. 21–40.

52. Jean-Louis Martinand, « Introduction à la modélisation » in *Actes de l'Université d'été Tecne*, E.N.S. Cachan, 6-10 juillet 1998. Accessible sur le site de l'INRP : http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Univete/Tic/TicD.htm

53. W. J. Pluta, C. A. Chinn et R. G. Duncan, « Learners' epistemic criteria for good scientific models ». *J. Res. Sci.*

de la modélisation, qui consiste à *simplifier* le problème physique considéré pour le rendre accessible à l'analyse, leur échappe donc en grande partie.[54]

Au collège, et *a fortiori* au-delà, la pression des programmes limite les possibilités de de traiter indépendamment ces deux types de difficultés, et en particulier de convaincre ceux des élèves qui ne l'ont pas encore perçu de l'intérêt pratique de la modélisation scientifique. La priorité y est donc souvent accordée à la maîtrise des outils formels.

Une approche pédagogique alternative pourrait alors être d'anticiper le travail proprement épistémologique en le reportant au moins en partie sur l'école primaire, voire en commençant à familiariser les élèves avec cette approche dès la grande section de maternelle.

7.3.2. Trois competences methodologiques fondamentales

La modélisation scientifique est avant tout une stratégie pour raisonner sur des systèmes trop complexes pour être analysés dans leur entièreté. Son application est très générale, dans la mesure où cela peut en pratique être le cas de tout problème faisant intervenir le monde physique.

L'élève qui met en œuvre cette stratégie scientifique doit donc être conscient du fait que les modèles simplifiés qu'il manipule ne sont pas directement identifiables à la réalité. Des aller-retours entre le modèle et la réalité physique qu'il représente sont indispensables pour en dériver un enseignement sur cette dernière. Par ailleurs cette « réduction opératoire »[55] passe presque inévitablement par la limitation du nombre de paramètres impliqués et donc par l'identification de paramètres pertinents ou non pour un problème donné.

La modélisation mobilise par conséquent au moins trois compétences méthodologiques fondamentales :

1/ Recul

Nous avons précédemment défini le *recul* comme la distinction entre le monde physique et ses représentations[56]. Dans le cas de la modélisation, la conscience

---

Teach., 2011, vol. 48(5), pp. 486–511. *DOI 10.1002/tea.20415.* Ils s'appuient essentiellement sur deux études : celle de L. Grosslight, C. Unger, E. Jay et C.L. Smith, « Understanding models and their use in science : Conceptions of middle and high school students and experts ». *J. Res. Sci. Teach.*, 1991, vol. 28(9), pp. 799–822. DOI 10.1002/tea.3660280907 et celle de D. Treagust, G. Chittleborough et T. Mamiala, « Students' understanding of the role of scientific models in learning science ». *International Journal of Science Education*, 2002, 24(4), pp. 357-368.

54. C'est ce qui ressort également de la revue de littérature *Taking Science to School*, considéré comme un ouvrage de référence aux Etats-Unis : *«Bien qu'ils connaissent certainement la différence entre un modèle et son référent, les enfants réfléchissent rarement à la distinction entre un modèle et le monde qu'il modélise. Par conséquent, ils montrent souvent une préférence pour des copies plutôt que des vrais modèles parce qu'ils tendent à résister aux représentations symboliques qui laissent de côté des informations, même si ces informations ne sont pas importantes pour l'objectif théorique considéré ».* National Research Council. (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8.* Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber et Andrew W. Shouse, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press, U.S.A., 2007. p. 76.

55. Dans le vocabulaire de Jean-Louis Martinand. « Introduction à la modélisation », op. cit., p. 4.

56. cf. section 5.3.1.3.1.

de cette distinction doit en outre inclure celle de la plus grande simplicité du modèle, qui le rend opératoire.

2/ Navigation entre modèle et système représenté

La validation d'un modèle scientifique suppose sa confrontation au système représenté ; en cas de dissonance, la *primauté* revient par construction à l'*expérience*. Par ailleurs, une application classique des modèles scientifiques consiste à prédire des phénomènes, la vérification de ces *prédictions* se déroulant également dans le monde physique.

L'élève doit donc être capable de naviguer à bon escient entre le modèle qu'il manipule et le système représenté.

La mise en œuvre pratique d'un modèle suppose en outre des compétences plus techniques. Même en faisant abstraction de celles d'ordre calculatoire, toute modélisation scientifique opératoire suppose au minimum une appropriation de la notion de *paramètre* :

3/ Identification et extraction de paramètres pertinents

L'élaboration d'un modèle simplifié à partir d'un système surabondamment complexe se traduit en effet presque inévitablement par l'extraction d'un nombre limité de paramètres jugés pertinents.

Elle suppose donc d'une part une compréhension de la *notion de paramètre* et une capacité d'évaluation de leur *pertinence* ; et d'autre part une capacité d'*élimination* (ou de renoncement à) des paramètres jugés non pertinents.

Par ailleurs, ces trois compétences nécessaires à toute modélisation scientifique ne seront spontanément mobilisées par les élèves que si ceux-ci sont conscients du fait que la modélisation est une *stratégie* efficace et ce dans des contextes variés (e.g. pour comprendre, prévoir, communiquer, expliquer, etc. [57]).

Un corollaire de cette compréhension de la nature et de l'intérêt de la modélisation scientifique est donc la prise de conscience du fait que :

- un modèle relève de choix en partie arbitraires (pertinence des paramètres)
- plusieurs modèles différents peuvent légitimement coexister[58].

7.3.3. La modelisation a l'ecole primaire

3.3.1. Grande section de maternelle

Un résultat important du présent chapitre est que les trois compétences méthodologiques nécessaires à la modélisation scientifique sont accessibles, dans une certaine mesure au moins, dès la grande section.

57. Hamin Baeck, Christina Schwarz, Jing Chen, Hayat Hokayem et Li Zhan. « Engaging Elementary Students in Scientific Modeling : the MoDeLS 5th grade Approach and Finding ». *Models and Modeling*, 2011, vol. 6, pp. 195-218.

58. Une idée connexe est que tout modèle est limité et qu'on peut toujours développer un modèle plus sophistiqué mais elle semble difficile à systématiser au primaire.

1/ Recul

L'étude réalisée dans la section 8.2. avec des élèves de grande section à partir de la séquence *Plouf !* montre en effet que ceux-ci sont majoritairement capables de distinguer ce qui se passe dans l'histoire de ce qui se passe dans le monde réel.

Par ailleurs, une grande majorité des élèves de GS ayant travaillé sur les sabliers ou les transvasements (*cf.* 8.1.3.3.8.) se sont avérés capables d'associer une représentation symbolique très stylisée au phénomène représenté (e.g. un trait rouge pour représenter le niveau dans un sablier de grains de sable verts).

2/ Navigation entre modèle et système représenté

Lors du travail sur *Plouf !,* les élèves se sont en outre montrés capables de naviguer entre le monde diégétique (le puits de l'histoire) et le monde physique (un modèle analogique concret). Ils ont également accordé la primauté aux résultats de leurs expériences sur les événements décrits dans l'histoire.

La plupart d'entre eux étaient également capables d'évaluer la pertinence d'autres réalisations du puits de l'histoire parfois très différentes de la leur, en se focalisant sur les éléments pertinents à savoir la corde et la poulie.

Par ailleurs, une majorité des élèves ayant travaillé sur les transvasements ont montré qu'ils pouvaient faire correspondre des représentations symboliques de récipients plus ou moins remplis à des récipients réels et en tirer des prédictions sur les propriétés de ceux-ci .

3/ Identification et extraction de paramètres pertinents

Lors du travail sur *Plouf !,* une grande partie des élèves est parvenue à identifier les éléments-clef de la réalisation du puits de *Plouf* (corde et poulie) et à négliger certains éléments de l'histoire inutiles à la résolution du problème (comme l'eau par exemple).

Lors des interviews des élèves ayant travaillé sur les transvasements ou les sabliers, il leur a été demandé de prévoir ce qui se passerait si l'on modifiait légèrement un élément des expériences qu'ils avaient mises en place (test de la robustesse). Une très grande majorité s'est révélée capable de reconnaître comme tels des éléments non pertinents et d'indiquer en retour les éléments qu'ils jugeaient pertinents.

Aucun indice n'indique en revanche que ces élèves avaient identifié la modélisation comme une stratégie utilisable dans d'autres contextes. Notre intuition est qu'ils ne l'ont pas perçu, et se sont contentés de mener à bien l'activité proposée par le maître.

Soulignons enfin la polysémie du terme |modèle| qui pourrait s'avérer problématique à l'école maternelle. Le mot y est le plus souvent utilisé pour une chose (ou un comportement) qu'il s'agit de reproduire aussi fidèlement que possible (e.g. élève modèle, modèle graphique en écriture). Dans le cadre de cette étude, les enseignants ont spontanément préféré s'abstenir d'employer le terme de modèle avec leurs élèves.

3.3.2. École élémentaire

Les programmes de l'école élémentaire utilisent à quatre reprises le terme de modélisation (le terme de modèle n'intervient que dans l'acception de "norme à reproduire", dans le programme de français) :

- modélisation des mouvements respiratoires
- modélisation des mouvements de flexion
- modélisation du mouvement apparent du Soleil
- modélisatisation des phases de la Lune.

Progressivement, rencontrant et retrouvant ainsi des modèles de plus en plus sophistiqués, les élèves « *prennent conscience que la construction d'un modèle est bien une activité de l'esprit* »[59].

Les compétences méthodologiques de base associées à la modélisation ne semblent pas problématiques. Il ne fait en effet guère de doute que les mêmes compétences accessibles aux élèves de grande section de maternelle le sont *a fortiori* aussi aux élèves d'élémentaire, qui les approfondissent à mesure de leurs progrès.

1/ Recul

La capacité des élèves à distinguer le monde réel de ses représentations est rarement explicitement évoquée.[60] Elle paraît néanmoins assez consensuelle parmi les didacticiens des sciences en France. Le risque de confusion reste réduit pour la plupart des modèles analogiques effectivement mis en œuvre à l'école au cycle 3 — entre la Terre proprement dite et sa représentation par une boule de polystyrène, ou entre un bras et des morceaux de carton reliés par des élastiques, par exemple. Certains auteurs, comme Jean-Pierre Astolfi, recommandent l'emploi de modèles alternatifs.[61]

2/ Navigation entre modèle et système représenté

La construction des compétences liées à la navigation entre un modèle et le système qu'il représente ne semble pas non plus poser de problème de principe à l'école élémentaire. Ainsi, Jean-Michel Rolando indique-t-il dans des manuels destinés aux enseignants de cycle 3 que les élèves sont capables

---

59. « *On voit comment les modèles apparaissent bien aux yeux des enfants comme une construction de l'esprit, ne devant pas se confondre avec la réalité décrite, mais pour autant non arbitraire, puisque l'échec d'une prédiction oblige à passer à un nouveau modèle. /.../ Dans ces activités de modélisation ils prennent conscience que la construction d'un modèle est bien une activité de l'esprit, mais qu'elle doit suivre certaines règles de cohérence interne et de non contradiction avec les phénomènes observés. C'est pourquoi on peut dire qu'ils participent à l'une des activités primordiales de la science et qu'ils se préparent à mieux comprendre en quoi elle est un jeu libre de l'esprit tout en étant une soumission à l'expérience, à comprendre aussi en quoi elle n'est ni arbitraire, ni réplique exacte du réel.* » *Aster* (éditorial), « Modéliser à l'école primaire ? », 1988, n°7, pp. 49-51.

60. Nous ne préjugeons pas ici des mécanismes complexes qui semblent rendre possible une confusion du même ordre entre un système physique et sa représentation mathématisée.

61. « *Si l'on fait correspondre trop systématiquement, à une situation donnée, un modèle unique, le risque existe d'une confusion entre la réalité étudiée et la représentation hypothétique de cette réalité. C'est pourquoi, chaque fois que possible, on s'efforce de représenter une même réalité par des modèles alternatifs./.../ Le fait que le modèle ne représente pas fidèlement la réalité, mais qu'il constitue une construction conceptuelle comportant une part de gratuité et d'arbitraire se jugeant à ses fruits, devient alors envisageable par les élèves.* ». Jean-Pierre Astolfi, Brigitte Peterfalvi et Anne Verin, Comment les enfants apprennent les sciences ? (1998), éd. Retz, Paris, 2006, p. 98.

d'associer un modèle analogique au système qu'il représente, sous réserve que « *l'enseignant veille à ce que les élèves ne manipulent pas les maquettes comme des objets autonomes, sans lien avec la réalité qu'elles doivent représenter* »[62] et qu'il utilise un questionnement adapté explicite[63].

Les études réalisées par Christian Orange[64] en France avec des élèves de cycle 3 sur la respiration, la digestion et le mouvement du bras montrent que des élèves de cycle 3 sont capables de discuter la pertinence de différents modèles et de les modifier au besoin.

Jean-Claude Gentzling suggère également que des élèves de cycle 3 sont capables de comprendre qu'un système peut être représenté par plusieurs modèles différents[65].

3/ Identification et extraction de paramètres pertinents

Il semble acquis que les élèves en école élémentaire sont capables dès le CP d'identifier des paramètres pertinents. Cette identification est en effet à la base d'un très grand nombre de démarches d'investigation classiques.

Une étude américaine réalisée par Penner et al.[66] avec 19 élèves de CP (K-1) indique qu'une majorité des élèves s'approprie l'idée qu'un modèle[67] analogique sert à tester différentes explications en réponse à un problème et que la modélisation implique donc de confronter le modèle au réel. A notre connaissance, aucune autre étude n'interroge explicitement les élèves sur la façon dont ils considèrent la modélisation. Penner indique que plus de la moitié des élèves qu'il a sondés sont capables de comprendre qu'un modèle sert à tester différentes explications en réponse à un problème. Les résultats des études précisées ci-dessus suggèrent que les élèves de cycle 3 en sont également capables. Il semble en effet peu probable que des élèves qui évaluent et comparent la pertinence de différents modèles n'aient pas conscience qu'ils le font pour comprendre ou expliquer un phénomène.

Un travail spécifique pourrait donc conduire les élèves à ajouter la modélisation à leur arsenal stratégique.

---

62. Jean-Michel Rolando, Patrick Pommier, Marie-Laure Simonin, Guy Simonin, Jocelyne Nomblot, Jean-François Laslaz, Sylvain Combaluzier. *Sciences, Guide du maître cycle 3*, coll. Odysseo, éd. Magnard, 2010, p. 36.

63. « *Qu'observes-tu sur la maquette ? Qu'est-ce que cela signifie dans la réalité ?* » ; « *Que se passe-t-il dans la réalité ? Comment peux-tu en rendre compte avec ta maquette ?* ». *idem.*

64. Christian Orange, *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe,* éd. De Boeck, Bruxelles, 2012.

65. Jean-Claude Genzling a ainsi développé des activités pour des CM2 les aidant à prendre conscience « *de l'idée de modèle en tant que représentation d'une réalité qui fait problème. Le caractère hypothétique de cette représentation apparaît dans le langage (nous imaginons, nous supposons,...) ; de la modélisation conçue comme une nouvelle méthode de travail impliquant à la fois la construction ou la mobilisation d'un modèle et son utilisation (on raisonne à partir des propositions fondant le modèle) pour établir la réponse au problème posé ; de ce qu'un même système peut être représenté par plusieurs modèles. Un modèle peut être éliminé au cours d'une nouvelle activité de résolution de problème.* » p. 59. « Construire des méthodes à l'école élémentaire : la séparation des variables et la modélisation », *Aster*, 1991, n°12, pp. 39-60.

66. D. Penner, N. D. Giles, R. Lehrer, and L. Schauble, « Building functional models : Designing an elbow ». *Journal of Research in Science Teaching*, 1997, vol. 34(2), pp. 125-143.

67. Rapelons que le terme anglais |*model*| est un "faux-ami" : il traduit aussi bien les termes français de *modèle* que de *maquette*, cette dernière pouvant ou non constituer un modèle analogique du système représenté.

3.3.3. Une proposition de progression

La pression des programmes au collège limite les possibilités de faire prendre conscience à ceux des élèves qui ne l'ont pas encore perçu de l'intérêt pratique de la modélisation scientifique. Ce travail, on l'a vu, peut être anticipé à l'école primaire. Quel serait le bon moment pour le commencer ?

Si cette prise de conscience doit être acquise avant le collège, on pourrait être tenté de réserver ces considérations d'ordre épistémologiques au cycle 3, où la maturité des élèves est la plus grande. Ce n'est pourtant sans doute pas la période la plus pertinente. Des études réalisées avec des jeunes élèves suggèrent qu'il est souvent possible d'atteindre des compétences plus importantes chez eux lorsqu'on leur propose des activités familières[68] ou qui font sens[69]. Or les modélisations analogiques que les programmes proposent typiquement d'aborder avec les élèves de cycle 3 posent des difficultés conceptuelles[70,71] ou géométriques[72] importantes. C'est en particulier le cas en physique, l'astronomie étant réputée comme un domaine difficile d'accès tant aux élèves qu'à leurs enseignants.[73,74]

Il semblerait donc préférable de sensibiliser les élèves à la modélisation sur des contenus moins problématiques. Le cycle 2 pourrait s'avérer le bon moment. Un inconvénient majeur est cependant que c'est une période très chargée, où la priorité est donnée à l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et du calcul.

Une meilleure solution serait sans doute de distribuer le travail sur la modélisation sur l'ensemble des années d'école primaire.

On pourrait ainsi commencer à travailler dès le cycle 1 les trois compétences méthodologiques avec les élèves, en s'appuyant par exemple sur des albums de fiction, sans chercher à expliciter l'intérêt de la modélisation en temps que stratégie.

---

68. Fouad Abd-El-Khalick, « Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses : Abandoning scientism, but... ». *Journal of Science Teacher Education,* 2001, vol. 12 (3), pp. 215-233).

69. *Taking Science to school* (collectif) ; op. cit., p. 77.

70. cf. Christian Orange, *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe,* op. cit. pp. 53-59 pour la respiration et pp. 102-105 pour la flexion du bras. Voir aussi André Giordan, Gérard de Vecchi, *Aux Origines du Savoir*, op. cit., p. 58-63.

71. Voir par exemple Stella Vosnadiou et William F. Brewser, « Mental Models of the Day/Night cycle », *Cognitive Science*, vol. 18, pp. 123-183.

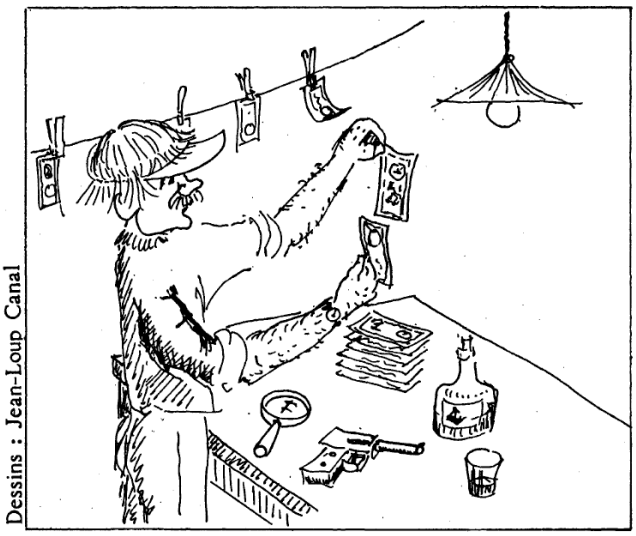
72. Si elle fait intervenir peu de calculs, la géométrie et singulièrement la géométrie dans l'espace pose des problèmes d'ordre mathématique spécifiques dès le cycle 3.

73. Voir par exemple M. Zeilik, C. Schau & N. Mattern « Misconceptions and Their Change in University-Level Astronomy Courses », *The Physics Teacher*, 1998, 36(1), p. 104.

74. En réponse à la question « Comment expliquer qu'il fait plus chaud en été qu'en hiver ? » posée à 207 enseignants du primaire des Alpes-Maritimes par le praticien-chercheur, 94 considèrent que c'est parce que la Terre est plus près du Soleil (45% des enseignants).

Au cycle 2, la plus grande « maturité » des élèves pourrait leur permettre de saisir qu'il y a de nombreux avantages à modéliser et que c'est une stratégie efficace. Cela peut se faire sans introduire explicitement la notion de modèle[75].

Au cycle 3, les enseignants pourraient introduire explicitement ce qu'est la modélisation et le fait que la modélisation est une stratégie efficace dans des contextes variés en s'appuyant sur tout le travail réalisé en amont. Les enfants de fin de cycle 3 pourraient s'approprier un nouveau sens du mot |modèle| à un âge où la polysémie des mots est une chose connue (et étudiée en cours de français) et où l'assimilation du modèle à une copie conforme n'est plus aussi prégnante que dans les petites classes où l'on recopie beaucoup.



En sciences, le modèle est toujours un peu faux par rapport a la réalité. Ici, seul le modèle est vrai ...

Figure 3.3.3. : Le modèle du scientifique n'est pas celui du faux-monnayeur[76]

75. Certains chercheurs américains proposent cependant d'expliciter aux élèves dès le CP ce qu'est un modèle et quelles sont ses fonctions. C'est par exemple le cas de D. Penner, et al., « Building functional models : Designing an elbow ». *Journal of Research in Science Teaching,* op. cit.

76. Nous empruntons cette image à l'article de Jean-Loup Canal, « De l'interrupteur au relais électronique, du relais électromagnétique au transistor », *Aster*, 1998, n°7, p. 89.

7.4. Retours d'enseignants de maternelle

7.4.1. HIERARCHISATION SPONTANEE DES ELEMENTS DE SCIENTIFICITE

On a vu que les jeunes élèves étaient capables dès la grande section de mettre en œuvre des compétences associées à la primauté de l'expérience, à la robustesse, à la reproductibilité (§ 7.1) ainsi qu'à l'exploitation du spectre de généralité et au recul (§ 7.2). D'autres éléments de scientificité, présumés trop abstraits ou trop difficiles pour être abordés en maternelle, avaient été écartés de cette étude (section 7.1.5.).

Pour tenter de conforter *a posteriori* cette hypothèse, il a été demandé à 25 enseignants de maternelle expérimentés, de la petite (PS) à la grande section (GS),[77] d'évaluer l'accessibilité en cycle 1 de différents éléments de scientificité, parmi lesquels ont été volontairement inclus des éléments précédemment écartés (en italiques) :

- primauté de l'expérience
- reproductibilité
- robustesse
- recul
- *non scolasticité*
- *cohérence lexicale*
- *économie*
- *exhaustivité d'une loi.*

Ces huit éléments de scientificité ont été introduits explicitement comme un nouvel outil, encore expérimental, pour l'enseignement des sciences lors d'une formation de 6 heures. En fin de formation, il a été demandé aux participants de les classer du plus facile au plus difficile à mettre en œuvre dans leur classe.

Tous ont accepté l'exercice, mais la plupart ont pris la liberté de ne pas intégrer certains éléments de scientificité à leur classement, ce qui, *a contrario*, est également significatif.

On constate qu'une nette majorité d'enseignants classent la *reproductibilité*, la *primauté de l'expérience* et la *robustesse* parmi les éléments les plus faciles à intégrer à leur pratique, alors qu'ils sont moins de 20% à les omettre (aucun pour la reproductibilité). Inversement, une majorité omet *l'économie* et *l'exhaustivité*, alors que ceux qui les classent les placent parmi les plus difficiles à intégrer. (Figure 7.4.1.)

La hiérarchisation spontanée de ces éléments de scientificité par les enseignants apparaît donc en bonne adéquation avec notre hypothèse de travail.

77. Identifiés comme le groupe 52 dans le chapitre méthodologie. Moyenne d'âge : 48,5 ans ; ancienneté moyenne : 25 années ; 7 enseignants ont en charge des PS, 4 des MS, 5 des GS et 9 ont des niveaux multiples (PS/MS et MS/GS).

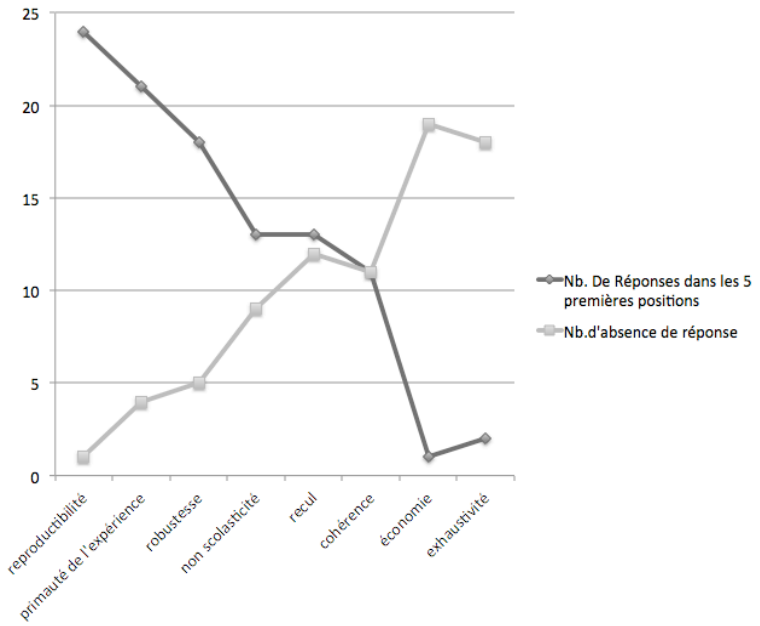


Figure 7.4.1. : Nombre d'enseignants classant dans leurs cinq premiers choix (losanges) ou ne les classant pas (carrés) les éléments de scientificité indiqués en abscisse. Nombre total de réponses : 25

On constate toutefois, entre ces éléments de scientificité clairement présumés soit adaptés, soit inadaptés aux élèves de maternelle, une réaction moins homogène à propos d'éléments en quelque sorte intermédiaires : la *non-scolasticité*, la *cohérence* et le *recul*. Environ la moitié des enseignants les intègrent parmi les cinq premiers de leur classement, alors qu'une proportion équivalente les omet entièrement. Une étude plus approfondie serait sans doute nécessaire pour interpréter ce positionnement mitigé.

Des arguments de nature assez différente semblent en effet intervenir ici, si l'on en juge par ceux offerts à propos des éléments de scientificité "accessibles" (cf. *infra*, § 7.4.2).

— Leur estimation de la capacité des très jeunes élèves à se les approprier. L'omission pure et simple, et très majoritaire, de l'économie et de l'exhaustivité suggère que ces éléments de scientificité sont perçus comme trop abstraits pour des élèves de maternelle. L'évidence apparaît moins nette pour les éléments intermédiaires.[78]

— Leur moindre familiarité avec certains de ces concepts. Là où la primauté de l'expérience apparaît souvent limpide aux enseignants *(Comment savoir ? On essaie !)*, le recul ou l'économie, par exemple, peuvent apparaître moins intuitifs.

— Des contraintes de type pédagogique. Ainsi, à l'école maternelle, l'enseignant est la figure d'autorité par excellence. La promotion de la non-scolasticité implique une remise en cause de sa relation aux élèves qui peut être délicate à négocier, et à délimiter.

78. On peut noter que la formation suivie par ce groupe n'incluait pas d'étude systématique de séquences utilisant la fiction, sur lesquelles nous avons largement fait reposer l'acquisition de compétences liées au recul par les petits. C'était en revanche le cas pour les autres groupes considérés dans la section § 8.4.2

— L'élargissement des compétences d'ordre scientifiques par d'autres objectifs de formation. Ainsi, la maîtrise du discours et de sa cohérence est un objectif très général du cycle 1.

Les critères de scientificité ont par ailleurs été présentés à un inspecteur de l'éducation nationale (I.E.N. chargé de la mission maternelle) et à sept conseillers pédagogiques (commission maternelle) lors d'un atelier[79] organisé par l'inspection académique sur l'enseignement des sciences en maternelle. De même que pour les enseignants, ce sont les critères de primauté de l'expérience et de reproductibilité qui ont été jugés les plus accessibles aux enfants par les conseillers pédagogiques. Suite à l'atelier, la commission maternelle a déposé sur le site de l'inspection académique un article à destination des enseignants de maternelle dans lequel ils sont explicitement précisés comme outil pour favoriser la mise en œuvre de démarches d'investigation scientifiques[80].

7.4.2. Perception de l'utilite des elements de scientificite

Il a par ailleurs été demandé à 88 enseignants de maternelle s'ils jugeaient les éléments de scientificité utiles pour leur pratique, et en quoi. Aux 25 déjà cités s'ajoutaient 63 autres enseignants[81] ayant quant à eux été sensibilisés à la *primauté de l'expérience*, à la *reproductibilité*, à la *robustesse*, à *l'exploitation du spectre de généralité* et au *recul* (mais non aux éléments de scientificité présumés inaccessibles à ce niveau).

La quasi-totalité des enseignants interrogés (87 sur 88)[82] considère que ces éléments de scientificité leur seront utiles pour leur pratique (Figure 7.4.2)

Parmi eux, 69 sur 88 expliquent en quoi ces éléments de scientificité seront utiles dans leur pratique, les autres indiquent juste qu'ils leur seront utiles. Ce taux de retour de 78 % apparaît exceptionnellement élevé.[83] Les réponses et commentaires complets des enseignants se trouvent en annexe 7.C et 7.D.

Les applications évoquées concernent la préparation, la mise en œuvre et l'évaluation de leurs séquences. Ils sont également nombreux à y voir un cadre de référence utile pour leur pratique. Enfin, certains les considèrent comme un outil pour réfléchir sur leur pratique passée et future. (Figure 7.4.2)

---

79. Février 2012. Le praticien-chercheur y était invité à animer l'atelier, au titre de formateur sciences de l'IUFM.

80. « *Comment peut-on savoir si l'on « fait des sciences ou pas » avec des élèves de maternelle ?*».
Article accessible sur le site de l'inspection académique des Alpes-Maritimes : http://www.ac-nice.fr/ia06/preelem/articles.php?lng=fr&pg=47&prt=2 (consulté août 2014)
Eléments méthodologiques précisés dans l'article : mise à l'épreuve systématique des opinions ; primauté de l'expérience quand il y a un conflit entre ce que l'on dit et ce que l'on voit ou fait ; justification ; répétition des activités pour s'assurer de leur reproductibilité ; travail sur le questionnement, la formulation et la reformulation.

81. Identifiés comme les groupes 59, 60, 61 et 62 dans le chapitre méthodologie.

82. Une enseignante (PS, gr. 61) estime toutefois que : « *Non, me semble compliqué pour des petits sauf pour des enfants d'exception !* ».

83. Une large majorité des enseignants a en effet pris le temps de répondre et de commenter (45 enseignants sur les 60 auxquels cela avait été explicitement proposé) alors que leur formation était formellement achevée et qu'ils étaient libres de partir. Ce type de sollicitation suscite couramment moins d'enthousiasme.

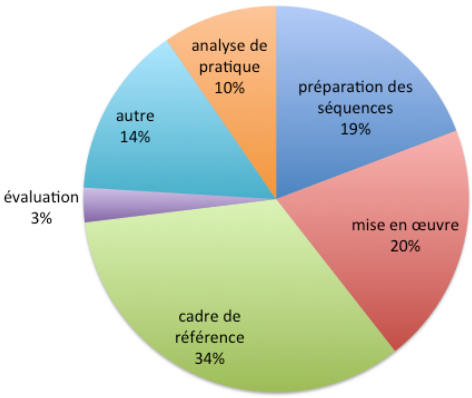


Figure 7.4.2. : Poids relatif des différentes utilisations envisagées par les enseignants de maternelle (100% = 104 éléments de réponse ; une réponse peut impliquer plusieurs éléments).

Préparation des séquences (20 enseignants sur 69)

Les éléments de scientificité enrichissent la gamme des questions que se posent l'enseignant dans sa préparation et lui évitent d'aller trop vite au résultat voulu avec les élèves. Les enseignants se proposent souvent d'utiliser les éléments de scientificité comme "pense-bête" ou comme "cadre de référence".

Exemples de formulations :

« Ces critères me permettent de me poser davantage de questions avant de réaliser mes séances. »

« Oui, pour préparer mes séquences et éviter de griller des étapes (généralisation, extrapolations abusives... »

« Oui, les critères proposés me seront utiles pour essayer les sciences. Il vont me permettre d'éviter au maximum les cours magistraux et de faire plus d'expériences »

« Très utiles pour la pratique par le biais d'une démarche à suivre et des bonnes questions à se poser avant de mettre en place certaines expériences (est-ce que j'ai tout envisagé, que puis-je encore proposer?). »

« Oui, utiles. Permettent de bâtir une séance correcte au niveau de la démarche scientifique. »[84]

Régulation de la mise en œuvre (21 enseignants sur 69)

Les enseignants considèrent que cet outil les aident à gérer et structurer ce qui se fait en classe voire, pour certains, à aller plus loin dans leur mise en œuvre.

Exemples de formulations :

« Ces critères vont m'être utiles pour mieux conduire mes démarches scientifiques auprès des enfants et respecter les étapes de l'expérimentation. »

« Oui, pour une rigueur scientifique, pour définir ou valider des expériences. »

« Critères présentés utiles pour réfléchir et mettre en place une réelle démarche scientifique. »

« Ces critères sont utiles pour mettre en place des séances pertinentes avec un réél intérêt scientifique. »

« Ces critères vont m'être très utiles car ils vont me permettre de conduire des expériences sans brûler d'étape ou d'imposer des lois/conclusions aux élèves. »

« Les CS me seront utiles je pense pour déjà mieux cadrer ce que je pourrai mener comme expérience et comment car je n'en avais qu'une idée assez floue. Je ne pensais pas par exemple à la reproductibilité ou à la robustesse. »

84. Respectivement enseignantes de PS-GS (gr. 59), de PS (gr. 59), de GS (gr. 62), et de PS (gr. 52).

« Les différentes critères proposés me semblent très utiles dans ma pratique car souvent je pense plus aux résultats qu'à la façon d'expérimenter. Plus, certaines questions restent fermées de mon fait. »[85]

Evaluation de la séquence mise en œuvre (3 enseignants sur 69)

Les éléments de scientificité sont utilisés pour évaluer une séquence réalisée et la modifier au besoin.

Exemples de formulations :

« Oui car cela donne un cadre référent avant/pendant/après le travail. Cela évitera ma tendance à naviguer au feeling qui n'est pas toujours productrice de rationnalité. »

« Utilité des critères : déjà prendre du recul sur mes démarches antérieures, pour reconstruire mes séances surtout par rapport à la robustesse. »

« Ces critères me semblent pertinents pour évaluer ma "conduite" de l'expérience et sa rigueur scientifique. »[86]

Cadre de référence (35 enseignants sur 69)

Plus de la moitié des enseignants font référence aux éléments de scientificité comme un outil pour cadrer leur pratique. Ils les voient comme des points de repère ou un fil conducteur.

Exemples de formulations :

« Oui, avoir des repères et m'assurer que je suis bien dans une démarche scientifique. »

« Oui, ossature de la démarche à suivre. »

« Les critères me semblent pratiques -> permettent d'avoir un référentiel pour avoir une attitude scientifique. »[87]

Utilisation pour l'« analyse de pratique » (10 enseignants sur 69)

Plusieurs enseignants voient dans les éléments de scientificité un outil pour réfléchir sur leur pratique et prendre du recul.

Exemples de formulations :

« Les critères sont utiles car ils permettent de prendre du recul en tant qu'enseignant sur notre pratique d'avant la concertation. Peut-être qu'auparavant les savoirs à l'issue de mes séances n'étaient pas bien acquis, de plus les élèves acquièrent une méthodologie. »

« Oui, pour rendre plus claire ma pratique. »[88]

Les enseignants de maternelle envisagent donc des utilisations variées et, pour la plupart, pertinentes de l'outil proposé[89].

---

85. Respectivement enseignantes de MS (gr. 59), de GS (gr. 52), de GS, (gr. 59), de MS-GS (gr. 61), de GS (gr. 59), de PS-MS (gr.59) et de PS (gr. 52).

86. Respectivement enseignantes de PS (gr. 59), de MS (gr. 59) et de PS (gr. 52).

87. Respectivement enseignantes de MS-GS (gr. 59), de MS (gr. 52) et de PS (gr. 52).

88. Respectivement enseignante de PS-MS (gr. 59, 1e citation) et de MS-GS (gr. 59, 2e cit.).

89. Il a également été demandé aux enseignants de ne pas hésiter dans leurs commentaires à faire part de leurs impressions sur la formation. Très majoritairement, ils ont porté sur le plaisir et l'intérêt d'un travail avec des albums jeunesse. Seuls deux commentaires (sur 45) portent sur les éléments de scientificité : l'un d'une enseignante un peu inquiète de ne pas les avoir bien compris et l'autre insistant sur l'importance pour elle du recul. L'insertion d'éléments épistémologiques dans la formation est donc bien vécu par la plupart des enseignants qui y voient un intérêt pour leur pratique.

Cette évaluation par les enseignants est en accord avec les objectifs visés par l'introduction des critères de scientificité en formation.

Les critères de scientificité semblent donc constituer un outil bien perçu par les enseignants, y compris au niveau de la maternelle.

7.4.3. Perception par les enseignants de petite section

Parmi les 88 enseignants interrogés, 39 ont des élèves en petite section (classes de PS ou mixtes : PS/MS ou PS/GS). Parmi ceux-là, 25 ont expliqué en quoi les éléments de scientificité seraient utiles à leur pratique. Le taux de retour des enseignants de PS ne se démarque donc pas notablement de celui des autres niveaux de classe (64% vs. 78%).

On trouve les mêmes les applications évoquées que pour les autres niveaux de classe (préparation, mise en œuvre, évaluation des séquences, cadre de référence et outil de réflexion sur leur pratique). Elles sont également représentées dans des proportions proches de celles de l'ensemble des enseignants (Figure 7.4.3.).

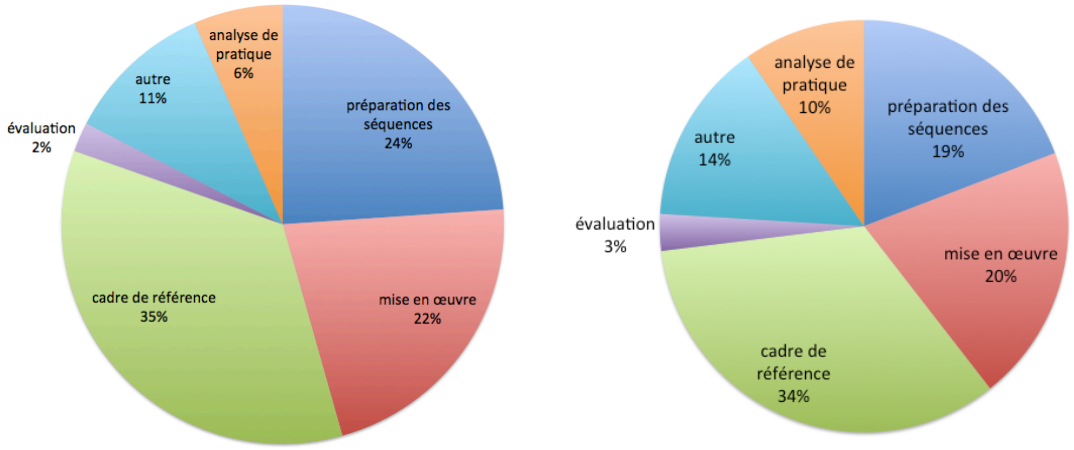


Figure 7.4.3. : Distribution des applications envisagées par les enseignants de petite section (à gauche, 100% = 46 éléments de réponse) et de l'ensemble des niveaux de classe de maternelle (à droite, 100% = 104 éléments de réponse).

Les enseignants de maternelle sont proportionnellement aussi nombreux en petite section que dans les autres niveaux à envisager d'utiliser cet outil pour construire et mener leurs séquences. Les élèves de petite section ne sont donc pas perçus par leurs enseignants comme moins capables que leurs camarades plus âgés au regard des compétences envisagées.

Au final, au contraire des compétences de fond, **l'âge de leurs élèves ne semble pas influencer significativement l'utilisation des éléments de méthodologie scientifique envisagée par les enseignants de maternelle.**

7.5. Définitions spontanées de la science chez les élèves de cycles 2 et 3

Des études assez détaillées portent sur les représentations, archétypales ou non, du *scientifique* par les élèves.[90] On dispose en revanche de beaucoup moins d'éléments sur leurs représentations de la *science* proprement dite. Par surcroît, la plupart ne portent pas sur la place de la *méthodologie* scientifique dans ces conceptions, qui nous intéresse plus particulièrement ici. Les études sur la compréhension de la "nature de la science" (NoS), majoritairement anglo-saxonnes, portent en effet surtout sur l'accord entre les représentations des élèves et les caractéristiques de la science similaires à celles proposées par N.G. Lederman,[91] par exemple (approches "*top-down*").

Plus spécifiquement encore, on ne trouve que quelques rares publications consacrées à l'étude de ces représentations chez les jeunes élèves de l'école primaire. « *Nous n'avons pas été en mesure de trouver la moindre étude au niveau des classes élémentaires inférieures* », constatait même en 2005 une revue assez exhaustive de la littérature disponible[92] ; la même n'identifiait que deux articles portant sur des élèves entre 11 et 12 ans (*grade 6*), et aucun en-deça. Depuis, à notre connaissance, seules deux nouvelles études, d'ampleur assez limitée, sont parues : l'une américaine (Akerson[93], 9 élèves de CP, 8 de CE1 et 1 de GS) et l'autre irlandaise (Murphy[94], 104 élèves entre 8 et 11 ans).

On sait donc peu de choses sur les représentations de la science des jeunes élèves de l'école élémentaire (cycles 2 & 3). L'expérience des Jardins des sciences nous permet toutefois de supposer que, si les enfants sont capables de s'approprier des éléments de méthodologie concrets, ils ne les associent pas encore spontanément à la "science", concept encore très abstrait pour eux.

Présentation de l'enquête

Pour tenter de fonder cette intuition, nous avons au total interrogé 1113 élèves de l'école élémentaire, du CP au CM2, sur plusieurs questions spécifiques.

Les questions « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* » et « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* »[95] ont ainsi été posées à 605 élèves de cycle 2 et 3 venant de participer à

---

90. Voir par exemple David Wade. « Draw-a-scientist ». *Science Education,* vol. 67 (2), pp. 255-265.

91. Norman G. Lederman & al. « Views of Nature of Science Questionnaire : Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science ». *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 39, n°6, p. 502 (2002).

92. V. Akerson & F. Abd-El-Khalick, « « How should I know what scientists do? — I'm just a kid » : Fourth-Grade Students' Conceptions of Nature of Science ». *Journal of Elementary Science Education*, 2005, vol.17 (1), pp. 1-11.

93. Valarie Akerson & Lisa A. Donelli. « Teaching Nature of Science to K-2 Students: What understandings can they attain ? ». *International Journal of Science Education*, 2009, vol.32 (1), pp. 97-124.

94. Cliona Murphy, Colette Murphy & Paula Kilfeather. Children making sense of science. *Research in Science Education*, 2011, vol. 41, pp. 283-298. DOI 10.1007/s11165-010-9165-6

95. Cette question faisait suite à plusieurs autres leur demandant s'ils avaient fait des sciences sur le jardin des sciences (ou en classe pour les élèves non participants) et quelle activité ils avaient préférée. Ces questions introductives évitent que les élèves soient mis en difficulté par une question d'apparence trop générale (fournir un contenu de caractère familier favoriserait la réussite à une question, voir par exemple Abd-El-Khalick, F. « Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses : Abandoning scientism, but... ». *Journal of Science Teacher Education,* 2001, vol. 12 (3), pp. 215-233).

un Jardin des sciences ainsi que, à titre comparatif, à 30 élèves de CM2 n'ayant pas participé à un jardin des sciences.

La question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* » a été également posée à 478 autres élèves de cycle 2 et 3 venant de participer à un Jardin des sciences dans le cadre d'un questionnaire testant leur rapport à la primauté de l'expérience (cf. chapitre 4).

	Mouans JDS 2013 (Q1 & Q2)	Mouans JDS 2011 (Q1)	Nice Flore JDS 2013 (Q1 & Q2)	Cagnes JDS 2010 (Q1)	Auber 2013 (pas de JDS) (Q1 & Q2)	Nb. total d'élèves
CP	**146**		**22**	*58*		226
CE1	**129**		**19**	*21*		169
CE2	**94**	*68*		*71*		233
CM1	**48**	*94*	**14**			156
CM2	**125**	*120*	**8**	*46*	**30**	329
total	**542**	282	**63**	196	**30**	1113

Tableau 7.5.1.a. : Répartition par niveau de classe des élèves ayant répondu aux questions « C'est quoi faire des sciences pour toi ? » (Q1) *et* « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? » (Q2).

En tout, 2148 éléments de réponse ont été identifiés parmi les réponses collectées.[96] Un élément de réponse est une phrase, un morceau de phrase ou un verbe que nous isolons pour son caractère significatif (cf. chapitre 4).

Les réponses peuvent être assez élaborées et contenir plusieurs éléments distincts.[97] On constate que le nombre d'éléments de réponse par élève augmente, logiquement, avec le niveau de classe (Tableau 8.5.1.b.).

	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	Total
Nb. d'éléments de réponse à la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* »	250	191	279	245	515	*1482*
Nb. d'élèves	226	169	233	156	329	*1113*
Rapport Nb. d'éléments de réponse/ Nb. d'élèves	***1,11***	***1,13***	***1,20***	***1,58***	***1,58***	***1,33***
Nb. d'éléments de réponse à la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* »	170	138	103	66	189	*666*
Nb. d'élèves	168	148	94	62	163	*635*
Rapport Nb. d'éléments de réponse/ Nb. d'élèves	***1,01***	***0,93***	***1,10***	***1,06***	***1,16***	***1,05***

Tableau 7.5.1.b. : Evolution du rapport entre le nombre d'éléments de réponse fournis et le nombre d'élèves interrogés en fonction du niveau de classe.

De nombreuses éléments de réponse s'avèrent similaires et il est relativement aisé de dégager une typologie des réponses. Les catégories proposées seront détaillées dans les sections suivantes. Les plus fréquentes sont présentées dans le tableau 7.5.1.c.

96. Soit 1482 éléments pour 1113 élèves en réponse à la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* » ; 666 pour 635 élèves pour la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* ».

97. La réponse « *Faire des expériences et apprendre de nouvelles choses* » fournie par une élève de classe de CM1 (jardin des sciences de Mouans-Sartoux, juin 2011) est ainsi comptabilisée trois fois : une première fois dans la catégorie "faire des expériences", une seconde dans la catégorie "apprendre" et une troisième dans la catégorie "nouvelles choses".

C'est quoi faire des sciences pour toi ?	*Typologie des réponses*	*Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?*
28%	Faire des expériences	18%
24%	Apprendre	5%
24%	Plaisir	3%
17%	Découvrir, explorer, nouvelles choses	2%
8%	Association à des activités du jardin des sciences	15%
8%	Vérifier, essayer, tester, chercher, trouver, prouver, comprendre	8%
5%	Référence au contenu scientifique (e.g. l'électricité)	5%
2%	Autoréférence (e.g. *faire des choses scientifiques*) / *parce que c'est un jardin des sciences*	26%
0	Appel à l'autorité (e.g. *c'est la maîtresse que l'a dit, c'est écrit sur le cahier*)	7%
9%	Je ne sais pas	11%

Tableau 7.5.1.c. : Distribution par types des éléments de réponse fournis par les élèves.
(la somme des pourcentages dépassent 100%, une même réponse pouvant contenir plusieurs éléments)

On tentera d'abord d'évaluer, dans la section 7.5.1., la part des références à la méthodologie dans la conception de la science de ces élèves. Les sections suivantes procèderont ensuite, à titre documentaire, à une première analyse un peu plus générale des réponses des élèves. Les données brutes sont par ailleurs disponibles en annexes 7.E.a. et 7.E.b.

7.5.1. UNE CORRELATION FAIBLE ENTRE SCIENCE ET METHODOLOGIE

Conformément à notre intuition initiale, *les élèves du primaire ne semblent pas incorporer spontanément d'éléments méthodologiques dans leur conception de la science.* Sur plus de mille réponses, ceux-ci ne sont en effet évoqués que deux fois, par des élèves de CM2.

La première de ces réponses singulières est explicite :

> « *J'ai fait des sciences parce qu'il y avait une méthode et une explication scientifique.* » [98]

La seconde, qu'on peut être tenté d'interpréter en termes de primauté à donner à l'expérience en cas de dissonance, est déjà plus indirecte :

> « *Faire des expériences pour vérifier si on a juste.* »[99]

L'absence de référence à des éléments d'ordre méthodologique n'est *a priori* pas systématiquement liée à leur méconnaissance par les élèves, dans la mesure où l'on sait par ailleurs que les populations d'élèves sondées sont majoritairement capables dès la maternelle de mobiliser des éléments méthodologiques quand on le leur demande.

98. garçon, 10,5 ans ; élève de CM2, jardin des sciences de Mouans-Sartoux/Peymeinade, juin 2013. Notons qu'il n'y a aucun moyen de savoir si cette formulation, qui serait recevable en l'état de la part d'un adulte, témoigne d'une maturité intellectuelle précoce chez cet élève, ou s'il se contente de répéter une définition entendue ailleurs.

99. élève de CM2, jardin des sciences de Mouans-Sartoux, juin 2011.

On peut noter cependant, chez environ 8% des élèves, l'utilisation de mots qui associent les sciences au fait d'*essayer*, de *vérifier* ou de *comprendre*. Cette proportion est pratiquement identique pour les deux questions posées. La formulation des réponses reste néanmoins le plus souvent réduite à sa plus simple expression (e.g. « *C'est essayer.* ») ce qui limite leur portée et surtout celle de leur interprétation. On peut penser que ces élèves sont sensibles à certaines caractéristiques de la démarche scientifique même si elles restent élémentaires.

Faire des sciences : c'est faire des expériences !

28% des élèves emploient en revanche l'expression « *faire des expériences* ». Même si nous n'avons pas enquêté sur le sens exact qu'attribuent les enfants à cette expression, qui peut s'avérer assez différente de l'idée que s'en font les sicientifiques,[100] elle semble véhiculer une image très positive pour les jeunes élèves.

La plupart apprécient le fait même de manipuler. Pour reprendre la formule d'une élève :

> « C'est amusant et ça change des maths et du français. »
> (fille, 11 ans, CM2, Jardin des sciences de Mouans-Sartoux/Peymeinade 2013)

7.5.2. Une appropriation tres majoritaire de la primaute de l'experience

> *« Tu es sur un atelier et au moment où tu te poses une question, un grand du collège arrive. Il te dit que lui sait parce qu'il est très fort en science. Un autre arrive et lui dit, mais non, ce n'est pas comme tu dis parce que moi j'ai essayé et cela se passe comme cela.*
> *Qui crois-tu ? Explique pourquoi. Lequel des deux est le plus scientifique ? »*

Ces deux questions visant à sonder le rapport des élèves à un pur argument d'autorité ont été posées aux 478 élèves, du CP au CM2, ayant participé aux Jardins des sciences de Mouans-Sartoux 2011 et Cagnes-sur-Mer 2010, dans le cadre d'un questionnaire plus étendu (cf. chapitre 4.2.2.).

Aucun des 21 élèves de CE1 n'a répondu aux questions posées.[101] Ce niveau est donc exclu du traitement des données.

> *Sur les 457 réponses* que nous retenons ici, *seuls 10 élèves (2%) croient le « grand du collège très fort en sciences ».*
>
> *349 élèves sur 457 (76%) accordent la primauté à l'expérience* : ils croient celui qui dit avoir essayé (69%), ou personne car ils souhaitent essayer eux-mêmes pour savoir (7% — réponse spontanée, non suggérée par l'énoncé).
>
> Sept autres élèves (1%) ne croient aucun des deux élèves ou croient les deux pour "éviter une dispute" ou de "faire de la peine".

---

100. Martine Szterenbarg souligne la méconnaissance des collégiens « *sur ce qu'est une expérience scientifique* ». Martine Szterenbarg, « Élaborer l'idée d'expérience », *Aster* n°12, 1991, pp. 75-84.
Il est probable qu'il en aille *a fortiori* de même d'élèves plus jeunes de l'école primaire. L'un des élèves interrogés affirme par exemple : « *on a appris des choses qu'on ne savait pas et on dit que c'est des expériences* » (fille, 10 ans, CM2, Jardin des Sciences de Mouans-Sartoux 2013).

101. Nous supposons que les élèves de CE1 ont pu être effrayés par la longueur de la question. De nombreux élèves de CE2 n'ont pas non plus répondu à la première question (34%). On dispose en revanche des réponses des élèves de de CP, auxquels leur enseignant a lu le questionnaire pour en faciliter la compréhension. On peut supposer que l'enseignante de CE1 n'a pas jugé cette précaution utile.

Le reste des élèves (21%) ne répond pas (17%) ou fournit une réponse non pertinente (4%).

Les figures 7.5.2.a. & b synthétisent ces résultats tous niveaux de classes confondus (a) puis par niveau de classe (b).

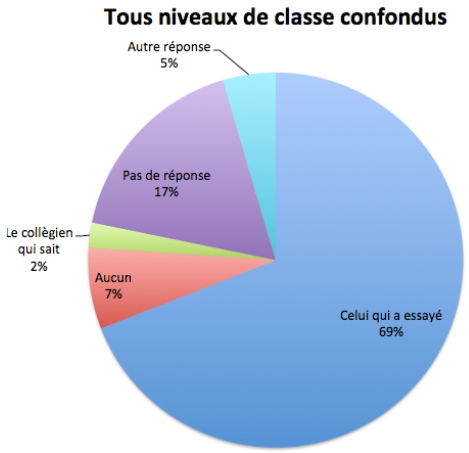


Figure 7.5.2.a. : Distribution des réponses des élèves à la question « Qui crois-tu ? », *tous niveaux confondus (sauf CE1)*

Suivant les niveaux de classe, entre 80 et 95% des élèves ayant répondu qu'ils croyaient le second enfant justifient leur réponse par le fait qu'il a *essayé* (ou *fait l'expérience*).

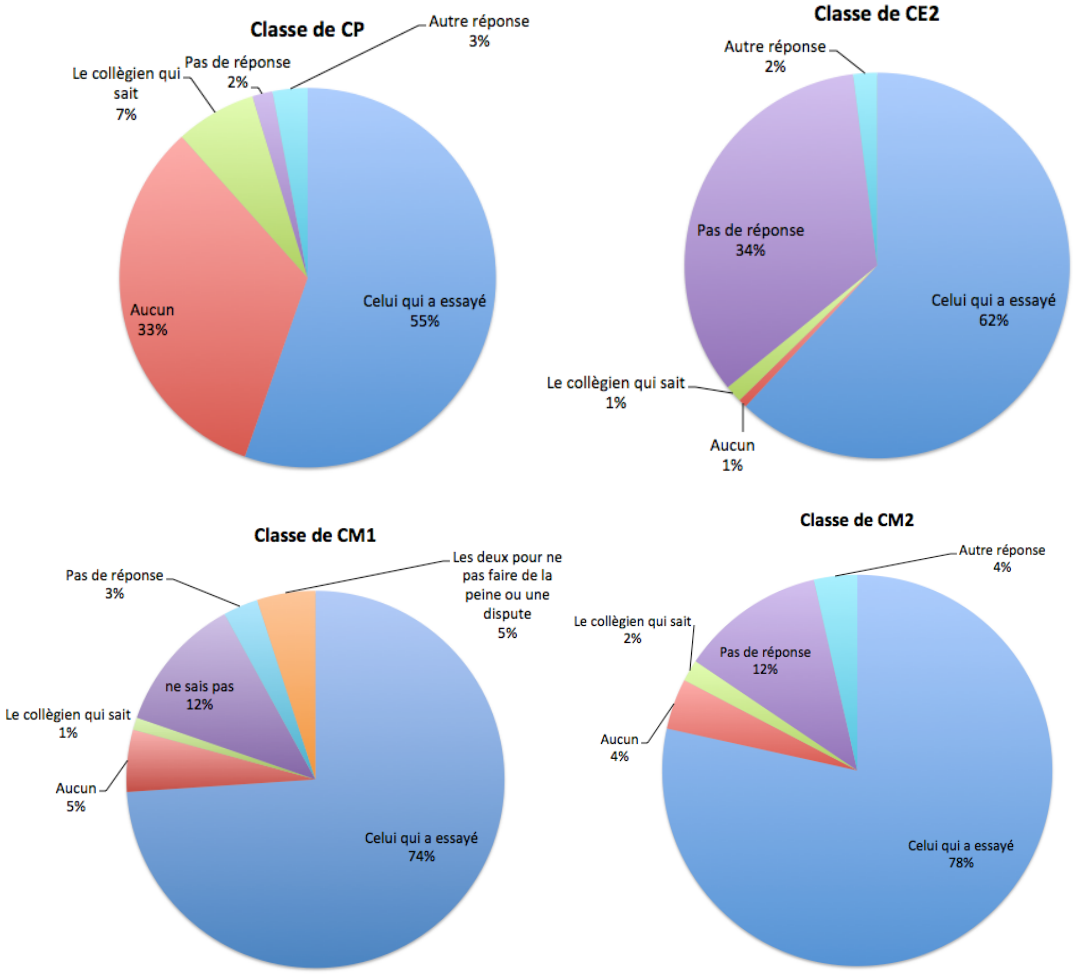


Figure 7.5.2.b. : Distribution des réponses des élèves à la question « Qui crois-tu ? » *par niveau de classe*

Remarque : Les élèves de CP sont ceux qui répondent le plus volontiers qu'ils ne croient *aucun* des deux élèves (33% *vs*. 1% en CE2). Ils appartiennent toutefois tous à la même classe. Faute d'informations complémentaires sur les modalités précises de passation du questionnaire par l'enseignant, ce résultat est d'interprétation délicate. Un phénomène de contamination semble en effet plausible : un élève ayant exprimé sa réponse à voix haute a pu être "suivi" par le reste de la classe.

Le plus scientifique : celui qui essaie !

Les élèves considèrent très majoritairement que « le plus scientifique » des deux intervenants hypothétiques est celui qui dit avoir essayé (Tableau 7.5.2.c.).

	CP	CE2	CM1	CM2	Total
Celui qui a essayé	76%	82%	77%	89%	83%
Aucun	0	1%	1%	1%	1%
Le collégien qui sait	19%	7%	9%	7%	9%
Pas de réponse	3%	5%	5%	1%	3%
Autre réponse	2%	5%	8%	3%	4%

Tableau 7.5.2.c. : Distribution des réponses des élèves à la question « Lequel est le plus scientifique ? » *par niveau de classe*

Les élèves de cycle 3 sont relativement peu nombreux (moins de 10%) à considérer comme « plus scientifique » l'élève qui se dit très fort en science. Assez curieusement, cette proportion n'en est pas moins nettement supérieure à celle des élèves qui croient l'élève "fort en science" de préférence à celui qui essaie (< 2 %).

Les élèves de CP ont proportionnellement plus tendance à admettre que celui qui se dit très fort en science est le plus scientifique. L'interprétation de ce résultat est toutefois délicate. Le mot |*science* |n'a pas encore de contours bien définis pour eux (cf. *infra*) et ils pourraient être plus tentés d'associer "scientifique" et "fort en science" par simple proximité des termes.

En résumé, une très grande majorité des élèves interrogés confrontée à deux réponses contradictoires :

- rejetterait l'argument d'autorité énoncé par un autre élève, même plus âgé qu'eux
- privilégierait explicitement un argument expérimental
- considèrerait comme "plus scientifique" un élève revendiquant une démarche expérimentale

7.5.3. Une image des sciences tres majoritairement positive

Faire des sciences : un plaisir !

24% des élèves associent directement et explicitement faire des sciences à un plaisir. Parmi ceux-ci :

— 17 % associent directement les sciences à une activité ludique : c'est faire des *jeux (4%)* ou *s'amuser (13%)*.

— 7% suggèrent que faire des sciences, *c'est bien, super, génial, cool, rigolo, extraordinaire, passionnant,* voire que « *c'est du bonheur* ».

Inversement, l'expression « *faire des sciences* » ne semble susciter un sentiment mitigé que chez 4 élèves sur 1113 (2 CP et 1 CM2 sur le Jardin des sciences de Mouans-Sartoux/Peymeinade 2013 ; 1 CM2 de l'école Auber, 2013) :

— Trois considèrent qu'ils ont fait des sciences parce que « *il fallait réfléchir et que c'était difficile* » voire « *dur* ». Sans être strictement incompatible avec la notion de plaisir, ces formulations s'en éloignent nettement.

— Enfin, le dernier, qui n'a pas participé à un Jardin des sciences, sait qu'il a fait des sciences lorsque c'est « *inexplicable* ». Il indique par ailleurs que ce qu'il a préféré en classe, c'est le travail sur les saisons.[102] C'est en tout cas le seul pour qui les sciences ont un caractère inaccessible, ce qui nous semble peu compatible avec la prise de plaisir.

Il convient toutefois de noter que ce résultat globalement très positif est obtenu pour des élèves venant pour la plupart de participer à un Jardin des sciences, manifestation résolument festive, et dont la préparation avait occupé une part significative des cours de sciences de l'année. Il ne serait donc pas possible de le généraliser sans précaution à des populations d'élèves ayant bénéficié de stratégies pédagogiques différentes pour l'enseignement des sciences.

De très nombreux élèves interrogés expriment donc spontanément une vision positive de la science.

Une question directe

Il a par ailleurs été spécifiquement demandé à 478 élèves[103] ayant participé à un Jardin des sciences et aux 30 élèves de CM2 de l'école Auber (qui n'en avaient pas bénéficié) s'ils aimaient les sciences.

Pour les élèves ayant participé à un Jardin des sciences, seuls 11 (soit 2%) ont une réponse mitigée :

- 6 n'aiment pas (1 en CE1, 1 en CM1, 4 en CM2)
- 4 aiment moyennement (tous en CM1, pour 2 d'entre eux « *ça dépend du sujet/ de ce que l'on fait* »)
- 1 ne répond pas (en CM1)

102. Sachant les difficultés des enseignants en formation initiale à comprendre le phénomène, cette réponse peut être prise avec un grain de sel.

103. 282 élèves du jardin des sciences de Mouans-Sartoux 2011 et 196 de celui de Cagnes-sur-Mer/Saint-Laurent-du-Var en 2010.

Parmi les élèves de l'école Auber, 5 (soit 17%) ont une réponse mitigée :

- 1 n'aime pas
- 4 aiment moyennement

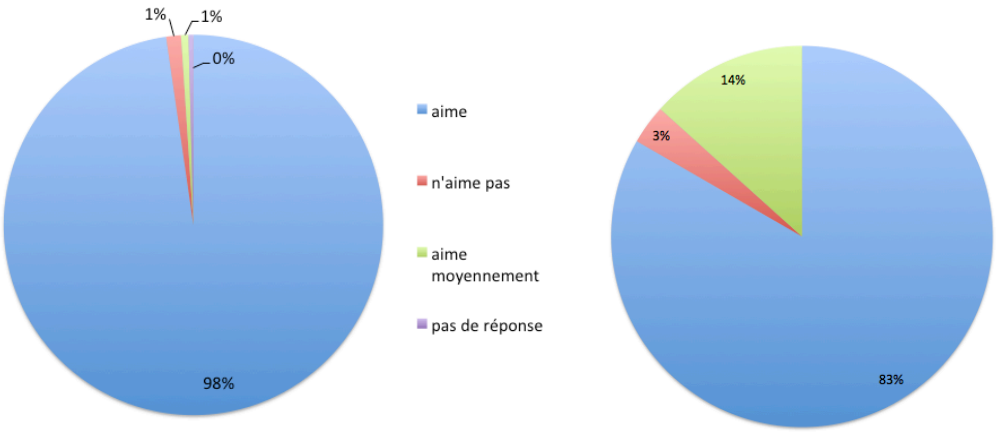


Figure 7.5.3. : Distribution des réponses à la question « Est-ce que tu aimes faire des sciences ? ».
À gauche : élèves ayant participé à un Jardin des sciences ; 100% = 478 réponses.
À droite : élèves n'ayant pas participé à un Jardin des sciences ; 100% = 30 réponses.

Ces résultats sont pleinement compatibles avec ceux de nombreux chercheurs[104] anglo-saxons spécialistes du domaine, qui admettent généralement qu'une majorité des jeunes enfants ont une attitude positive envers la science jusqu'à l'âge de 10-11 ans.

La section 7.5.6 reviendra sur la différence entre les élèves ayant ou non participé à un Jardin des sciences.

7.5.4. EVOLUTION DANS LE TEMPS DES CATEGORIES DOMINANTES

La représentation des sciences peut évoluer au cours de la scolarité élémentaire, un élève de CM2 ayant *a priori* une expérience scolaire de l'enseignement des sciences plus conséquente que celui de CP. Cette section s'intéresse à l'évolution des éléments de réponse des élèves en fonction de leur niveau de classe.

Réponses à la question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? »

1482 éléments de réponse correspondant à 1113 élèves ont été relevés et regroupés en 43 catégories :

- 4 catégories rassemblent 56% des éléments de réponse (apprendre / faire des expériences / s'amuser / découvrir)
- 6 catégories contiennent entre 3 et 5 % des éléments (pour un total de 24%)
- 13 catégories contiennent entre 1 et 2% des éléments (pour un total de 15%)
- 20 catégories rassemblent 5% des éléments de réponse rares

(e.g. « *des défis* » / « *des énigmes* » / « *c'est logique* »).

104. E.g. Jonathan Osborne, Shirley Simon, Sue Collins. « Attitudes towards science: A review of the literature and its implications », *International Journal of Science Education*, 2003, vol. 25(9), pp. 1049-1079.

Le diagramme 7.5.4.a. détaille la fréquence relative des catégories significatives (> 1%) en fonction du niveau de classe.

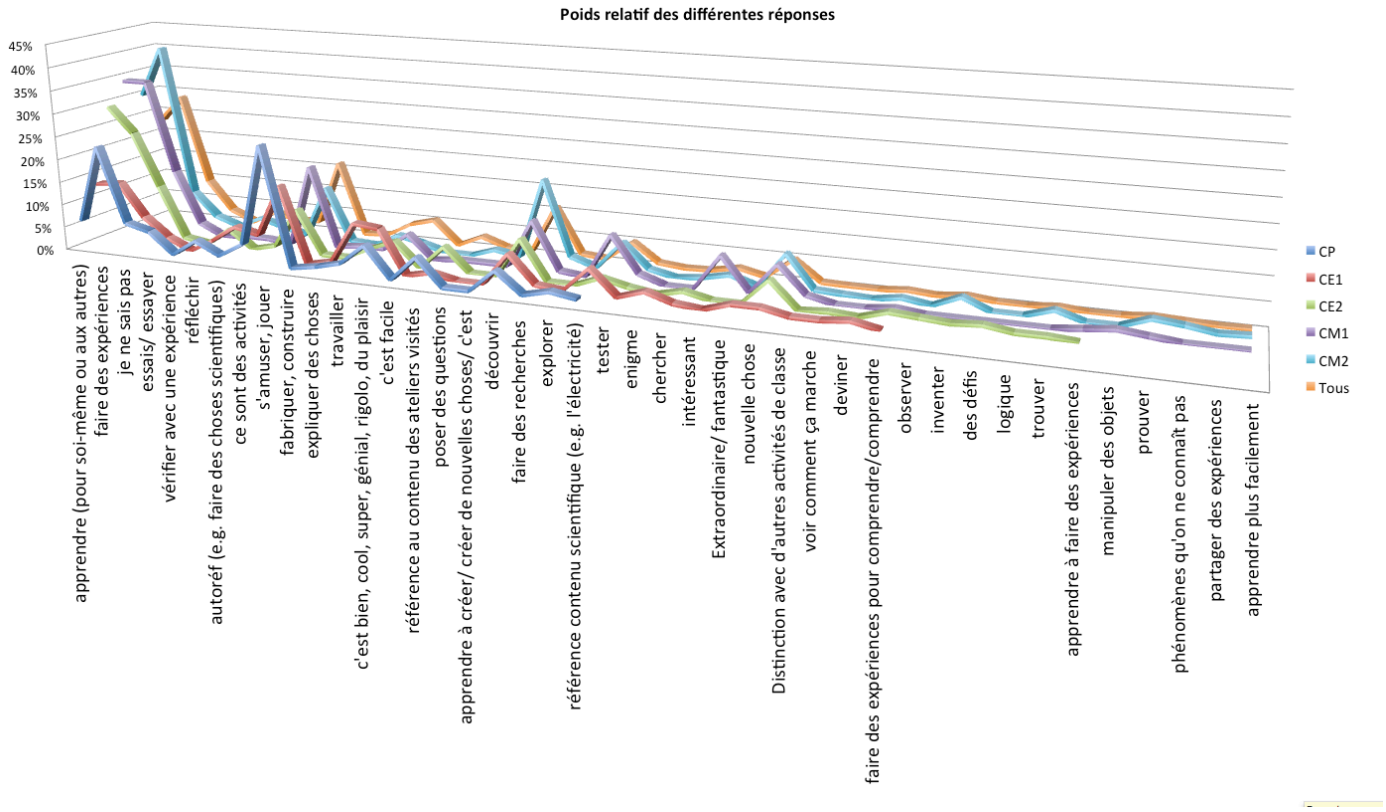


Diagramme 7.5.4.a. : Poids relatif des différents types d'éléments de réponse par niveau de classe.
Une réponse pouvant faire intervenir plusieurs éléments de réponse, la somme peut être supérieure à 100%.
CP : 226 élèves ; CE1 : 169 élèves ; CE2 : 233 élèves ; CM1 : = 156 élèves ; CM2 : 329 élèves.

Cette représentation met en évidence trois phénomènes :

a/ Le nombre des catégories évoquées augmente avec l'âge des élèves. Ce résultat n'a rien d'étonnant, la capacité d'expression des élèves s'améliorant au fil de leur scolarité, de même que se précisent leurs idées sur la science.

b/ Cinq catégories restent dominantes, en dépit de quelques fluctuations :

— Apprendre
— Faire des expériences
— S'amuser
— Découvrir
— Nouvelles choses.

c/ L'importance de certaines catégories fluctue en revanche sensiblement suivant les âges.

Ainsi, la catégorie "travailler" connait une poussée en CE1 (plateau rouge sur le diagramme).

Les catégories “référence au contenu des ateliers du Jardin des sciences” (e.g. « *c’est fabriquer des trucs électriques* ») et “référence au contenu scientifique"(e.g. « *c’est quand il y a de la chimie* »[105]) n’ont pas d’évolution simple.

On peut également considérer, pour chaque type d’élément de réponse, la distribution des niveaux de classe parmi les élèves qui s’en réclament. Certaines catégories apparaissent dominées par les petites classes (e.g. *s’amuser*) ; d’autres par les grandes (e.g. *apprendre*).

Le diagramme 7.5.4.b. compare à la fois le poids relatif de ces catégories et leur répartition par niveau de classe. On a conservé les 16 catégories les plus représentées. La catégorie “s’amuser” a également été scindée en deux sous-catégories pour mieux faire apparaître des variation des réponses liées à l’âge : la catégorie des éléments de réponse où seule l’idée de plaisir est présente et celle où elle est associée à une autre idée (e.g. *s’amuser en apprenant* ou *apprendre en s’amusant*).

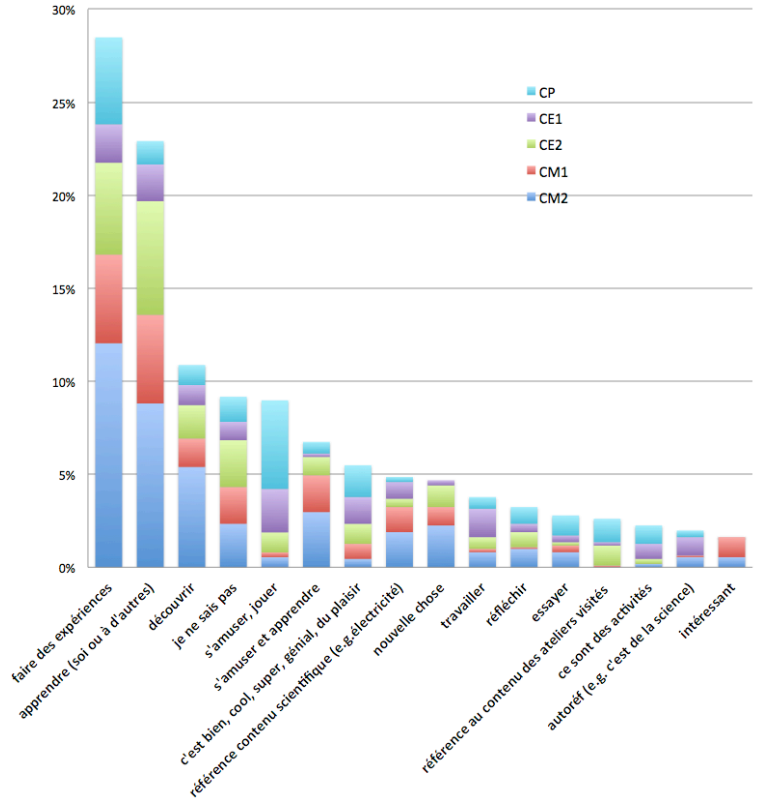


Diagramme7.5.4.b. : Contribution des différents niveaux de classes à un élément de réponse donnée et poids relatif des différentes catégories de réponse. Une réponse pouvant faire intervenir plusieurs éléments de réponse, la somme peut être supérieure à 100%. 1113 élèves.

Il semble y avoir une dépendance entre l’âge et les types de réponses fournies. Cela fera l’objet de la section suivante.

105. Réponses fournies par des élèves de CE1 et de CE2, respectivement. Jardin des Sciences de Mouans-Sartoux/Peymeinade, juin 2013

Réponses à la question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? »

666 éléments de réponse correspondant à 635 élèves ont été relevés et regroupés en 46 catégories :

- 2 catégories rassemblent 36% des éléments de réponse (parce qu'on a fait des expériences / parce que que c'est un jardin des sciences)
- 10 catégories contiennent entre 3 et 6 % des éléments (pour un total de 43%)
- 13 catégories contiennent entre 1 et 2% des éléments (pour un total de 14%)
- 21 catégories rassemblent 7% des éléments de réponse rares (e.g. « *parce que ce sont des phénomènes qu'on ne connaît pas / c'était difficile / il y a des énigmes* »).

Comme précédemment, le nombre des catégories évoquées augmente avec l'âge des élèves comme pour les réponses à la question précédente.
Le diagramme 7.5.4.c. rassemble les catégories les plus représentées et leur proportion relative en fonction du niveau de classe. Il suit les mêmes règles de construction que le diagramme 7.5.4.a.

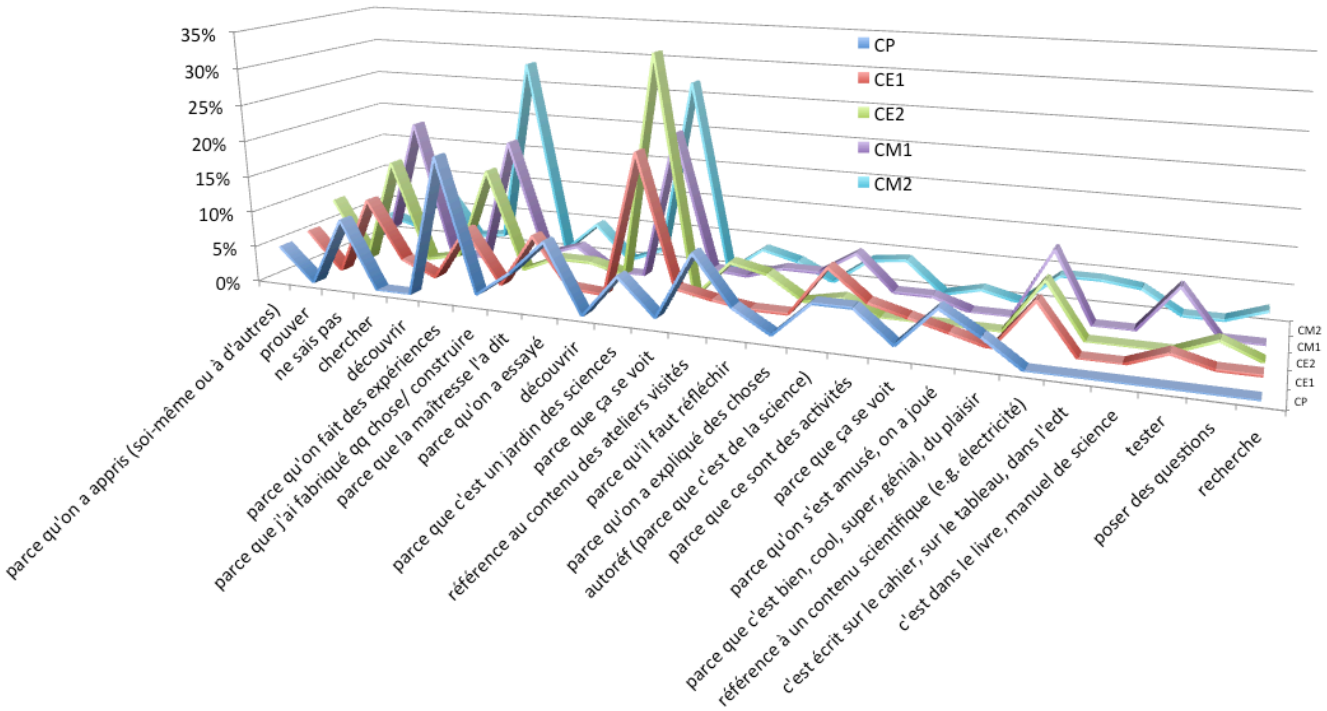


Diagramme 7.5.4.c. : Poids relatif des différents types de réponse par niveau de classes. Une réponse pouvant faire intervenir plusieurs éléments de réponse, la somme peut être supérieure à 100%. CP : 168 élèves ; CE1 : 148 élèves ; CE2 : 94 élèves ; CM1 : 62 élèves ; CM2 : 163 élèves.

Cette représentation met en évidence deux phénomènes :

a/ Quelques grandes catégories sont privilégiées par tous les élèves, en dépit de quelques fluctuations :

"Parce qu'on fait des expériences"
"Parce que c'est un jardin des sciences"
"Référence à un contenu scientifique"

b/ La répartition des réponses en CP et en CE1 présente des pics spécifiques.

En CP : "Parce qu'on a essayé." ; "Parce qu'on s'est amusé."

En CE1 : "Parce que la maîtresse l'a dit."

Une comparaison plus fine des catégories serait nécessaire pour comprendre leur évolution au cours du temps.

Les réponses des élèves aux deux questions ont donc pour point commun d'être concentrées sur quelques types de réponse, qui restent sensiblement les mêmes pour tous les niveaux de classes.

7.5.5. Representation de la science en fonction du niveau de classe

On se propose dans cette section de dégager dans ses grandes lignes la représentation de la science des élèves ayant participé à un jardin des sciences suivant leur niveau.

Classes de CP

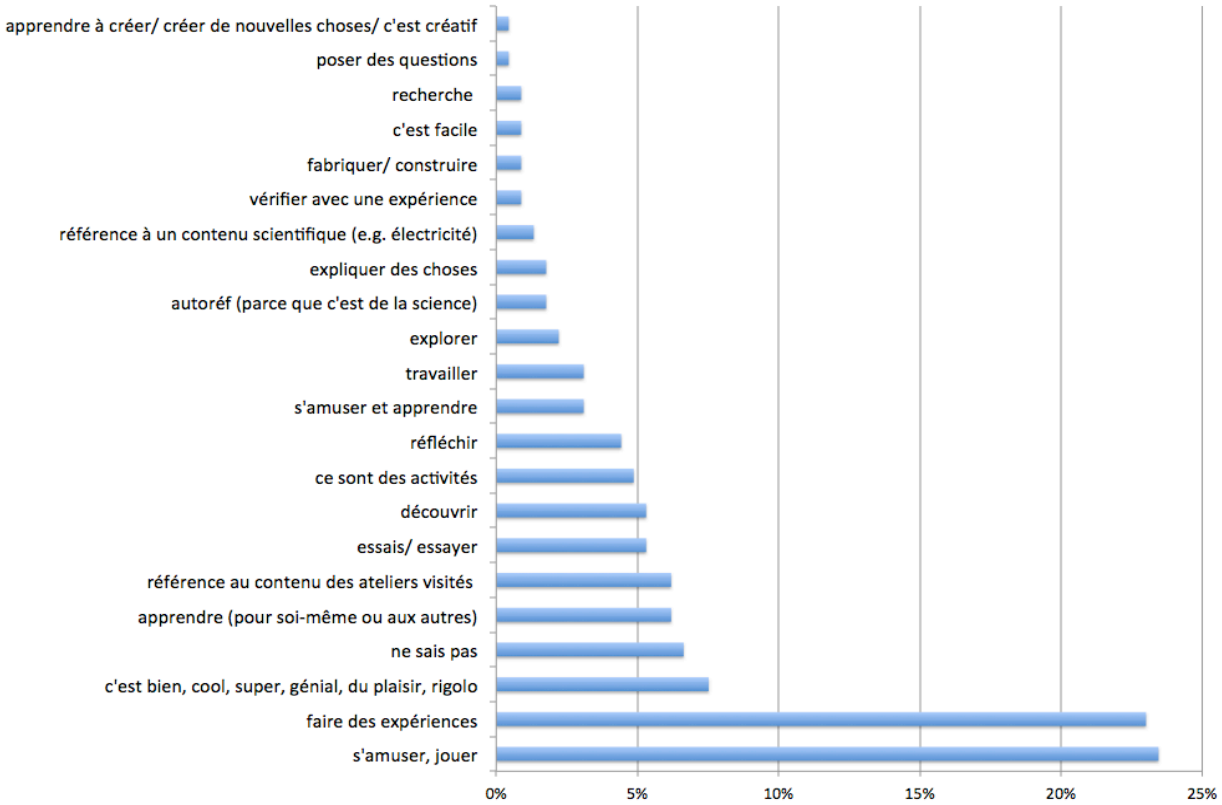


Tableau 7.5.5.a. : Distribution des différents éléments de réponse en CP à la question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? ». *226 élèves.*[106]

En CP, les réponses à la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* » sont concentrées sur deux catégories : faire des expériences et s'amuser (23% chacune).

Les termes *découvrir, essayer, réfléchir, explorer* sont également bien représentées (16% des élèves en tout). Les références aux contenus des ateliers (6%) et à des activités sans plus de précision (5%) sont également nombreuses. L'association *faire des sciences /apprendre* apparaît seulement en cinquième position, l'association de la science au plaisir regroupe en revanche 34% des réponses.

106. Tableaux 8.5.5.a—i : Une réponse pouvant faire intervenir plusieurs éléments, la somme est souvent supérieure à 100%.

A la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* », les élèves répondent avant tout que c'est parce qu'ils ont fait des expériences. Ils font référence fréquemment au contenu des ateliers vécus (10%) et considèrent qu'on fait des sciences quand « *on essaie* »[107] (10%).

On fait également des sciences quand on s'amuse (7%). L'argument autoréférent « *parce que c'est un jardin des sciences* » n'est évoqué que par 6% des élèves.

Tableau 7.5.5.b. : Distribution en CP des différents éléments de réponse à la question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? ». *168 élèves.*

Classe de CE1

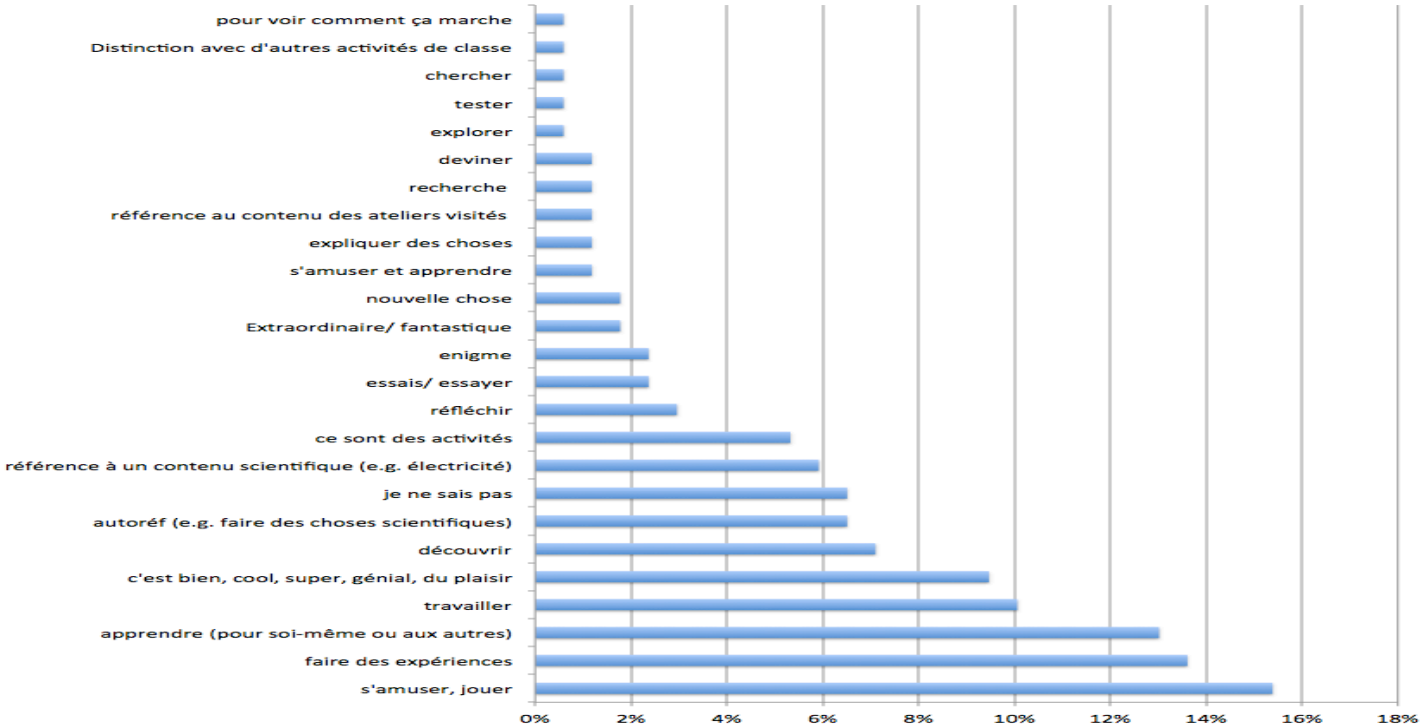


Tableau 7.5.5.c. : Distribution en CE1 des différents éléments de réponse à la question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? ». *169 élèves.*

107. « *Comment savoir ? On essaie !* » étant la formule de référence du Guide *Sciences à l'école, côté jardin* utilisé par les enseignants.

En CE1, la diversité des éléments de réponses augmente sensiblement (7 catégories à plus de 8% *vs.* 2 catégories en CP).

Comme en CP, les réponses majoritaires sont de type "s'amuser" et "faire des expériences". L'association de la science au plaisir ne regroupe plus que 24% des réponses.

On observe en revanche une forte montée de la catégorie "apprendre". La catégorie "travailler" apparaît avec un poids important (10%), équivalent à celui de la catégorie "c'est bien" (4e et 5e positions, respectivement).

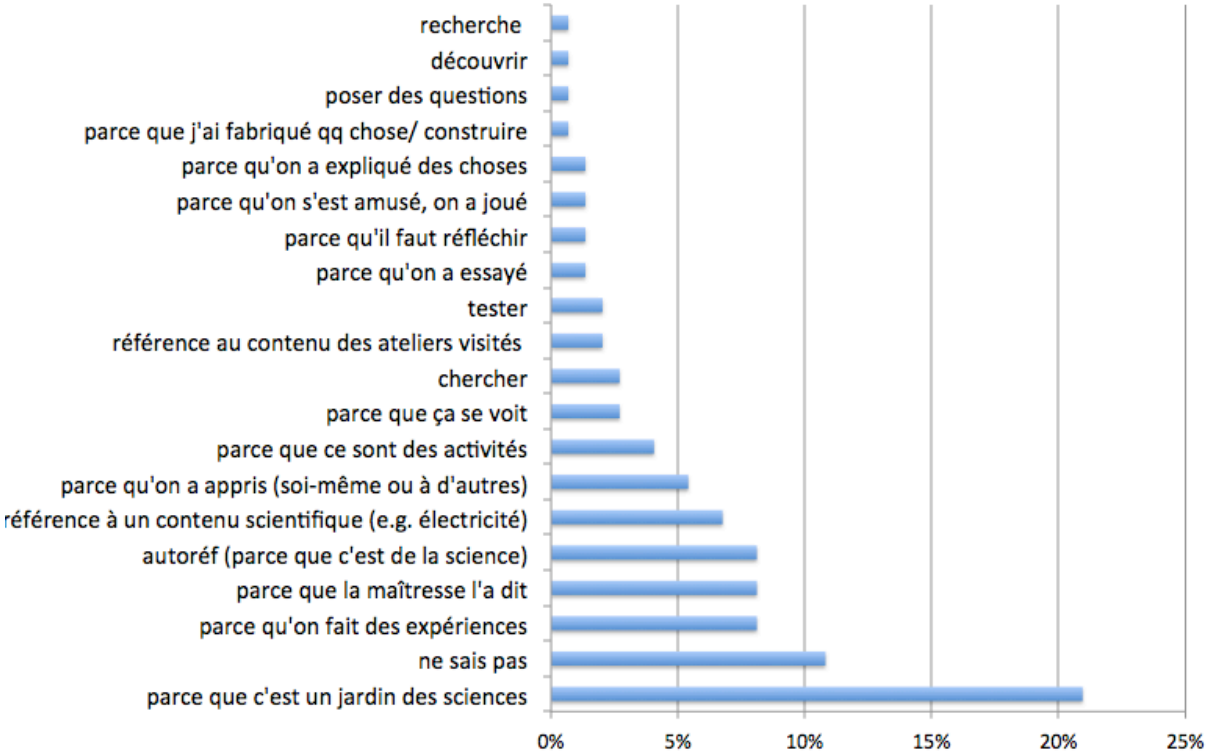


Tableau 7.5.5.d. : Distribution des différents éléments de réponse en CE1 à la question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? *». 148 élèves.*

L'argument « *parce que c'est un jardin des sciences* » est évoqué par 21% des élèves CE1 (contre 6% en CP). Les justifications faisant appel à l'autorité de la maîtresse (qui détermine ce qui relève du "cours de sciences") ou se référant à la nature présumée scientifique des contenus sont utilisées par environ 23% des élèves. *Au total, 44 % des réponses se réduisent, explicitement ou implicitement, à une définition autoréférente de la science.*

Les catégories « *essayer* » et « *s'amuser* » passent en revanche dans le fond du classement. La catégorie « *faire des expériences* » se substitue à la catégorie « *référence aux ateliers visités* ».

Classes de CE2

En CE2, pour les élèves, faire des sciences c'est avant tout apprendre et faire des expériences. La gamme de catégories s'élargit. En particulier, apparaît l'idée qu'il s'agit de comprendre des choses (2%).

La référence au plaisir diminue sensiblement (6e et 8e positions, soit environ 10% au total) et l'apprentissage passe au premier plan. Faire des sciences est également associée à l'idée de *découverte de nouvelles choses* (resp. 4e et 5e position). Comme en CP, on retrouve environ 16% des élèves sur les catégories "découvrir", "essayer", "réfléchir", "chercher", "tester".

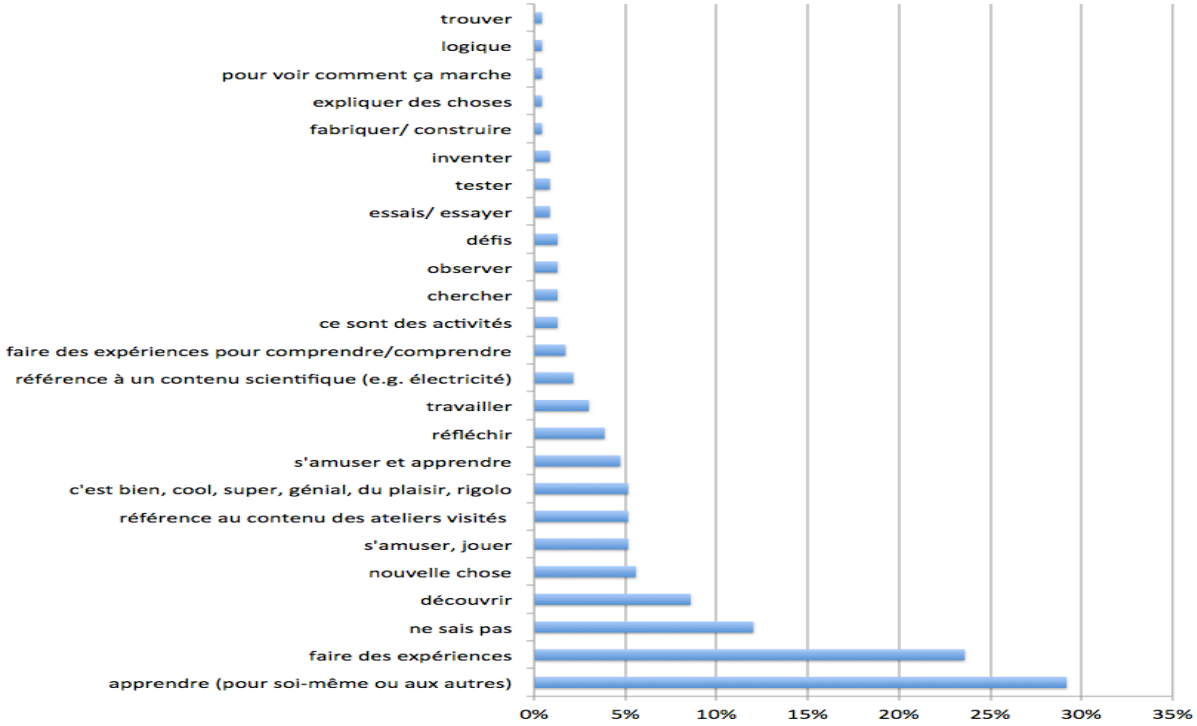


Tableau 7.5.5.e. : Distribution des différents éléments de réponse en CE2 à la question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? ». *233 élèves*

On retrouve dans les réponses à la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* », l'association de la science aux expériences (3e position) et à un apprentissage (4e position).

Les CE2 utilisent le nom de la manifestation pour justifier le fait qu'ils y font des sciences de façon plus marquée encore que les CE1 (33% *vs.* 21%). La référence aux contenus (7%) et à la maîtresse (3%) diminuent en revanche sensiblement.

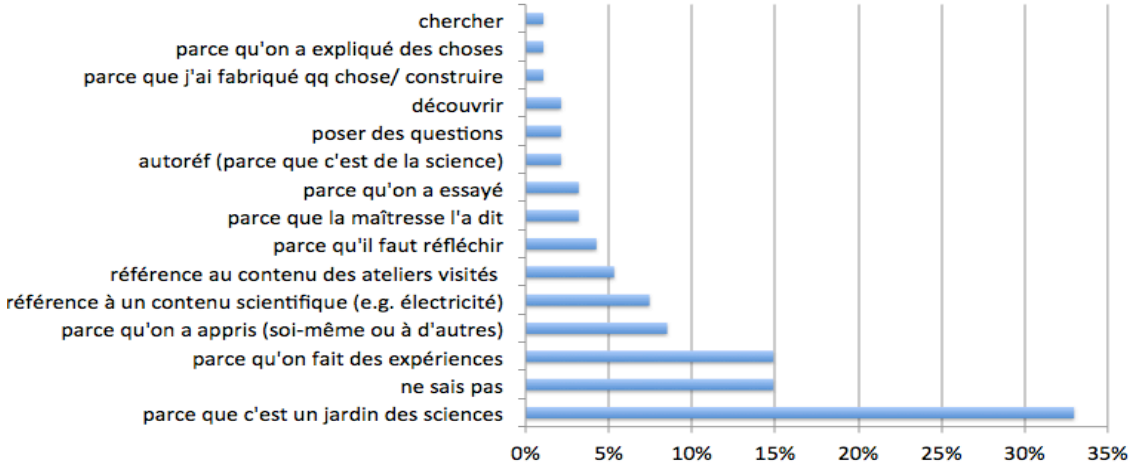


Tableau 7.5.5.f. : Distribution des différents éléments de réponse en CE2 à la question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? ». *94 élèves*

D'une vision "plaisir" de la science en CP à une vision plus" scolaire" en CE2 en passant par une vision "sérieuse" en CE1

En CP, les éléments de réponse des élèves nous semblent déterminés par ce qu'ils ont vécu sur le Jardin des sciences : c'est bien, on s'y amuse et on y fait des expériences. Ils ne paraissent pas avoir d'idée claire sur ce que signifie « faire des sciences » et donnent l'impression de s'appuyer sur leur vécu immédiat pour en déduire le sens. Chez les élèves au CP, les sciences sont du coup fortement associées au plaisir, le jardin des sciences étant une manifestation festive.

Les CE2 semblent en revanche avoir déjà développé une vision "scolaire" de la science : la catégorie « *apprendre* » y tient une place importante. Cette vision semble évacuer considérablement l'association des sciences au plaisir (moins de 10% des élèves en comparaison avec les 34% des CP).

Le CE1 apparaît de ce point de vue comme un niveau intermédiaire, avec des élèves encore proches des CP et d'autres plus proches des CE2. « *S'amuser et jouer* » y reste le type de réponse le plus fréquent à la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* » mais il est en même proportion que les réponses du type « *faire des expériences* ».

La mise en relation de l'évolution des catégories « *apprendre* » et « *s'amuser* » sur les cinq niveaux met également en évidence le rôle de pivot du CE1 (Figure 7.5.5.g.).

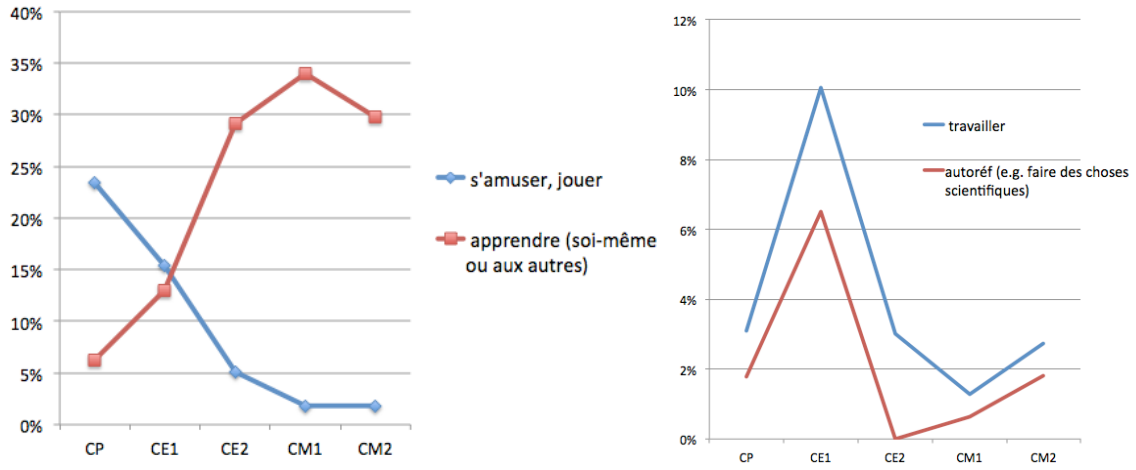


Figure 7.5.5.g. : Poids relatifs des éléments de réponse "apprendre" et "s'amuser"(à gauche) et poids relatifs des éléments de réponse associés au travail et à l'autoréférence (à droite) sur les 5 niveaux de classe

On constate aussi en CE1 une surreprésentation des catégories « *travailler* » et "*autoréférence explicite*" (Figure 8.5.5.g.). Elle pourrait s'interpréter comme une volonté de certains élèves de CE1 d'associer les sciences à une activité "sérieuse". Le pic de la catégorie "*autoréférence*" relèverait alors d'une solution de repli pour pallier leur difficulté à maîtriser les contours du terme |*science* |.

Les réponses à la question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? » suivent une évolution semblable : la revendication du plaisir s'efface au profit de celle de sérieux en CE1. Les réponses de la forme « *pour s'amuser* » passent dans le fond du classement (moins de 1% des élèves les cite) et n'en sortiront plus.

Les justifications appelant à l'autorité de la maîtresse, à l'autoréférence et spécifiant que le contenu de ce qui est fait est scientifique sont en revanche utilisées par une part importante des élèves (23%) alors qu'elles le sont nettement moins en CP (10%)

et un peu en CE2 (15%). Une interprétation pourrait être que les élèves tentent de se détacher de justifications d'apparence subjective sans pour autant encore savoir par quoi les remplacer. Ils s'appuient alors sur de nouvelles justifications à l'apparence plus sérieuse.

Par ailleurs, en CE1, les réponses du type "parce que c'est un jardin des sciences" font une percée remarquable (6% en CP *vs.* 21% en CE1). Le mot « science » utilisé dans le nom de la manifestation semble commencer à faire sens pour les élèves.

Classes de CM1 et CM2

Les profils des élèves de CM1 et CM2 apparaissent très proches, et sont donc regroupés ici. Les réponses qui dominent, comme en CE2, associent « *faire des sciences* » à « *apprendre* » et « *faire des expériences* » (Tableaux 7.5.5.h. & i.). Environ 70% des élèves les choisissent.[108]

Les réponses "*s'amuser et apprendre*" et "*découvrir*" rassemblent également un nombre conséquent d'élèves (25% en CM1 et 28% en CM2, en cumulé). Les catégories *essayer, réfléchir, chercher, explorer, essayer, tester, prouver* rassemblent quant à elle environ 15% des élèves.

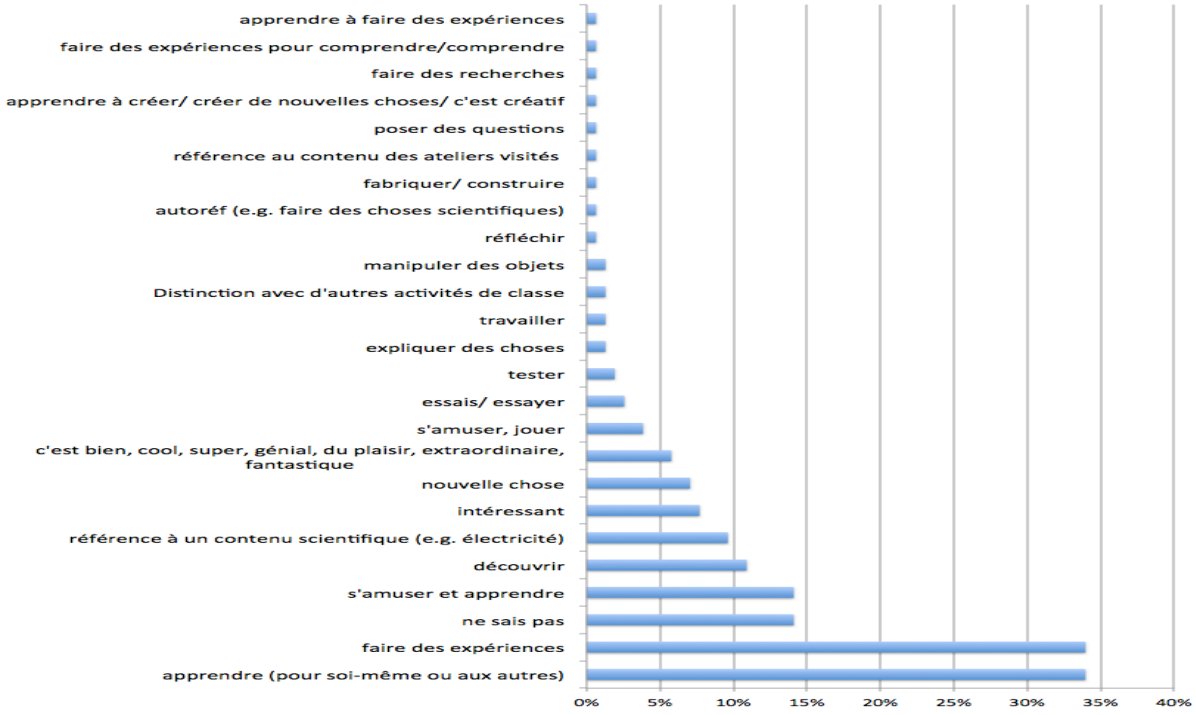


Tableau 7.5.5.h. : Distribution des différents éléments de réponse en CM1. 100% = 156 élèves

108. Cumulativement, les deux types de réponses sont fournis par 68% des CM1 et 71% des CM2.

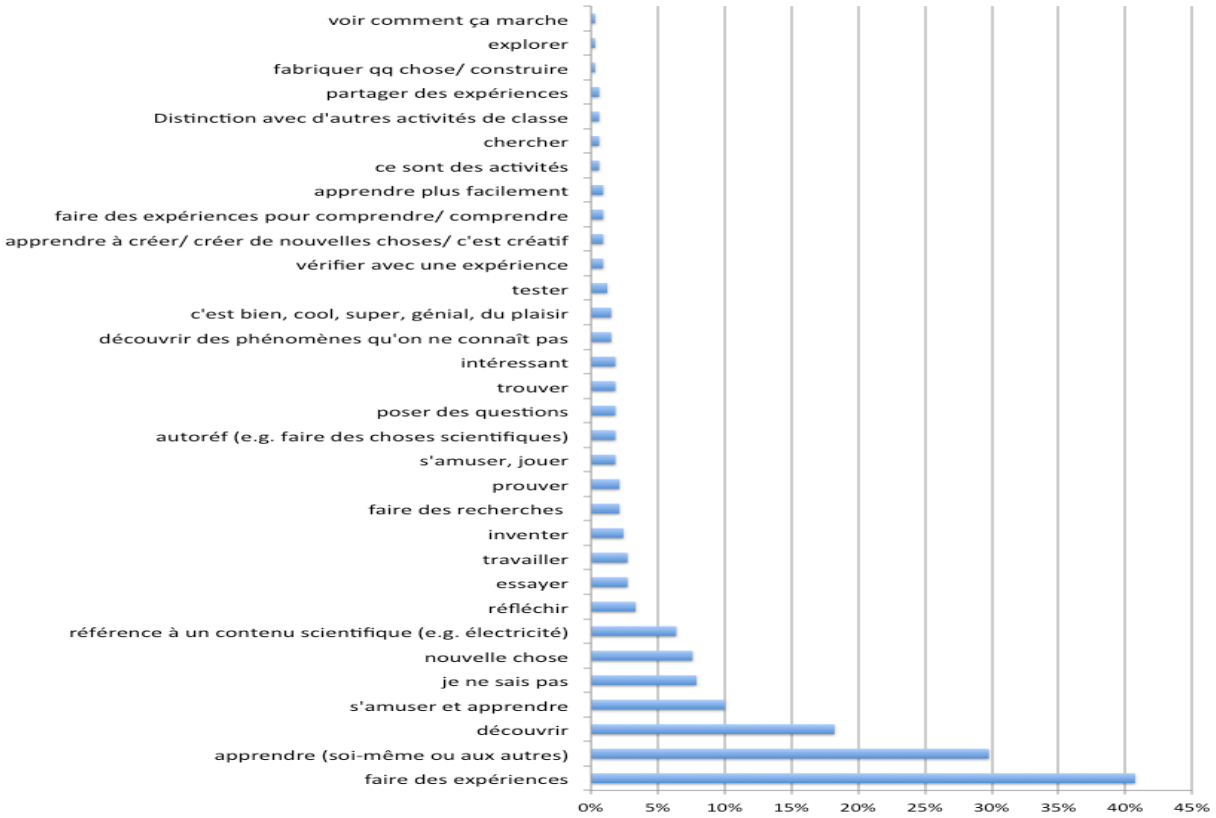


Tableau 7.5.5.i. : Distribution des différents éléments de réponse en CM2. 100% = 329 élèves

Ces réponses restent sans surprise concentrées sur les catégories "*parce qu'on fait des expériences*" et "*parce que c'est un jardin des sciences*".

Le tableau 7.5.5.j. montre que peu d'élèves font appel à l'argument d'autorité ou à l'autoréférence (resp. 6 et 3% en CM1, 5 et 2% en CM2). Les réponses rares de l'ordre de 2-3% restent en proportion stable sur les deux niveaux.

La référence à un contenu scientifique est assez forte en CM1 (10%) et chute en CM2 (2%)[109]. Le contenu ne détermine plus pour les élèves interrogés ce qui est ou pas scientifique.

Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?	CM1 (62)	CM2 (133)
parce que c'est un jardin des sciences	21%	33%
parce qu'on fait des expériences	18%	35%
référence à un contenu scientifique (e.g. électricité)	10%	2%
autoréférence (parce que c'est de la science)	6%	5%
parce qu'il faut tester / chercher / il y a des recherches	6%	6%
parce que la maîtresse l'a dit	3%	2%
parce qu'il faut réfléchir	3%	3%
parce qu'il faut prouver qq chose	3%	2%

Tableau 7.5.5.j. : Poids relatif des différents éléments de réponse à la question
« Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? »

109. La différence n'apparaît pas nécessairement significative, dans la mesure où l'insistance des différents enseignants sur le terme était par construction différente.

7.5.6. EFFET DU JARDIN DES SCIENCES SUR LES REPONSES DES ELEVES

Le jardin des sciences est une stratégie parmi d'autres intégrant l'enseignement des sciences par la démarche d'investigation. Afin de tenter d'évaluer son effet, des élèves ayant fait des sciences uniquement en classe ont également été interrogés.

Il s'agit de 30 élèves issus de deux classes de CM2 de l'école Auber de Nice. Ces élèves ont bénéficié d'un enseignement en sciences solide et intégrant de nombreuses activités expérimentales, et ce de façon relativement constante pendant l'année. Leurs enseignants sont sensibilisés à la démarche d'investigation. L'un d'eux (M. Gachignard) a même reçu le prix des mémoires professionnels de La Main à la Pâte.[110]

Rapport à l'expérience

A la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* », les élèves de l'école Auber font beaucoup moins référence aux expériences que leurs camarades ayant participé à un jardin des sciences (figure 7.5.5.a.).

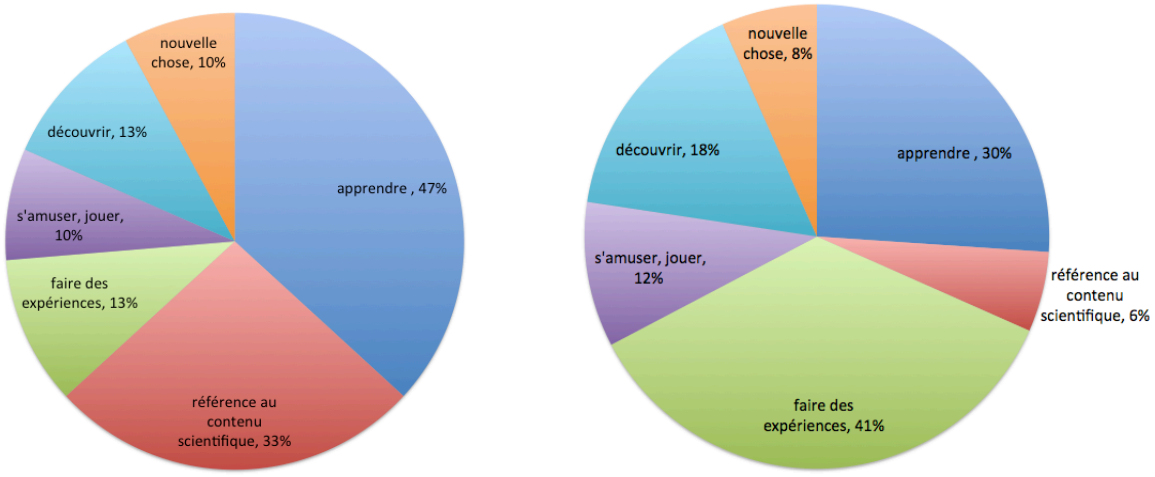


Figure 7.5.5.a. : Poids relatif des éléments de réponse les plus employés à la question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? » *pour les élèves de CM2-Auber (à gauche, 100% = 30 élèves) et ceux de CM2 ayant participé à un Jardin des sciences (à droite, 100% = 359 élèves).*

110. En 2004, pour un travail sur le thème « Intérêts et limites de l'expérimentation en sciences ».

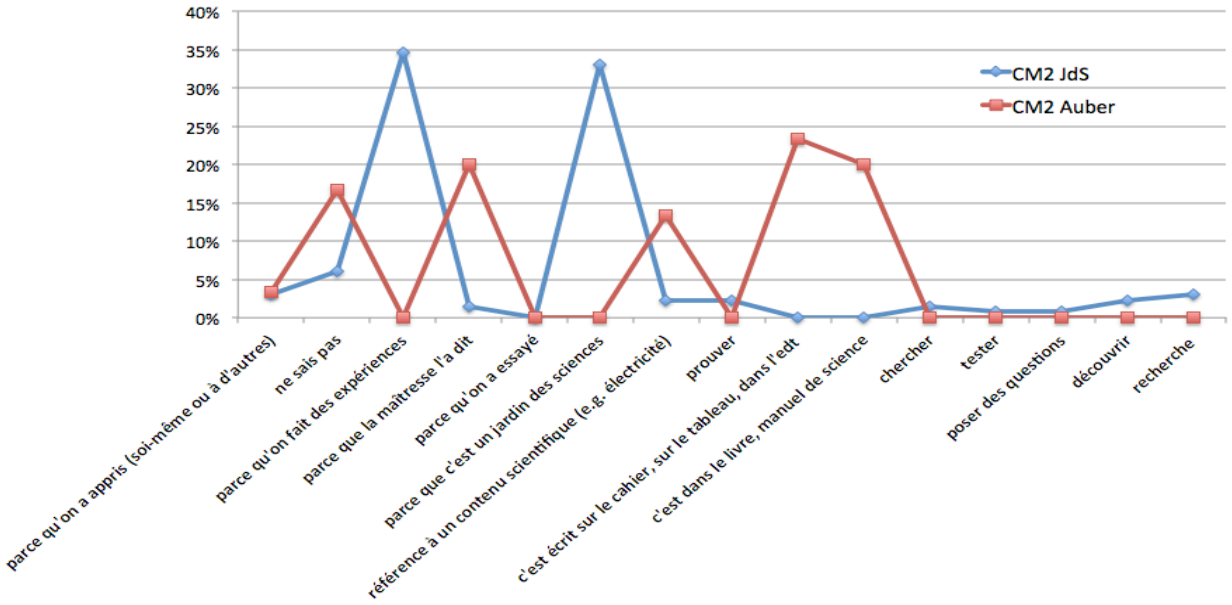


Figure 7.5.5.b. : Poids relatif des éléments de réponse à la question « Comment sais-tu que tu fais des sciences ? » *100% = 30 élèves (CM2 Auber), 100% = 133 élèves (CM2 JDS)*

A la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* », aucun élève de l'école Auber ne fait spontanément référence à des expériences[111] (figure 7.5.5.b.). C'est pourtant la justification la plus employée par les élèves ayant participé à un jardin des sciences. La différence de rapport à l'expérience des élèves trouvée sur la question précédente se retrouve ici de façon encore plus marquée.

Rapport à l'apprentissage

Pour tous, les sciences sont associées au fait d'apprendre, même si on trouve plus d'élèves à Auber fournissant cette réponse que d'élèves ayant participé à des Jardins des sciences (élèves JDS).

Rapport au contenu scientifique

Quelle que soit la question posée, les élèves de l'école Auber s'appuient beaucoup plus sur la nature du contenu étudié que leurs camarades ayant participé à un jardin des sciences :

— 33% *vs.* 6% pour la question « *C'est quoi faire des sciences pour toi ?* »

— 13% *vs.* 2% pour la question « *Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?* ».

Rapport à l'autorité

Les élèves de l'école Auber sont bien plus nombreux à se référer à l'autorité de l'enseignant (20% *vs.* 2% pour les élèves JDS).

Ils s'appuient sur des critères renvoyant encore plus ou moins directement à l'autorité : celle du livre (20%) ou celle du maître, indirectement *via* le nom du cahier, la place dans l'emploi du temps, l'indication portée au tableau (23%). Ils n'utilisent

111. Une seule élève sur trente, déjà citée, associe néanmoins faire des sciences à la présence de nombreuses activités : « *C'est parce qu'on fait beaucoup d'activités* » (fille, 10 ans).

pas, en toute logique, l'argument "parce c'est jardin des sciences" (33% des élèves JDS).

En incluant dans les justifications constitutives d'un l'appel à l'autorité, celle s'appuyant sur un nom, celui du Jardin des sciences, on constate que :

— 35% des réponses des élèves JDS s'appuient sur une autorité
— 63% des élèves de l'école Auber s'appuient sur une autorité

Jardin des sciences : un effet prometteur ?

La participation à un jardin des sciences semble limiter l'emploi de justifications basées sur le contenu travaillé ou faisant appel à l'autorité de la part des élèves. Inversement, elle semble avoir un effet marqué sur l'association science/expérience.

Ce concept de manifestation semble donc, de ce point de vue, atteindre son objectif pédagogique. Il est cependant important de noter que les réponses des élèves ont été recueillies juste après leur participation au Jardin des sciences ; une étude complémentaire serait nécessaire pour confirmer son impact sur le long terme.

7.5.7. Des representations de la science en construction

Des réponses des élèves de cycle 2 et 3, il ressort que ceux-ci ne font pas de lien étroit entre les notions de *science* et de *méthodologie*. En fait, les termes de *méthode* et de *méthodologie* semblent absents du vocabulaire courant de la plupart des élèves de ce niveau. Celui de *science* leur est manifestement plus familier, et sa connotation est encore nettement positive à l'école élémentaire ; pour autant, les représentations associées y sont clairement en construction.

Les plus jeunes d'entre eux (CP-CE1) paraissent avoir une représentation de la science essentiellement déterminée par leur vécu immédiat. Ils associent très volontiers les activités scientifiques à des jeux et au plaisir.

Pour les plus âgés (CE2-CM2), faire des sciences est bien plus associé à l'idée d'apprendre des choses. Les élèves associent également aux sciences l'idée de découverte (fréquente) et ce, bien plus que celle de compréhension des phénomènes (rare).

D'une façon générale, les élèves des cycles 2 & 3 (ou du moins, ceux ayant bénéficié d'une pédagogie de type "Jardin des sciences") restent très majoritairement sur une représentation élémentaire de la science : faire des sciences, c'est faire des expériences. Celle-ci constitue une base conceptuelle saine sur laquelle les enseignants des classes de collège pourront s'appuyer pour construire des approches et des définitions plus sophistiquées.

Addendum 7

Entretiens réalisés avec des élèves de CP : diagramme de Kiviat

Les entretiens ont été réalisées dans la classe de Mme Anne Wacongne, enseignante de CP à l'école Alphonse Daudet de Cagnes-sur-Mer le 5 avril 2011, quinze jours après la mise en œuvre de la séquence *Plouf !* en classe.

Cette enseignante mettait en place pour la première fois une démarche d'investigation dans sa classe avec les élèves, dans le cadre de sa participation au Jardin des sciences. Les élèves ont travaillé en amont de la séquence l'album *Plouf !* et l'ont scénarisé.

10 binômes ont été interviewés. Les entretiens, numérotés de C1 à C10, sont disponibles en annexe 7.A.c.

Image 7.a.1. : un binôme au cours de l'entretien (Elia et Sofian, entretien C3)

Diagrammes de Kiviat :

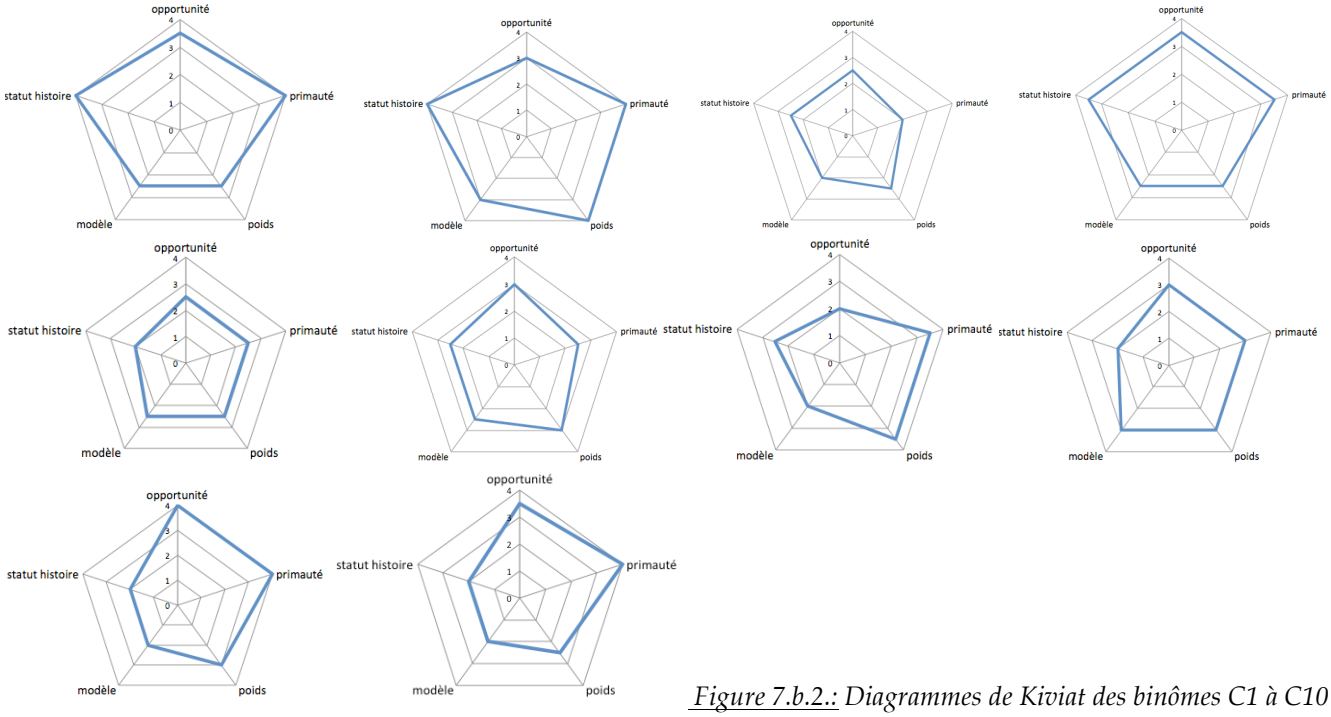


Figure 7.b.2.: Diagrammes de Kiviat des binômes C1 à C10

Partie 8
Propositions curriculaires

8. Propositions curriculaires

Les résultats qui précèdent confirment dans une large mesure les intuitions fondatrices de ce travail : les enseignants et futurs enseignants du primaire[1] ne disposent pas, pour la plupart d'entre eux, d'une vision claire et opératoire de la nature de la science ; mais il s'avère possible de développer des stratégies efficaces pour les amener à s'en approprier une et développer ainsi significativement la pratique de la science scolaire dans les classes, et ce dès l'école maternelle.

Au terme de notre étude, nous souhaitons donc faire quelques propositions concernant aussi bien la formation des jeunes élèves de l'école primaire que celle de leurs enseignants.

Nos propositions porteront sur :

— l'intégration dès l'école maternelle d'éléments de méthodologie scientifique dans les pratiques de classe pour y *faire des sciences* ;
— l'intégration au cycle 3 d'éléments de scientificité explicites ;
— la formation épistémologique des enseignants.

Propositions pour le cycle 1 et le cycle 2

Proposition 1 :

Intégrer des éléments de méthodologie expérimentale de base dans les programmes de découverte du monde des cycles 1 & 2

Nous proposons de travailler dans les cycles 1 & 2 trois compétences méthodologiques expérimentales de base relatives à :

— la primauté de l'observation ou de l'expérience,
— la reproductibilité des observations et expériences,
— ainsi que leur robustesse.

Les programmes actuels distinguent l'enseignement des sciences expérimentales, qui inclut au cycle 3 aussi bien des compétences méthodologiques que des savoirs de base, de la "découverte du monde" qui, en fin de CE1, se limite à "*observer et décrire pour mener de investigations*". Sans remettre en cause la progression des contenus, il nous semblerait utile de profiter de la modération des enjeux de fond en cycles 1 et 2 pour commencer à y introduire de "bonnes pratiques" observationnelles et expérimentales.
Nous proposons donc de démarrer cette initiation dès la Grande Section de maternelle, où les éléments méthodologiques peuvent être perçus par les jeunes élèves comme des règles du jeu à respecter lors de pratiques de classe associées à l'expérimentation ou à l'observation. Les petits de maternelle sont en effet tout prêts à accepter les règles posées par les adultes, sans d'ailleurs forcément réfléchir aux objectifs qui les sous-tendent. Cette attitude est favorable à la construction d'automatismes méthodologiques.

1. Ou du moins ceux des Alpes-Maritimes, qui en constituent un échantillon *a priori* représentatif.

Bien établies après six années de mise en application à l'école primaire, ces compétences méthodologiques s'avéreraient alors d'autant plus précieuses au collège pour anticiper et accompagner le "choc" du formalisme, dont on sait la capacité à décourager nombre de jeunes élèves et à les convaincre qu'ils sont "nuls en sciences".

1.a. Réaffirmer dans les programmes de cycles 1 et 2 l'importance d'un étayage expérimental ou observationnel des propositions avancées

Pourquoi ?

Les petits ne ressentent que rarement la nécessité de mettre à l'épreuve leurs explications des phénomènes qu'ils connaissent. Ils se satisfont tout autant d'une réponse d'autorité apportée par l'adulte. Introduire dès le cycle 1 l'idée que toute affirmation peut appeler justification les prépare à une relation moins passive au savoir, scientifique en particulier.

Dans la mesure où ils n'ont pas encore acquis les compétences langagières et logiques nécessaires à une argumentation convaincante, l'expérience est souvent le seul moyen qui leur est accessible pour vérifier leurs dire — *Comment savoir ? On essaie !*

Comment ?

1.b. Intégrer dans les programmes de cycles 1 et 2 la notion de "bonne pratique expérimentale"

Dans un premier temps, ces bonnes pratiques concernent l'intégrité et la mise en commun systématique des résultats. Puis, dès la Grande Section de maternelle, elles peuvent impliquer les notions de reproductibilité et de robustesse des expériences.

Reproductibilité

Si les petits aiment refaire les choses, refaire *délibérément* la même chose pour s'assurer qu'on trouve le même résultat n'est pas un comportement spontané chez eux. Ritualiser le test systématique de la reproductibilité des résultats d'une expérience avant de conclure serait un premier pas utile vers l'intégration de l'idée d'une démarche "scientifique".

Robustesse

De même, l'usage de faire varier au moins un paramètre présumé non pertinent pour vérifier son absence d'influence sur le résultat d'une expérience installerait progressivement un rapport plus pondéré à l'expérience et à l'observation

Par ailleurs, c'est à la fois un moyen de découvrir de nouveaux phénomènes, s'assurer que l'on n'a pas oublié un paramètre pertinent et multiplier les occasions données aux élèves de manipuler et de s'approprier un phénomène physique.

Proposition 2 :

Introduire une initiation à la modélisation scientifique dans les programmes de découverte du monde des cycles 1 et 2

Pourquoi ?

Les élèves ont souvent des difficultés à comprendre le rôle de la modélisation en science et la nécessité de représentations simplifiées d'un système physique. Au collège et au lycée, ils sont par ailleurs confrontés à des modèles mathématiques, la difficulté du formalisme venant s'ajouter à celle de la navigation entre le monde physique et ses représentations. La conjonction de ces deux difficultés pourrait y être à la source de nombre de situations d'échec à s'approprier la puissance des représentations formelles.

Or il est possible de travailler en amont, et même dès la Grande Section de maternelle, à partir de représentations non formelles, les compétences liées d'une part à l'établissement d'une distinction claire entre un univers (physique ou fictionnel) et ses représentations (i.e. au *recul*, dans notre lexique) et d'autre part à la réalisation de l'intérêt d'une représentation simplifiée d'un système complexe.

Comment ?

La construction de simulations analogiques d'albums jeunesse pour en tester la plausibilité fournit des situations attrayantes de navigation entre une situation complexe et sa représentation simplifiée dans un autre plan de réalité. Elle permet en outre de travailler l'identification des paramètres pertinents.

L'utilisation de la schématisation peut favoriser également la prise de conscience de l'existence de plusieurs niveaux de représentation et en particulier du caractère *volontairement* simplificateur des représentations.

Propositions pour le cycle 2

Proposition 3 :

Intégrer parmi les objectifs des programmes de français des cycles 1 et 2 une compétence d'analyse des discours factuels

Communiquer dans un cadre scientifique suppose une maîtrise relativement sophistiquée de la langue. Le cycle 2 est un moment charnière où les élèves apprennent à lire et prennent conscience de l'importance du sens des mots et de la portée des propositions qu'ils formulent. Un travail transversal en français et en sciences permet de développer ces compétences en situation.

3.a. Sensibiliser les élèves à l'importance de la cohérence lexicale

L'usage d'un vocabulaire univoque et la formulation de propositions adaptées aux résultats sont essentiels au bon déroulement des démarches d'investigation.

3.b. Sensibiliser les élèves au niveau de généralité d'une proposition

La navigation entre général et particulier est une caractéristique essentielle des activités scientifiques. Elle n'a guère de sens si les élèves ne maîtrisent pas la compétence langagière qui la rend possible. Il nous semble utile de commencer dès que possible à travailler avec les élèves sur les implications en termes de généralité des propositions qu'ils manipulent.

Propositions pour le cycle 3

Proposition 4 :

Introduire parmi les objectifs des programmes de sciences expérimentales de cycle 3 la compétence de discrimination entre pratiques scientifiques et non scientifiques

Il n'y aurait à notre avis guère de sens à introduire à l'école primaire des considérations d'ordre épistémologiques ou même une réflexion un tant soit peu approfondie sur la nature de la science.

Il n'en est pas moins souhaitable que les élèves de cycle 3 prennent conscience de l'existence, et dans une certaine mesure, de l'importance sociale et culturelle de la science. L'apparition dans les programmes du terme de *science* et en classe de *cours de sciences* gagnerait donc à s'accompagner d'un travail sur la spécificité de la démarche scientifique.

4.a. Préciser dans les documents des programmes les "bonnes pratiques" expérimentales attendues en fin de cycle 3 et y sensibiliser les élèves

Au cycle 3, quelques "bonnes pratiques" expérimentales, au premier rang desquelles la vérification systématique de la reproductibilité et de la robustesse des expériences, peuvent déjà constituer un premier jeu de critères de scientificité d'une investigation expérimentale.

4.b. Sensibiliser les élèves à l'utilité des lois scientifiques et de la navigation entre général et particulier

Un élève de cycle 3 devrait comprendre clairement qu'une loi scientifique est une proposition que l'on peut appliquer sur de nombreux cas particuliers et qu'elle possède donc une certaine généralité.

Une étape supplémentaire utile consisterait à insister sur l'idée que la science opère par aller-retour entre général et particulier, et qu'une démarche qui en ferait l'économie ne pourrait être reconnue pour scientifique.

Proposition 5 :

Sensibiliser les élèves à la notion de modèle scientifique et à ses usages élémentaires

Proposition 6 :

Intégrer dans la formation des enseignants du primaire une initiation à l'épistémologie et à la méthodologie scientifique de base

6.a. Sensibiliser les enseignants aux bonnes pratiques expérimentales

Les enseignants ne maîtrisent que rarement des éléments de méthodologie scientifique de base comme par exemple le test de la reproductibilité ou de la robustesse d'une expérience ou la navigation entre le général et le particulier.

À quel coût ?

Une formation dédiée de 6 h en présentiel[2] semble un minimum pour une première initiation aux bonnes pratiques expérimentales, suffisant pour mener des démarches d'investigation recevables.

6.b. Mettre à la disposition des enseignants des exemples de séquences en démarche d'investigation permettant de travailler des éléments de scientificité spécifiques

En complément des formations, la mise à disposition de séquences (documents écrits, vidéos, etc.) permettrait de compléter le dispositif. Proposer des séquences clef en main permettant de travailler des éléments de scientificité spécifiques pourrait aider les enseignants à mieux saisir ce que l'on attend d'eux, et en particulier de réaliser qu'il s'agit de gestes professionnels simples et accessibles. Nous en avons développé dans le cadre de cette étude (cf. annexe 2.A.).

2. On peut également envisager une formation alternant présentiel et formation à distance mais des interactions directes entre participants et entre formateur et participants nous semblent nécessaires pour aider les enseignants à prendre conscience des enjeux.

Partie 9

Conclusions et perspectives

9. Conclusion et perspectives

9.1. Synthese des questions de recherche

Au moment de conclure ce travail, il nous semble utile de faire un bilan des différentes questions de recherche qui l'ont motivé.

Question de recherche 1.

Peut-on construire un jeu opératoire de critères de scientificité adapté à la science scolaire du primaire ?

1.a. *Les critères ainsi construits sont-ils adaptés au contexte de l'école primaire ?*
1.b. *Le jeu de critères de scientificité dégagé est-il discriminant ?*
1.c. *Quelle est la nature de la science scolaire ainsi proposée aux élèves (et aux enseignants) ?*

Nous avons en effet construit un jeu opératoire de critères de scientificité adapté au contexte de l'école primaire et discriminant. Les enseignants auxquels cet outil a été présenté l'ont bien reçu et l'estiment utile pour leur pratique de classe.

La capacité de ce jeu de critères à discriminer pratiques scientifiques et non scientifiques s'est avérée satisfaisante en ce qui concerne les pratiques reconnaissables par des élèves de l'école primaire. Il trouve toutefois une limite logique lorsqu'on le confronte à des pratiques de mauvaise foi, ou problématiques pour la communauté scientifique elle-même ou relevant de la science pathologique (comme les Rayons N).

La nature de la science scolaire suggérée par cette approche sera discutée plus en détail dans la section § 9.3.

Question de recherche 2.

Quelle stratégie pédagogique favorise-t-elle l'émergence d'une vision plus claire de la nature de la science ?

2.a. *Quelles sont les représentations de la nature de la science et les critères de scientificité spontanément mis en œuvre par les enseignants du primaire ?*
2.b. *La démarche d'investigation seule suffit-elle à modifier la vision de la science des enseignants ?*
2.c. *Quels éléments épistémologiques faut-il intégrer à la D.I. pour favoriser l'émergence d'une vision claire de la nature de la science chez les enseignants ?*

Notre étude a confirmé que les enseignants français du primaire n'avaient pour la plupart, comme on le savait de leurs collègues américains, qu'une vision assez floue de la nature de la science. Ils n'évoquent pas spontanément de critères de scientificité et ceux qu'ils mettent spontanément en œuvrent se limitent le plus souvent au constat de la nature expérimentale d'une pratique, ou de l'emploi d'un vocabulaire présumé savant.

Vivre une démarche d'investigation simple ne semble pas suffire à modifier leur vision de la science, qui relève majoritairement d'une forme d'empirisme naïf. Le test en situation de différentes stratégies pédagogiques a fait apparaître que les plus efficaces intégraient à la démarche d'investigation une composante épistémologique, avec la présentation explicite d'éléments de la méthode scientifique ou l'introduction de critères de scientificité.

Cette approche mixte conduit les enseignants à affiner leur représentation de la science. Elle semble en outre leur permettre de reprendre confiance dans leur propre capacité à enseigner, sinon la science, du moins la science scolaire. Les éléments méthodologiques qu'ils sont amenés à y associer sont travaillés sous forme d'éléments de scientificité ou de critères de scientificité.

Question de recherche 3.

Y a-t-il une limite d'âge inférieure pour faire légitimement de la science à l'école primaire ?

3.a. *Quels critères de scientificité un enseignant peut-il appliquer avec des élèves de grande section de maternelle ?*
3.b. *Quelles compétences méthodologiques proprement scientifiques peuvent-elles être développées par des élèves de grande section ayant pratiqué des démarches d'investigation ?*
3.c. *Peut-on travailler la modélisation scientifique dès l'école maternelle ?*

Nous n'avons pas étudié la capacité des très jeunes enfants (4 ans et moins) à s'approprier des éléments de méthode scientifique. Le simple bon sens suggère l'existence d'une limite d'âge inférieure en-deçà de laquelle il serait sans doute absurde de parler de pratique scientifique — comment l'envisager par exemple pour un bébé encore incapable de comprendre ce que lui disent ses parents ? Nous n'avons toutefois seulement établi, ou plutôt confirmé, au cours de ce travail que le fait que cette limite, si elle existait, serait inférieure ou égale à l'âge de 5 ans. Cette estimation est en-deçà de l'estimation la plus courante, et de ce que semblent suggérer les programmes de l'école primaire française.

Des élèves ayant vécu des démarches d'investigation s'avèrent en effet capables non seulement de revendiquer la primauté de l'expérience dès la grande section de maternelle (5-6 ans), mais aussi de mettre en œuvre des tests de reproductibilité ou de robustesse d'une expérience, et même d'identifier les paramètres pertinents d'un problème et de naviguer entre des représentations (e.g. albums jeunesse) et le monde physique, c'est à dire de s'approprier les rudiments de la modélisation scientifique, même s'il n'en perçoivent pas forcément l'importance.

Il est donc possible pour un enseignant en grande section de considérer légitimement qu'il pratique la science scolaire avec ses jeunes élèves.

9.2. Perspectives de recherche en didactique des sciences

Les propositions curriculaires de la Partie 8 constituent autant d'éléments de "prospective pédagogique". Il va de soi que le praticien-chercheur, dans sa propre pratique de formateur, continuera à développer et à tester l'approche proposée au cours du présent travail, à en raffiner et à en promouvoir les outils à l'usage des enseignants du primaire.

De nombreuses pistes de recherche plus fondamentales restent également à explorer du point de vue de la didactique des sciences.

9.2.1. Critères de scientificité et définitions de la science

Comparaison des critères de scientificité pertinents pour la physique, la biologie et d'autres disciplines de la science scolaire

Le jeu de critères de scientificité construit dans la Partie 5 s'est révélé opératoire pour les pratiques relevant de la physique à l'école primaire, mais n'a pas été confronté à celles relevant d'autres disciplines scolaires, comme la biologie.

Il ne fait guère de doute pour nous que la procédure que nous avons développée pourrait être employée, *mutatis mutandis*, dans chacune de ces disciplines. On constaterait sans doute alors un fort recouvrement entre les jeux de CS ainsi élaborés à partir de la même tradition épistémologique et historique. Pour autant, ce n'est pas nécessairement le cas de *l'ensemble* des critères : certains peuvent s'avérer trop sélectifs et inapplicables dans une discipline particulière, d'autres y devenir triviaux. Par ailleurs, des difficultés spécifiques pourraient induire des nuances de formulation, voire des reformulations complètes de critères par ailleurs communs à plusieurs disciplines.

Il serait donc intéressant d'entreprendre une étude similaire à celle menée à bien pour la physique pour les autres disciplines réputées scientifiques enseignées à l'école. L'analyse des différences et des nuances ainsi mises à jour permettrait seule de conclure sur "la science scolaire" dans toute la généralité de ce concept.

Exploration de la transition entre sciences scolaires du primaire et du secondaire

Une motivation initiale de la présente étude était le constat de la faible efficacité de l'approche majoritaire, *top-down*, de la nature de la science après édulcorations successives pour l'adapter aux publics de l'école primaire.

Inversement, notre approche *bottom-up*, qui apparaît bien adaptée à l'école primaire, est fondée sur des pratiques de classe locales et élémentaires. Fortement réductrice par construction, elle est donc *a priori* incapable de rendre compte de caractéristiques globales pourtant essentielles de la "science des scientifiques" — celles-là mêmes que Norman L. Lederman, par exemple, place au cœur de son approche *top-down*[1]. En effet, un consensus semble établi parmi les didacticiens des sciences sur la nécessité de faire prendre conscience aux futurs scientifiques, et plus généralement aux futurs

1. Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire : Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39(6)*, 497–521.

citoyens en fin d'études secondaires, de la complexité de la science et de ses enjeux (ce travail pouvant être mené en cours de sciences ou, comme c'est aussi traditionnel en France, dans les cours de philosophie au programme de Terminale).

Il semble donc y avoir une assez profonde différence de nature entre les sciences scolaires du primaire et du secondaire (ainsi, comme nous l'avons montré en § 5.7.1., qu'entre les cultures savantes correspondantes). Un corollaire est l'existence d'une nécessaire transition entre ces deux approches de la science, de sa nature et par suite de son enseignement.

Or cette transition semble avoir été rarement identifiée, et *a fortiori* explicitée, aussi bien en France, où la problématique de la nature de la science reste peu présente dans le champ didactique, que dans le monde anglo-saxon, où elle se concentre sur la science scolaire du secondaire et la transition entre cette dernière et la science professionnelle.

Un projet intéressant serait donc une analyse plus fine de la transition entre sciences scolaires du primaire et du secondaire, aussi bien du point de vue théorique que de celui de ses conséquences éventuelles sur le "décrochage" en sciences de nombreux élèves du secondaire, alors que la grande majorité des élèves du primaire (98 % dans notre étude[2]) tendent à plébisciter cette discipline. Il conviendrait en outre d'évaluer les stratégies d'accompagnement des élèves lors de cette transition.

Rôle pour les élèves de définitions explicites de la science

Une autre intuition motivant ce travail était que l'absence de vision claire de la nature de la science constituait pour nombre d'enseignants un obstacle à un enseignement efficace des sciences à l'école primaire. Nous avons effectivement pu montrer que la présentation de critères de scientificité explicites pour les pratiques de classe pouvait contribuer à rassurer les professeurs des écoles sur leur propre capacité à offrir à leurs élèves un enseignement proprement scientifique.

La poursuite de cette approche *bottom-up* nous a permis de "remonter", d'un point de vue théorique, de ces pratiques de classe locales à une vision plus globale de la science, *via* des définitions glissantes, de complexité croissante. Il est toutefois remarquable que la quasi-totalité des enseignants du primaire concernés par cette étude se sont, eux, satisfaits de cet outil local, et ne sont pas apparus demandeurs d'un discours plus général sur la science, ou *a fortiori* de définitions explicites de celle-ci.

Il serait donc intéressant de déterminer si la justification locale de la scientificité des pratiques de classe est en effet suffisante pour lever l'essentiel des obstacles à un enseignement efficace des sciences par les professeurs des écoles — et à sa bonne réception par les élèves.

Nous n'avons pas étudié la réponse d'élèves de l'école primaire, et en particulier du cycle 3, à la présentation de critères de scientificité explicites, mais il semble plausible qu'elle soit en grande partie similaire à celle de leurs enseignants. Il serait intéressant de déterminer à partir de quel niveau les élèves commencent à s'interroger sur la nature de la science ; si ces questionnements spontanés ne concernent que les "bons"

2. cf. § 7.5.3.

élèves et les futurs scientifiques — et en quelles proportions — ou s'ils interviennent également dans le processus de mise en retrait vis-à-vis de la sciences d'élèves en échec dans les matières réputées scientifiques ; et en ce cas dans quelle mesure l'énoncé précoce, par exemple en cycle 3 de l'école primaire, d'éléments de scientificité explicites pourrait modifier leurs représentations négatives de la science et contribuer à limiter le "décrochage" au collège et au lycée.

9.2.2. Représentations de la science par les enseignants

Conséquences des représentations de la science par les enseignants

Après avoir établi que la vaste majorité des enseignants du primaire participent soit d'une forme d'empirisme naïf, soit d'une approche archaïque de la science, nous nous sommes attachés à développer des stratégies pour faire évoluer ces représentations de la science et les rendre sinon opératoires, du moins suffisantes pour servir de base à un enseignement efficace des sciences à l'école primaire.

À ce niveau élémentaire, l'empirisme des enseignants n'est pas apparu comme un obstacle, dans la mesure où l'appropriation par les élèves, en plus des notions de base, de bonnes pratiques expérimentales constituerait déjà un succès incontestable. Il n'en irait pas nécessairement de même au collège ou au lycée, où l'on attend des élèves une maîtrise progressive d'une approche plus formelle de la science, et en particulier de la physique. Dans la mesure où l'on sait que ce passage au formalisme est l'une des causes principales du décrochage en sciences dans le secondaire, il serait donc intéressant de déterminer dans quelle mesure il peut être affecté par les représentations de la science préalablement construites, y compris à l'école primaire.

S'il s'avérait que ces représentations précoces peuvent jouer un rôle déterminant dans la suite du parcours scientifique des élèves, il conviendrait d'étudier l'influence des représentations de la science des enseignants sur celles de leurs élèves, à court comme à plus long terme. En particulier, il serait alors utile de déterminer les conséquences de l'empirisme naïf majoritaire des enseignants du primaire sur la capacité de leurs élèves à dépasser eux-mêmes par la suite ce niveau de représentation.

Transition entre empirisme naïf et rationalisme

Il serait dans cette hypothèse d'autant plus intéressant de développer des stratégies de formation susceptibles de faire progresser les enseignants vers une vision plus sophistiquée de la nature de la science.

Dans la mesure où notre approche en termes de critères scientificité apparaît assez efficace pour les CS que nous avons effectivement promus en formation (primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse de l'expérience), il conviendrait alors d'évaluer également son efficacité pour des critères plus abstraits, comme l'exploration du spectre de généralité ou le recul.

De même, il serait intéressant de déterminer l'influence d'un travail épistémologique plus approfondi sur le rôle de la modélisation dans la transition des profils épistémologiques des enseignants de l'empirisme naïf pur vers l'intégration au moins d'une composante rationaliste.

9.2.3. Effets à moyen et long terme

Conséquences durables d'une initiation précoce à la méthode scientifique

Nous avons pu, pour la première fois à notre connaissance, montrer que l'appropriation par de jeunes enfants d'éléments de méthode scientifique pouvait s'avérer stable sur une échelle de l'ordre d'une année scolaire et au-delà.[3]

Ce résultat ne prendrait toutefois tout son intérêt que si l'on pouvait établir qu'une initiation précoce et progressive à la méthode scientifique peut avoir des conséquences bénéfiques durables pour les élèves et leur parcours scolaire. Il conviendrait pour cela de suivre une cohorte d'élèves ayant bénéficié d'un enseignement intégrant des éléments de scientificité explicites jusqu'au terme de leur parcours scolaire pour évaluer l'impact de cet enseignement tant sur leurs résultats en cours de science que sur leurs représentations de la science. Une telle étude nécessiterait toutefois des moyens humains et financiers conséquents, ainsi qu'une collaboration au long cours sans faille entre chercheurs et services académiques.

Effets d'une préparation précoce à la modélisation scientifique

De même, la possibilité d'une initiation précoce, dès la grande section de maternelle, à une forme de modélisation (pré-)scientifique suggère la possibilité de familiariser progressivement les élèves du primaire à cette part essentielle de l'activité scientifique sur la base de modèles analogiques. Il serait intéressant de déterminer si une préparation de ce type à la modélisation scientifique, en évitant de juxtaposer une introduction tardive au concept de modèle aux difficultés techniques des modélisations formelles permet d'atténuer le "choc du formalisme" dans le secondaire

Là encore, un tel projet passerait par le suivi à moyen terme, du primaire au lycée, d'une cohorte ayant bénéficié de cette approche, et la comparaison de ses résultats et de sa compréhension du statut et de l'utilité d'un modèle scientifique avec ceux d'élèves ayant connu une pédagogie plus traditionnelle.

9.2.4. Enseignement des sciences pour les très jeunes enfants

Nous avons établi qu'il était possible de parler de science scolaire pour des pratiques menées avec des élèves de grande section de maternelle et que ceux-ci sont capables de s'approprier des éléments de méthodologie scientifique. Ce dernier résultat repose en grande partie sur l'analyse d'entretiens semi-directif et donc sur la capacité de jeunes élèves à exprimer leurs idées, encore en cours de construction à l'école maternelle et tout particulièrement en petite section.

Possibilité de science scolaire en moyenne section de maternelle

Nous n'avons pas eu l'occasion de mener la même étude avec des classes de moyenne section. Il serait donc utile de vérifier si les mêmes conclusions que pour leurs aînés de 5/6 ans s'appliquent à des élèves de 4/5 ans. La procédure serait essentiellement la même que celle que nous avons menée en grande section, avec une

3. 16 mois pour des élèves de grande section de maternelle, § 7.2.4.

attention toute particulière à la simplicité du lexique employé lors des démarches d'investigation et des entretiens.

Possibilité de science scolaire en petite section de maternelle

La même étude avec des élèves de petite section de maternelle (3/4 ans) se heurterait à la maîtrise de la langue encore balbutiante des tout-petits. La technique des entretiens semi-directifs semblant trouver sa limite à ce niveau, il conviendrait donc de chercher parmi les outils récemment développés par les sciences cognitives ceux qui pourraient permettre d'explorer les compétences préscientifiques des très jeunes élèves.

Inversement, les techniques didactiques impliquant en particulier la démarche d'investigation, en sollicitant des modes d'interaction avec le monde inédits pour les enfants, pourraient fournir un champ d'application et de test contrôlé des théories du développement de l'enfant.

9.3. Nature de la science scolaire

Faute d'une épistémologie spécifique, tout se passe comme si la vision de la science scolaire de nombre d'enseignants reposait sur une simple analyse grammaticale : la science scolaire, c'est « la partie de la science qui se pratique à l'école ».

Cette vision fortement réductrice, et passablement naïve, présente plusieurs inconvénients majeurs :

— Elle reporte inutilement sur la science scolaire toutes les difficultés théoriques liées à la nature de la science ; or celles-ci sont rarement pertinentes à l'école, dans la mesure où elles dérivent en grande partie de considérations liées soit à la recherche, soit aux marges des connaissances actuelles.

— Rien ne garantit *a priori* que la "science scolaire" ainsi définie n'est pas un ensemble vide, ou n'incluant qu'une faible part des pratiques scolaires. Dans la mesure où son champ est par construction limité à ce qui peut être reconnu comme proprement scientifique, l'adoption de critères de scientificité particulièrement exigeants, adaptés à la science professionnelle, risque en effet d'exclure nombre de pratiques adaptées à l'école.

— Enfin, d'un point de vue pragmatique, elle projette également sur la science scolaire le rapport subjectif que les enseignants entretiennent avec "la science" : un enseignant qui s'estime généralement peu compétent (voire, comme on l'entend plus souvent, "nul") en matière de science risque de se considérer également incompétent pour en enseigner la partie scolaire, même à un niveau élémentaire.

L'approche que nous avons tenté de développer considère en revanche la science scolaire comme une culture savante à part entière, distincte de celle de la "science des scientifiques". Elle permet de prendre en compte l'intrication des deux termes de l'expression, *science* et *scolaire*, sans impasse *a priori* sur la spécificité irréductible d'une *science enseignée*.

9.3.1. Contraintes et spécificité d'une science enseignée

De façon très générale, et quels que soient la discipline ou le niveau considérés, une science enseignée apparaît en effet subsidiaire, accompagnée et évolutive.

Une science enseignée est par nature *subsidiaire*

Le concept même de "science enseignée" repose sur l'existence d'un "savoir scientifique" établi (Monde 3 scientifique, dans le modèle de Popper), qu'il s'agit d'enseigner. Cette fonction d'enseignement apparaît en quelque sorte secondaire au regard de la fonction scientifique qui consiste à produire et à valider ce savoir.

On est donc amené à distinguer la science enseignée d'une "science des scientifiques", qui inclut en particulier tout ce qui relève de la recherche et constitue, dans le lexique de Jean-Louis Martinand, la « *pratique sociale de référence* » de cette « *pratique enseignante* ».[4] D'autres didacticiens préfèrent parler de « *transposition didactique* ».

Dès lors que l'on peut considérer qu'une science enseignée est constituée en culture savante, elle possède ses propres objets culturels (lois et concepts scientifiques, programmes officiels, etc.). Un corollaire épistémologique de son caractère subsidiaire est toutefois que ses objets culturels sont *externes,* importés de la (ou des) culture savante principale et légitimés par elle, et non pas internes, produits et validés au sein même de cette culture savante.

Un second corollaire, d'ordre didactique, est la tension induite, au sein d'une science enseignée, entre le nécessaire refus de l'argument d'autorité, à la base même de la démarche scientifique, et la validation externe des objets culturels qui, en dernière analyse, s'y ramène fatalement.

Une science enseignée est par construction *accompagnée* et souvent *évolutive*

L'intervention d'un enseignant est une autre caractéristique évidente de toute science enseignée. "Enseignant" s'entend ici au sens très large de "personne connaissant (au moins) une voie d'accès à un savoir donné, et en accompagnant d'autres sur cette voie". De ce point de vue, la science enseignée est diamétralement opposée à la recherche scientifique, dont la vocation est au contraire d'explorer des chemins non balisés.

L'intervention de l'enseignant peut être immédiate et évidente, ou retardée et plus discrète, *via* un manuel, par exemple. Elle peut se réduire à l'assurance implicite qu'une telle voie *existe*, ou se développer jusqu'à constituer une authentique chorégraphie d'une séquence d'enseignement, y compris (voire surtout !) en démarche d'investigation.

Un corollaire de cet accompagnement est, de nouveau, l'apparition inévitable d'une tension autour du statut d'autorité de l'enseignant.

Une troisième caractéristique distinguant la science enseignée de celle des

4. Jean-Louis Martinand, « La Question de la référence en didactique du curriculum », *Investigações em Ensino de Ciências*, 2003, vol. 8(2), pp. 125–130. (p. 127)

scientifiques est sa vocation à s'adapter à son public, dans l'idéal du moins. Un corollaire immédiat est que, du point de vue du sujet accédant à cette science, elle apparaît évolutive, son objet s'approfondissant et s'enrichissant à mesure que sa propre capacité à l'aborder progresse. Du point de vue institutionnel, cette vocation est sanctionnée par les programmes officiels, différents pour chaque niveau de classe.

9.3.2. Nature de la science scolaire à l'école primaire

A ces caractéristiques très générales de la science enseignée, l'approche par critères de scientificité que nous avons développée ajoute des caractéristiques plus spécifiques.

Une science scolaire pragmatiquement *désengagée*

La vision strictement positiviste de "bonnes pratiques" dont la scientificité serait assurée sur la seule base de critères purement internes et locaux peut apparaître naïve, alors que la philosophie et la sociologie des sciences du XXe siècle se sont au contraire attachées à établir le caractère collectif de la science et son interdépendance avec son contexte social, culturel, économique et politique.

Peut-on en dire autant dans le cas de la science scolaire ? La réponse peut dépendre du niveau et de la maturité du public considéré. Au lycée, il semble acquis que la formation des futurs citoyens éclairés d'une société moderne largement informée par les sciences et les techniques suppose l'acquisition, au-delà des concepts et des pratiques, de *valeurs* scientifiques ; selon les traditions pédagogiques, celles-ci peuvent être, comme en France, l'un des enjeux de l'initiation à la philosophie en classe de Terminale, ou relever du programme de sciences, comme aux États-Unis[5].

Revendiquant une approche résolument pragmatique de l'enseignement de la physique à l'école primaire, nous avons été amenés à disqualifier la plupart de ces valeurs, trop abstraites ou sophistiquées pour ce jeune public, et à proposer pour d'autres des formulations très simplifiées. En pratique, seul l'apprentissage d'un rapport sain à l'argument d'autorité nous est apparu comme un enjeu pédagogique majeur dans les petites classes. En l'occurrence, la naïveté serait de parier sur la possibilité de plaquer une vision adulte de la science sur un esprit enfantin.

Il n'en reste pas moins que, même en amenant les élèves les plus matures à réfléchir sur le sens profond des critères de relativité d'une part, et de transmission (comme intégration dans un processus collectif) d'autre part, la science scolaire ainsi construite apparaît par nature *désengagée* aussi bien des enjeux moraux et sociétaux de notre société technoscientifique que des débats susceptibles de la parcourir.

Passée l'école primaire, et tout particulièrement à partir du lycée, l'approche par critères de scientificité devra donc être complétée non seulement d'éléments d'épistémologie explicite, mais également plus généralement, d'un apprentissage d'une réflexion sur la science et ses rapports à la société, conformément à la tradition française d'un enseignement philosophique pour tous les lycéens.

5. Ainsi, les critères choisis par N.L. Lederman pour son approche *top-down* de la nature de la science procèdent-ils explicitement de telles valeurs. N. L. Lederman. « Nature of Science : Past, Present and Future. » in Handbook of Research on Science Education, op. cit.

Une science scolaire par construction *normative*

Toute approche de la nature de la science en termes de "bonnes" et de "mauvaises" pratiques et de critères de scientificité exclusifs est par nature normative, aux antipodes du « *Anything goes* » qu'un Feyerabend peut revendiquer pour la recherche scientifique. Pour autant, cette normativité ne nous semble pas poser problème à l'école primaire :

— Elle ne vise en aucun cas à limiter l'imagination et la créativité des élèves, que la pédagogie en démarche d'investigation vise bien au contraire à stimuler et à encourager systématiquement. Ces contraintes de la science scolaire portent avant tout sur la méthode, non sur les concepts ou sur une vision du monde.

— Les élèves y sont, pour la plupart, parfaitement conscients de "faire leurs gammes", et n'ont aucune difficulté à généraliser à la science l'évidence enfantine que les normes et les contraintes qui s'imposent à eux ne valent pas nécessairement pour le monde des "grands".

Elle pourrait toutefois devenir problématique si elle s'imposait sans réflexion critique à des lycéens, ou *a fortiori* à des adultes. De ce point de vue également, à ces niveaux plus avancés, il apparaît que l'approche *bottom-up* de la science doit être complétée d'une manière ou d'une autre par une réflexion sur les valeurs de la science — y compris la valeur relative des critères de scientificité rencontrés jusque là.

Par ailleurs, si les normes méthodologiques ne s'imposent pas avec la même force aux scientifiques chevronnés qu'aux enfants de primaire, elles n'en font pas moins partie de leur expérience personnelle consciente. Vérifier la robustesse ou la reproductibilité d'une expérience, même aussi "mondaine" que la préparation de crêpes à l'école maternelle est une démarche parfaitement identifiable comme (pré-) scientifique par un professionnel. C'est donc déjà partager avec celui-ci une expérience commune et participer d'une subjectivité collective de transition vers la culture savante scientifique.

9.4. *Da capo*

La motivation initiale de cette thèse était d'aider les enseignants à se doter d'une représentation de la science qui rétablisse leur lien personnel avec cette culture et les rassure sur leur capacité à enseigner les sciences dans leur classe. Nous avons pour cela développé des outils épistémologiques qui semblent bien acceptés par les enseignants du primaire, tout du moins ceux des Alpes-Maritimes, et nous avons montré qu'il était possible pour des enseignants de les mettre en œuvre dès la grande section de maternelle.

Leur appropriation rapide par quelques circonscriptions de l'Académie de Nice — et par l'entremise de leurs I.E.N. et de leurs conseillers pédagogiques de plusieurs dizaines d'enseignants — est une immense satisfaction, de même que l'éclosion spontanée dans la région de dizaines de projets d'école autour de jardins des sciences.

Mon vœu le plus cher est que ces idées continuent à séduire de plus en plus de formateurs et d'enseignants et contribuent à ramener le goût de la science dans de très nombreuses écoles, ici et ailleurs. Je ne doute pas qu'ils seront comme moi récompensés au centuple par les yeux brillants de plaisir de leurs jeunes élèves.

Table des matières

1. INTRODUCTION **5**

SOMMAIRE **9**

2. ETAT DES LIEUX ET GENERALITES **13**

2.1. Une représentation de la science problématique 15

2.2. Quelques définitions et outils théoriques 20

2.2.1. Théorie des trois mondes et subjectivités collectives 20

2.1.1. Le monde physique et ses représentations 20

2.1.1.1. Une approche réaliste et empirique 20

2.1.1.2. Théorie poppérienne des trois mondes 25

2.1.1.3. Habitants du monde 1 et du monde 2 26

2.1.2. De la subjectivité collective au monde 3 27

2.1.2.1. Groupes sociaux et subjectivités collectives 28

2.1.2.2. Objects culturels et culture savante : une approche constructiviste 29

2.1.2.3. Culture savante scientifique et monde 3 scientifique 33

2.2.2. Langage et apprentissage dans la théorie des trois mondes 35

2.2.1. Langage commun et encyclopédies personnelles 35

2.2.2. Eléments du monde 2 pertinents pour l'apprentissage 37

2.2.3. Déplacements dans le monde 2 et apprentissage 39

2.2.3. Conceptions initiales et obstacles épistémologiques 41

2.3.1. Conceptions initiales 41

2.3.1.1. Origines de la notion 41

2.3.1.2. Conceptions initiales et modèles de l'apprendre 43

2.3.2. Obstacles épistémologiques 45

2.2.4. Représentations, modèles et théories physiques 46

2.4.1. Paramètres 46

2.4.2. Maquettes et simulations 48

2.4.2.1. Maquettes et petits objets 48

2.4.2.2. Simulations du monde 50

2.4.2.3. Simulations prospectives et spéculatives 54

2.4.3. Modèles 54

2.4.3.1. Modèles explicites 55

2.4.3.2.Typologie des modèles 57

2.4.3.3. Modèles canoniques 58

2.4.4. Théories et lois physiques 60

2.4.4.1. Théories 60

2.4.4.2. Lois 61
2.4.5. Principes et paradigmes scientifiques 62
2.4.5.1. Principes et concepts fondamentaux 62
2.4.5.2. Paradigmes scientifiques 64
2.4.6. Stratégies de validation et de remise en cause d'une représentation physique 66
2.4.7. Enjeux didactiques 68
2.2.5. Observations et expériences 69
2.5.1. Expériences 69
2.5.1.1. Définitions 69
2.5.1.2. Typologie 71
2.5.1.3. Expériences scolaires vs. expériences de recherche 73
2.5.2. Observations 73
2.2.6. Représentations de mondes imaginaires 74
2.6.1. Modèles d'un monde imaginaire 76
2.6.2. Simulations d'un monde imaginaire 77
2.3. Eléments de scientificité 78
2.3.1. Synthèse du corpus historique et épistémologique 78
3.1.1. Corpus historique 78
3.1.1.1. Naissance de la physique aristotélicienne 78
3.1.1.2. Période scolastique 79
3.1.1.3. Période copernicienne 80
3.1.1.4. Période galiléenne et cartésienne 81
3.1.1.5. Période newtonienne 82
3.1.1.6. Naissance de la physique contemporaine 83
3.1.2. Corpus épistémologique 84
3.1.2.1. La réaction contre le scientisme positiviste : Bergson et Meyerson 84
3.1.2.2. Empirio-criticisme et conventionnalisme 85
3.1.2.3. Le positivisme logique 87
3.1.2.4. Popper et la réfutabilité 88
3.1.2.5. La crise post-poppérienne 89
3.1.2.6. Wimsatt et le tournant pratique de l'épistémologie 90
3.1.2.7. Une philosophie des sciences pour des êtres limités ? 91
2.3.2. Science de l'arrière et pratiques sociales de référence 93
3.2.1. Science scolaire *vs*. science des scientifiques 93
3.2.2. Pratiques sociales de référence 94
3.2.3. Une approche *top-down* de la science scolaire 95
3.2.3.1. Une épistémologie par le consensus 95
3.2.3.2. Vers une épistémologie pratique de l'investigation 96
2.3.3. Nature de la science à l'école primaire 98

3.3.1. La nature de la science dans les programmes scolaire 98
3.3.1.1. En France et en Suisse, des programmes prudents 98
3.3.1.2. Des programmes ango-saxons explicites 100
3.3.1.3. Synthèses : des attentes variées 106
3.3.2. Synthèse du corpus didactique 106
3.3.2.1. Consensus d'experts 106
3.3.2.2. Une approche *top-down* pour l'école primaire 109
3.3.2.3. En France, un accent sur la démarche 113
3.2.3.4. Nature de la science scolaire et contraintes psychocognitives 115
3.3.3. Science et non science : continuum ou démarcation ? 117
2.4. Approches de la démarche d'investigation à l'école 119
2.4.1. Une idée limpide 120
4.1.1. Une définition 120
4.1.2. Une même idée, plusieurs appellations 122
2.4.2. Diversité des approches théoriques 124
4.2.1. Des racines multiples, sources de tension 124
4.2.2. Des objectifs variés 126
4.2.3. Des formes variées 127
2.4.3. La D.I. dans les programmes de l'école primaire 129
4.3.1. En France 129
4.3.2. En Suisse 133
4.3.3. Aux U.S.A. 134
4.3.4. Au Royaume-Uni 135
2.4.4. Démarche d'investigation *vs.* pédagogie frontale 136
2.4.5. Une mise en place difficile 139
2.5. La question de la science à l'école maternelle 142
2.5.1. Des compétences aux contours flous 142
5.1.1. Stades piagétiens et scientificité 142
5.1.2. Des compétences reconnues 145
2.5.2. "Découvrir le monde" 146
5.2.1. Aux U.S.A. 146
5.2.2. En Suisse 147
5.2.3. En France 148

Addendum 2.a. : Revue de littérature sur la Nature de la science à l'école élémentaire
Addendum 2.b. : Définitions de la démarche d'investigation dans les programmes européens

3. PROBLEMATIQUE **151**

4. METHODOLOGIE **157**

4.1. Méthodologie théorique 159

4.1.1. Identification d'un ensemble d'éléments de scientificité 159

1.1.1. Constitution du corpus historique 159

1.1.2. Limites du corpus 162

1.1.3. Identification d'éléments de scientificité 162

4.1.2. Organisation d'un ensemble de contraintes 162

1.2.1. Regroupements et élagages 162

1.2.2. Dissociations et élargissement du corpus 163

1.2.3. Catégorisation 163

4.1.3. Constitution et test d'un jeu de critères de scientificité 163

4.2 Méthodologie expérimentale 165

4.2.1. Publics adultes 165

2.1.1. La posture de praticien-chercheur 165

2.1.2. Adaptation des cours aux nécessités de la recherche 167

2.1.3. Procédures de recueil des données 169

2.1.4. Publics 169

2.1.4.1. Participants locaux 169

2.1.4.2. Participants étrangers 171

2.1.4.3. Détail des groupes 172

2.1.5. Recueil de l'information 175

2.1.5.1. Films et enregistrements audio 175

2.1.5.2. Transcriptions 177

2.1.5.3. Questionnaires 179

2.1.6. Traitement de l'information 180

2.1.6.1. Profils épistémologiques 181

2.1.6.2. Identification d'éléments d'intérêt épistémologique 182

2.1.6.3. Sélection des transcriptions 184

2.1.6.4. Analyse des transcriptions 185

2.1.6.5. Traitement des questionnaires 185

2.1.7. Représentativité du public 185

2.1.8. Questionnaires portant sur la scientificité 187

2.1.8.1.Questionnaires généraux 187

2.1.8.2. Questionnaires spécifiques 189

4.2.2. Elèves 191

2.2.1. Jardin des sciences 191

2.2.2. Observation de classe 192

2.2.3. Entretiens 193
2.2.3.1.Modalités de mise en œuvre 193
2.2.3.2. Présentation des classes 195
2.2.4. Questionnaire Jardin des Sciences 199
2.2.5. Traitement des données 200
4.2.3. Limites et discussion 201

Addendum 4 : Corpus pour l'identification d'éléments de scientificité

5. CRITERES DE SCIENTIFICITE ET SCIENCE SCOLAIRE 205
5.1. Des critères de scientificité pour la science scolaire ? 207
5.1.1. Définition & emploi 208
1.1.1. Objet 208
1.1.2. Définition et emploi 208
1.1.3. Utilisation par l'enseignant et les élèves 208
5.1.2. Un contexte scolaire favorable 209
5.2. Identification et organisation 210
5.2.1. Identification des éléments de scientificité 210
2.1.1. Corpus historique 210
2.1.2. Corpus épistémologique 211
2.1.3. Corpus didactique 211
2.1.4. Corpus para-scientifique 212
2.1.4.1. "Rayons N" et science pathologique 212
2.1.4.2. « Savants fous » et physiciens non scientifiques 214
2.1.4.3. Autonomie de la science : l'affaire Lissenko 215
2.1.4.4. Postmodernisme et "Impostures intellectuelles" 216
2.1.4.5. Astrologie et pseudo-sciences 217
2.1.4.6. Méthode scientifique *vs*. scientisme 218
2.1.4.7. Vulgarisation et fiction spéculative 220
2.1.4.8. Récapitulatif 225
5.2.2. Identification de critères adaptés à l'école 226
2.2.1. Contraintes et stratégie 226
2.2.2. Examen des éléments de scientificité 227
2.2.2.1. Éléments méthodologiques 227
2.2.2.2. Éléments relatifs à l'observation et à l'expérience 228
2.2.2.3. Éléments relatifs au discours 239
2.2.2.4. Éléments relatifs à l'argumentation 230
2.2.2.5. Éléments relatifs à la théorisation 231
2.2.2.6. Éléments divers 231
2.2.2.7. Récapitulatif 232

5.3. Un ensemble de critères de scientificité à l'école 233
5.3.1. Méthodologie scientifique 233
3.1.1. Comportement 233
3.1.1.1. Intégrité 233
3.1.1.2. Transmission 254
3.1.2. Primauté de l'expérience 235
3.1.3. Représentation du monde 236
3.1.3.1. Recul 237
3.1.3.2. Exploitation du spectre de généralité 238
5.3.2. Expérience / Observation 239
3.2.1. Opportunité 239
3.2.2. Fiabilité de l'expérience 240
3.2.2.1. Reproductibilité locale 240
3.2.2.2. Robustesse 243
3.2.2.3. Organigramme de décision de la fiabilité d'une expérience 246
3.2.3. Documentation 247
3.2.3.1. Exhaustivité 247
3.2.3.2. Economie 250
3.2.3.2. Organigramme de décision général pour la documentation 251
5.3.3. Discours 252
3.3.1. Cohérence lexicale et symbolique 252
3.3.1.1. Cohérence lexicale 252
3.2.1.2. Cohérence symbolique 254
3.3.2. Non contradiction 255
3.3.2.1. Non contradiction interne 255
3.3.2.2. Non contradiction externe 258
3.3.3. Non vacuité 259
3.3.4. Relativité 260
5.3.4. Argumentation et théorisation 260
3.4.1. Cohérence logique 261
3.4.2. Argument d'autorité 262
3.4.3. Scientificité d'une loi 264
3.4.3.1. Univocité 264
3.4.3.2. Robustesse 264
3.4.3.3. Economie 267
5.4. Capacité discriminante 269
5.4.1. Toute investigation est-elle scientifique ? 269
4.1.1. Investigation de type « garagiste » 270
4.1.1.1. Spectre de généralité d'un garagiste 271
4.1.1.2. Scientificité d'une investigation de type « garagiste » 272

4.1.2. Investigations de type « policier » 273
4.1.2.1. Primauté de la procédure *vs.* primauté de l'expérience 274
4.1.2.2. Scientificité d'une investigation de type « policier » 275

5.4.2. Peut-on récuser une revendication de scientificité ? 276

4.2.1. Astrologie 276
4.2.1.1. Reproductibilité et robustesse 278
4.2.1.2. Scientificité des pratiques "astrologiques" 280
4.2.1.3. L'astrologie comme genre littéraire 281

4.2.2. Rayons N et ombrellologie 282
4.2.2.1. Robustesse et reproductibilité des expériences sur les rayons N 283
4.2.2.2. Ombrellologie 284

5.4.3. Scientificité de discours en rapport avec la science 284

4.3.1. Vulgarisation et discours d'experts 285
4.3.1.1. « L'expertise scientifique », un paradoxe permanent 286
4.3.1.2. Vulgarisateurs 287

4.3.2. Science-fiction 287

5.4.4. Retour sur la notion de CS 290

4.4.1. Spectre de généralité et science scolaire 290

4.4.2. Capacité discriminante 292

5.4.5. Des jeux de critères discriminants pour l'école primaire 295

4.5.1. Jeu entier de 21 critères 295
4.5.1.1. Un pouvoir discriminant satisfaisant 296
4.5.1.2. Un jeu de critères (trop) lourd 297
4.5.1.3. Un jeu de critères très physicien ? 299

4.5.2. Jeux restreints de critères 299

5.5. Pertinence des CS à l'école 300

5.5.1. Recouvrement avec les programmes 300

5.1.1. Recouvrement avec les exigences du programme 300
5.1.1.1. Exigences et compétences du programme sans enjeu de scientificité 300
5.1.1.2. Critères de scientificité sans écho explicite dans les programmes 300
5.1.1.3. Méthodologie et "esprit de la Main à la Pâte" 301
5.1.1.4. Recouvrement CS/programmes au cycle 1 302
5.1.1.5. Recouvrement CS/programmes au cycle 2 303
5.1.1.6. Recouvrement CS/programmes au cycle 3 304

5.1.2. Possibilité de séquences adaptées 305

5.5.2. Compatibilité avec la démarche d'investigation 307

5.2.1. Eléments de scientificité intrinsèques ou implicites 307
5.2.1.1. Analyse *bottom-up* des contraintes de la D.I. 307
5.2.1.2. Comparaison avec une analyse *top-down* 318

5.2.2. Objectifs de formation 309

5.2.2.1. Formation des élèves 309
5.2.2.2. Formation des enseignants 312

5.6. Définitions *bottom-up* de la science scolaire 316

5.6.1. Construction des définitions 316

6.1.1. Principe de construction 316

6.2.2. Exemples de définitions de la science scolaire 317

5.6.2. Conséquences didactiques 319

6.2.1. Définitions glissantes 319

6.2.2. Définitions exclusives 321

6.2.3. Expression implicite ou explicite des définitions 322

5.7. Implications épistémologiques et stratégiques 324

5.7.1. La science scolaire comme culture savante 324

7.1.1. Subjectivités collectives et objets culturels de la science scolaire 324

7.1.2. Une culture savante introuvable chez les enseignants du primaire 326

7.1.3. Habitants des mondes 3 de la science scolaire 328

7.1.4. Monde 3 émergent vs. monde 3 "clef en main" 332

7.1.5. Des critères de scientificité légitimés de l'extérieur 333

5.7.2. Scientificité des pratiques vs. scientificité des connaissances 334

7.2.1. Critères portant sur des connaissances et leur représentation 335

7.2.2. Empirisme naïf et autres dérives 336

7.2.3. Critères portant sur des pratiques et empirisme rationnel 338

5.7.3. Approche *top-down* 339

7.3.1. Un projet ambitieux, des difficultés pratiques 339

7.3.2. Une approche heuristique (Lederman) 340

7.3.3. Approche valorisant les modèles (Duschl) 343

7.3.4. Stratégies d'implémentation 344

5.7.4. Approche *bottom-up* de la nature de la science 345

7.4.1. Stratégie d'implémentation d'une approche *bottom-up* 345

7.4.2. Limites de l'approche *bottom-up* 346

Addendum 5. : Mauvaises pratiques scientifiques

6. APPROPRIATION DE CRITERES DE SCIENTIFICITE PAR LES ENSEIGNANTS ET FUTURS ENSEIGNANTS DE PRIMAIRE 349

6.1. Impact de la DI sur le rapport à l'expérience 351

6.1.1. Statut de l'expérience en DI 351

1.1.1. Rapport à la primauté de l'expérience 351

1.1.2. Rapport à l'autorité et à l'opportunité 353
6.1.2. Evolution du rapport à l'expérience 353
1.2.1. Formations sondées 353
1.2.2. Une meilleure compréhension de la démarche scientifique 355
1.2.3. Une primauté de l'expérience en construction 357
1.2.3.1. Formation initiale (M1 EEF & PE1) 358
1.2.3.2. Stages en formation continue 360
1.2.3.3. Synthèse 361
1.2.4. Rapport à l'autorité 361
1.2.5. Rapport au questionnement et à l'opportunité 362
1.2.6. Synthèse 364
6.2. Représentations spontanées de la science chez les enseignants 365
6.2.1. Profils épistémologiques 365
2.1.1. Profils et catégories épistémologiques de Bachelard 366
2.1.2. Adaptation de l'outil à l'étude 368
2.1.2.1. Adaptation des catégories bachelardiennes 368
2.1.2.2. Catégories et profils spécifiques 369
2.1.2.3. Outil finalisé 373
2.1.3. Profils épistémologiques des enseignants et futurs enseignants 374
2.1.3.1. Résultats globaux 374
2.1.3.2. Empiristes 377
2.1.3.3. Rationalisme 378
2.1.3.4. Réponse récursive 379
2.1.3.5. Réalisme naïf et profils additionnels 380
2.1.4. Synthèse 381
6.2.2. Critères de scientificité spontanés 381
2.2.1. Approche non spécifique 382
2.2.1.1. L'expérience, référence dominante 384
2.2.1.2. Autres éléments de scientificité spontanés 384
2.2.2. Scientificité d'une définition 385
2.2.2.1. Futurs enseignants du primaire 386
2.2.1.2. Enseignants du Brunei 389
2.2.3. Scientificité d'un schéma 389
2.2.3.1. Diversité des schémas d'expérience 390
2.2.3.2. « *Trop de traits* ! » 392
2.2.3.3. Représentations conventionnelles ou non 392
2.2.3.4. Critères cités et critères absents 393
2.2.4. Scientificité d'un document scientifique 394
2.2.5. Scientificité d'une expérience 395
2.2.6. Scientificité d'une démarche 396
2.2.6.1. Lettre de Périer 397

2.2.6.2. Déroulements de classe 398
6.2.3. Bilan : Une représentation de la science peu discriminante 399
6.3. Impact d'une DI “simple” sur l'expression de CS 401
6.3.1. Expression spontanée de CS 401
3.1.1. Repérage de CS "sur le vif" 401
3.1.2. Repérage de CS hors ligne" 402
6.3.2. Expression spontanée d'éléments de scientificité 403
3.2.1. Pendant les investigations 404
3.2.2. Pendant les discussions 406
6.3.3. Expression sollicitée de CS et d’éléments de scientificité 407
3.3.1. Formation initiale (M1 EEF & PE1) 407
3.3.2. Formation continue 410
3.3.3. Une expression de CS qui reste rare 413
3.3.4. Bilan d'étape 414
6.4. Impact d'une DI enrichie sur l'expression de CS 415
6.4.1. Enrichissement métacognitif 415
4.1.1. Contexte de l'étude et données recueillies 415
4.1.2. Expression de CS et d'éléments de scientificité en cours de formation 416
4.1.2.1. Pendant les D.I. 416
4.1.2.2. Pendant les ajouts métacognitifs 417
4.1.3. Appropriation 419
6.4.2. Enrichissement méthodologique 423
4.2.1. Contexte de l'étude et ajouts méthodologiques 423
4.2.2. Expression d'éléments méthodologiques et de CS 426
4.2.2.1. Expression spontanée en D.I. 426
4.2.2.2. Expression au cours des échanges méthodologiques 427
4.2.3. Appropriation de CS et d'éléments méthodologiques en fin de formation 429
4.2.3.1. Questionnaire 429
4.2.3.2. Echanges entre participants et discussion collective 433
6.4.3. Synthèse 435
4.3.1. Une expression spontanée rare 435
4.3.2. Des apports méthodologiques efficaces 436
6.5. Appropriation de critères de scientificité explicites 437
6.5.1. Modalités de mise en œuvre 437
6.5.2. Réception de l'outil "critères de scientificité" 439

5.2.1. Perception de l'utilité des critères et perspectives d'utilisation 439
5.2.2. Hiérarchisation des critères 441
5.2.3. Influence du niveau scientifique 441
5.2.4. Premier bilan 444
6.5.3. Appropriation de critères de scientificité : premiers résultats 444
5.3.1. Appropriation des CS pendant la formation 444
5.3.2. Mise en œuvre en classe 446
6.6. Synthèse et perspectives 447

7. UNE SCIENCE POUR LES PETITS ? 449
7.1. Premiers contacts avec la méthode expérimentale en GS 451
7.1.1. Pré-requis 451
1.1.1. Capacités d'expression et de compréhension en GS 451
1.1.2. Une expérience préliminaire sur le rapport à l'autorité 452
7.1.2. Questions posées et typologie des réponses 454
1.2.1. Perception des enjeux 454
1.2.2. Paramétrisation 455
1.2.3. Reproductibilité 457
1.2.4. Rapport à l'expérience 458
1.2.5. Généralisation et formulation de lois 459
1.2.6. Représentations symboliques 460
7.1.3. Pratiques expérimentales en GS 461
1.3.1. Présentations des classes 461
1.3.2. Positionnement des élèves au regard des concepts sondés 462
1.3.3.1. Synthèse des réponses 462
1.3.3.2. Perception du jardin des sciences 466
1.3.3.3. Perception de l'objectif de l'atelier 467
1.3.3.4. Paramétrisation 468
1.3.3.5. Rapport à l'expérience 470
1.3.3.6. Reproductibilitié des expérience 472
1.3.3.7. Généralisation et formulation de lois 473
1.3.3.8. Représentation symbolique 474
7.1.4. Quelques éléments de scientificité accessibles en GS 475
1.4.1. Opportunité 475
1.4.2. Primauté de l'expérience 476
1.4.3. Reproductibilité 477
1.4.3.1. Indépendance envers le lieu 477
1.4.3.2. Indépendance envers le moment 477

1.4.3.3. Indépendance envers l'opérateur 477
1.4.3.4. Reproduction d'une expérience par le même opérateur 478
1.4.4. Robustesse 478
1.4.5. Exploitation du spectre de généralité 479
1.4.6. Recul 479
1.4.7. Un premier bilan 480
7.1.5. Autres éléments de scientificité 481
7.1.6. Signification et limite de la “science” expérimentale en GS 482
7.2. Navigation entre fiction et monde physique 483
7.2.1. La fiction, un outil précieux à la maternelle 483
7.2.2. Un cas d'école (Maternelle), *Plouf !* 485
2.2.1. Présentation de l'album 486
2.2.2. Compétences mobilisées 488
2.2.1.1. Opportunité de la manipulation 489
2.2.1.2. Gestion de la dissonance histoire/expérience 489
2.2.1.3. Maîtrise du concept de poids 490
2.2.1.4. Modèle analogique 491
2.2.1.5. Statut de la fiction 491
7.2.3. Observation de pratiques de classe 492
2.3.1. Résultats 492
2.3.2. Des compétences accessibles dès la mise en œuvre 492
7.2.4. Entretiens différés 494
2.4.1. Entretiens réalisés à un, quatre et sept mois 495
2.4.1.1. Diagrammes de Kiviat 495
2.4.1.2. Remarques sur l'évaluation des entretiens 499
2.4.2. Entretiens réalisés à un an d'écart 499
2.4.3. Des compétences non triviales acquises durablement 501
7.3. Une première approche de la modélisation scientifique 502
7.3.1. Un enjeu majeur au collège 502
7.3.2. Trois compétences méthodologiques fondamentales 503
7.3.3. La modélisation à l'école primaire 504
3.3.1. Grande section de maternelle 504
3.3.2. Ecole élémentaire 506
3.3.3. Une proposition de progression 508
7.4. Retours d'enseignants de maternelle 510
7.4.1. Hiérarchisation spontanée des éléments de scientificité 510

7.4.2. Perception de l'utilité des éléments de scientificité 512

7.4.3. Perception par les enseignants de petite section 515

7.5. Définitions spontanées de la science chez les élèves de cycle 2 et 3 516

7.5.1. Une corrélation faible entre science et méthodologie 518

7.5.2. Une appropriation très majoritaire de la primauté de l'expérience 519

7.5.3. Une image des sciences très majoritairement positive 522

7.5.4. Evolution des catégories dominantes dans le temps 523

7.5.5. Représentation de la science en fonction du niveau de classe 527

7.5.6. Effet du jardin des sciences sur les réponses des élèves 529

7.5.7. Des représentations de la science en construction 536

Addendum 7 : Entretiens réalisés avec des élèves de CP : diagramme de Kiviat

8. PROPOSITIONS CURRICULAIRES 537

9. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 545

TABLE DES MATIERES 559

BIBLIOGRAPHIE 573

REMERCIEMENTS

ANNEXES

Annexe 2.A. : Ouvrage Science à l'école côté jardin. Le Guide pratique de l'enseignant.

Annexe 2.B. : Séquence Astronomie et mouvements relatifs : sortir du cadre ?

Annexe 5.A. : J. Sommerville, Umbrellaology, or, methodology in social science. *Philosophy of Science*, vol. 8(4), 1941. pp. 557–566.

Annexe 6.A.a. : Réponses des M1EEF (gp. 32-37) aux questionnaires posés en début et fin de formation

Annexe 6.A.b. : Réponses des participants du groupe 14 aux questionnaires posés en début et fin de formation.

Annexe 6.A.c. : Réponses des participants du groupe 38 aux questionnaires posés en début et fin de formation.

Annexe 6.B.a. : Réponses des différents groupes sondés aux questionnaires portant sur la nature de la science

Annexe 6.B.b. : Profils des participants sondés

Annexe 6.C. : Lettre De Monsieur Périer A Monsieur Pascal Le Jeune

Annexe 6.D. : Transcription du Cours PE1 2009-2010, groupe 2

Annexe 6.E. : Transcription de la formation continue du groupe 38

Annexe 6.F. : Questions posées par le praticien-chercheur au groupe 45 invitant à une réflexion métacognitive

Annexe 6.G.a. : Transcription de la première journée de cours massé du groupe 45

Annexe 6.G.b. : Transcription de la seconde journée de cours massé du groupe 45

Annexe 6.G.c. : Transcription de la troisième journée de cours massé du groupe 45

Annexe 6.G.d. : Transcription de la quatrième journée de cours massé du groupe 45

Annexe 6.G.e. : Transcription d'extraits de cours réalisés avant la semaine de cours massé avec le groupe 45

Annexe 6.H. : Réponses des étudiants du groupe 45 aux questionnaires posés

Annexe 6.I. : Evolution individuelle des différents participants au cours de la formation en termes d'éléments de scientificité

Annexe 6.J. : Transcription du bilan du groupe 45

Annexe 6.K.a. : Transcription de la formation continue du groupe 54

Annexe 6.K.b. : Réponses des participants du groupe 54 aux questions posées pendant la formation

Annexe 6.L. : Transcription de l'animation pédagogique du groupe 67

Annexe 6.M. : Transcription de la formation continue "Maternelle" 2011/2012, groupe 52

Annexe 6.N. : Hiérarchisation des critères de scientificité en fonction de leur facilité d'utilisation par les enseignants

Annexe 6.O. : Réponses des participants du groupe 70 relatives aux critères de scientificité

Annexe 6.P. : Réponses des participants du groupe 63 aux questions posées en début et fin de formation et témoignages

Annexe 6.Q. : Retours 6 mois après la formation des enseignants du groupe 63

Annexe 7.A.a. : Transcription des entretiens réalisés à Biot

Annexe 7.A.b. : Transcription des entretiens réalisés à Peymeinade

Annexe 7.A.c. : Transcription des entretiens réalisés à Cagnes-sur-Mer

Annexe 7.B. : Transcription de la séance *Plouf !* réalisée à Saint-Laurent du Var en classe de GS

Annexe 7.C. : Réponses des enseignants du groupe 52 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe

Annexe 7.D. : Réponses des enseignants des groupes 59 & 60-62 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe

Annexe 7.E.a. : Réponses des élèves aux questionnaires posés après leur participation à un jardin des sciences

Annexe 7.E.b. : Répartition des éléments de réponse par catégorie et par classe

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE - Didactique des sciences

Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses : Abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education, 12(3),* 215–233.

Abd-El-Khalick, F. & Akerson, V. (2009). The Influence of Metacogitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, *31(16),* 2161–2184.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science : a critical review of the litterature. *International Journal of Science Education*, *22(7),* 665–701.

Advenier, E. & Guilloppé, A. (2008). *Petit Glaçon*. Paris : Gautier Languereau.

Akerson, V. & Abd-El-Khalick, F. (2005). « How should I know what scientists do? — I'm just a kid »: Fourth-Grade Students' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Elementary Science Education*, *17(1)*, 1–11.

Akerson, V. & Donelli, L. A. (2009). Teaching Nature of Science to K-2 Students : What understandings can they attain ? *International Journal of Science Education*, *32(1)*, 97–124.

Akerson, V. & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, *43(4)*, 377–394.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal Of Research In Science Teaching*, *37(4*), 295–317.

Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V. & Weiland, I. S. (2011). The Importance of Teaching and Learning Nature of Science in the Early Childhood Years. *Journal of Science Education Technology*, *20 (5)*, 537–549.

Akerson, V. L., Townsend, J. S., Donnelly, L. A., Hanson, D. L., Tira, P. & White, O. (2009). Scientific Modeling for Inquiring Teachers Network (SMIT'N) : The Influence on Elementary Teachers' Views of Nature of Science, Inquiry, and Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, *20,* 21–40.

Akerson, V. L., Weiland, I., Pongsanon, K. & Nargund, V. (2010). Evidence-based Strategies for Teaching Nature of Science to Young Children. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, *11(4),* 61–78.

Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing Theme for Science Curricula ». In S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 807–830). U.S.A. : Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Anderson, R. (2002). Reforming science teaching : What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, *13(1),* 1–12.

Appleton, K. (1995). Student Teachers Confidence to Teach Science : Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, *17(3)*, 357–369.

Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. In S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 493–535). U.S.A. : Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Aster, numéro thématique *Expérimenter, modéliser*. INRP, n°8, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (Ed.), 1989.

Aster, numéro thématique *Modèle et modélisation*. INRP, n°7, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (Ed.), 1988.

Aster, numéro thématique *Problème et problématisation*. INRP, n°40, Christian Orange (Ed.), 2005.

Aster, numéro thématique *Raisonner en sciences*. INRP, n°14, Anne Vérin et Yvette Ginsburger-Vogel (Ed.), 1992.

Aster, numéro thématique *Représentations graphiques dans l'enseignement scientifique et technologique.* INRP, n°48, Christian Buty et Brigitte Peterfalvi (Ed.), 2009.

Astolfi, J.-P. & Develay, M. (1989). *La Didactique des sciences*. Paris : coll. Que sais-je ? P.U.F.

Astolfi, J.-P. (1992). Apprendre par franchissement d'obstacles ? *Repères*. *5*, 103–116.

Astolfi, J.-P. (1992). *L'Ecole pour apprendre*. Thiron : éd. ESF.

Astolfi, J.-P. (2006). *Comment les enfants apprennent les sciences (1998)*. Paris : Ed. Retz.

Astolfi, J.-P., Darot, E., Ginsburger-Vogel,Y. & Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck.

Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B. & Verin, A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences ?* Paris : Retz.

Baeck, H., Schwarz,C., Chen, J., Hokayem, H. & Li Z. (2011). Engaging Elementary Students in Scientific Modeling : the MoDeLS 5th grade Approach and Finding. *Models and Modeling*, 6, 195–218.

Bell, R. L., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., McComas, W. F. & Matthews, M. (2001). The Nature of science and science education : A bibliography. S*cience & Education, 10(1/2),* 187–204.

Bell, R. L., Matkins, J. J. & Gansneder, B. M. (2011). Impacts of Contextual and Explicit Instruction on Preservice Elementary Teachers' Understandings of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, *48(4),* 414–436.

Bereiter, C (2002). *Education and Mind in the Knowledge Age*. U.S.A. : Lawrence Erlbaum Associates.

Bisault, J. (2010). Des moments de sciences à l'école primaire : quelles références... *RDST*. *1*, 53–73.

Blanquet, E., Picholle, E. & Bellagamba, U. (2012). Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité : l'exemple du système héliocentrique. In *Actes du colloque international Formes d'éducation et processus d'émancipation*, CREAD, Rennes, 22-24 mai 2012.

Blanquet, E., Picholle, E. (2012). Faire et refaire : varier les paramètres d'une expérience pour formuler une loi robuste. In Amory, B. & Evrard T. (Eds.), *Réveille-moi les sciences ! Apprendre les sciences de 2 1/2 à 14 ans* (pp. 45-55). Belgique : De Boeck.

Blanquet, E. (2012). Vrai, pas vrai *vs.* possible, pas possible : Importance d'une formulation productive pour une investigation à partir d'albums jeunesse. *in* Amory, B. & Evrard T. (Eds.), *Réveille-moi les sciences ! Apprendre les sciences de 2 1/2 à 14 ans* (pp.71-77). Belgique : De Boeck.

Blanquet E. & Picholle E. (2011). Déjantages, ellipses et incohérences formatives. In E. Blanquet, E. Picholle (Eds.), *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* Actes des premières journées Science-Fiction et Enseignement de l'IUFM de Nice (pp. 123-132). Nice : Somnium.

Blanquet, E. (2009). Questions de sciences. In U. Bellagamba, E. Picholle & D. Tron (Eds), *Rudyard Kipling et l'enchantement de la technique*, actes des deuxièmes journées interdisciplinaires sciences & fictions de Peyresq (pp. 171-189). Nice : Somnium.

Bloom, J. W. (1989). Preservice Elementary Teachers Conceptions of Science : Science, Theories and Evolution. *International Journal of Science Education*, *11*, 401–415.

Bruguière, C., Héraud, J.-L. , Errera, J.-P. & Rembotte, X. (2007). Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique. *Aster*, *44*, 69–106.

Buisson, F. (1911). *Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction publique*. Paris : Hachette.

Bybee, R. W. (2007). *Learning Science and the Science of Learning*. U.S.A. : National Science Teachers Association Press.

Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science : Are They Happening ? *Journal of Science Teacher Education*, *24 (3)*, 497–526.

Carey, R. L., Stauss, N. G. (1970). An Analysis of Experienced Science Teachers' Understanding of the Nature of Science. *School Science and Mathematics, 70*, 366–376.

Carey, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge : MIT Press.

Cariou, J.-Y. (2009). *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche d'appuyant sur l'épitémologie et l'histoire des sciences, Thèse de doctorat*, Université de Genève.

Cariou, J.-Y. (2011). Histoire des démarches en sciences et épistémologie scolaire. *RDST*, 3, 83–105.

Charlot, B. (1999). *Du Rapport au savoir*. Paris : Anthropos.

Chinn C. A. & ,Malhotra B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools : A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, *86(2),* 175–218.

Clough, M. P. & Olson, J. K. (2004). The Nature of Science : Always Part of the Science Story. *The Science Teacher*, *71(9),* 28–31.

Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, *23(6)*, 42–44.

Collectif (2007). *Taking Science to School : Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade. R. A.Duschl, H. A. Schweingruber & A. W. Shouse (Eds). Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. U.S.A. : The National Academies Press.

Collectif. (1997). Misconceptions as barriers to understand science. In *Science Teaching Reconsidered : a Handbook* (pp. 27–32). Committee on Undergraduate Science Education, National Research Council. U.S.A. : The National Academies Press.

Collectif. (2002). *The role of communication in learning to model*. In P. Brna, M. Baker, K. Stenning et A. Tiberghien (Eds.). Londres : Lawrence Erlbaum associates.

Collectif. (2005). *Problème et problématisation*. Christian Orange (Ed.). *Aster*. *40*. Paris : INRP.

Collectif. (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie*. In Jean-Marie Boilevin et Ludovic Morge (Eds.). France : coll. Repères pour agir, CRDP d'Auvergne, éd. Scérén.

Collectif. (2008). *Argumenter en classe de sciences*. In Christian Buty et Christian Plantin (Eds.). Lyon : INRP.

Danusso, L., Testa I. & Vicentini, M. (2010). Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling : Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, *32(7),* 871–905.

de Vecchi, G. (2006). *Enseigner l'expérimental en classe.* Paris : Hachette éducation.

de Vecchi, G. & Carmona-Magnaldi, N. (2007). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette éducation.

Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Thiron : éd. ESF.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New-York : Macmillan.

Didaskalia, numéro thématique *L'Expérimental dans l'enseignement des sciences*. INRP, n°9, Louise Guilbert (coord.), 1996.

Duschl, R. & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science and Education, 22(9),* 2109–2139.

Eastes, R.-E. & Pellaud, F. (2004). Un Outil pour apprendre : l'expérience contre-intuitive. *Bulletin de Union des Professeurs de Physique et de Chimie. 98(866)*, 1197–1208.

Eltgeest, J. (2012). La Bonne question, au bon moment. In Wynne Harlen (Ed.), *Enseigner les sciences : comment faire ?* (pp. 41–55). Paris : Le Pommier.

Genzling, J.-C. (1991). Construire des méthodes à l'école élémentaire : la séparation des variables et la modélisation. *Aster*, *12*, 39–60.

Gilbert J. K. & Watts, D. M. (1983). Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions : changing perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*, *10(1),* 61–98.

Gingras Y. & Godin, B. (1997). Expérimentation, instrumentation et argumentation. *Didaskalia,* numéro thématique *Expérimentation et Modélisation, 11*, 149–160.

Giordan A. & De Vecchi, G. (1987). *Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques* (réédité en 2012 sous le titre *Aux Origines du savoir*, éd. Ovadia). Lausanne : Delachaux et Niestlé.

Giordan, A. (1976). *Rien ne sert de courir, il faut partir à point*, *Thèse de Doctorat*, Université Paris V et Paris VII.

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales.* Paris : coll. Guide Belin de l'enseignement, Belin.

Giordan, A. & ,Coquidé-Cantor M. (1997). *L'Enseignement scientifique à l'école maternelle.* Nice : Z'éditions.

Giordan, A. & Pellaud, F. (2008). *Comment enseigner les sciences*. Paris : Delagrave.

Grangeat, M. (2012). Une Modélisation pour identifier les effets du travail collectif dans les enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation. In *Actes du colloque international Formes d'éducation et processus d'émancipation*, CREAD, Rennes, 22-24 mai 2012.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C.L. (1991). Understanding models and their use in science : Conceptions of middle and high school students and experts. *J. Res. Sci. Teach*., *28(9),* 799–822.

Harlen W. (2012). *Assessment & Inquiry-Based Science Education : Issue in Policy and Practice*. Italie : éd. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP).

Harlen, W. & Léna, P. (2011). *10 Notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3e*. Paris : Belin/Le Pommier.

Haury, D. L. (1993). *Teaching science through inquiry*. Publication en ligne Accessible sur le site ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education.

Host, V. (1973). L'Initiation à la méthode scientifique : l'étude de la nature. In Louis Legrand (Ed.), *Pédagogie fonctionnelle pour l'école élémentaire*, t. 2. Paris : Nathan.

Host, V. (1978). Les Démarches spontanées d'apprentissage et la formation scientifique. *Education et développement*, *128*.

Host, V. (1989). Systèmes et modèles : quelques repères bibliographiques. *Aster*. *8*, 187–209.

Ingham A. & Gilbert, J. K. (1991). The Use of Analog Models by Students of Chemistry at Higher Education Level. *International Journal of Science Education*, *13(2)*, 193–202.

Institut Français de l'éducation (2012). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie. Rapport d'enquête IFE - ENS de Lyon*.

Joshua, S. & Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses Universitaires de France.

Jenkins, E. (2007). School Science : a questionnable construct ? *Journal of Curriculum Studies*, *39(7),* 265–282.

Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching, 29(4)*, 331–359.

Lederman, N. G. (2007) Nature of Science : Past, Present and Future. In S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–880). U.S.A. : Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39(6),* 497–521.

Lederman, N. G., Lederman, J. S. & Antink, A. (2013). Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *1(3),* 138–147

Ledrapier, C. (2007). *Le Rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle ; cas de l'approche des phénomènes physiques, Thèse d'état.* Ecole Normale Supérieure de Cachan.

Lehrer, R. & ,Schauble, L. (2000). Inventing data structures for representional purposes : elementary grade students' classification models. *Mathematical Thinking and Learning*, 2, 51–74.

Liu, X. (2012). Developing Measurement Instruments for Science Education Research. In B. J. Fraser et al. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 651–665). Springer International Handbook of Education, Vol. 24.

MacDonald, C. V. (2010). The Influence of Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction on Preservice Primary Teacher' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching, 47(9),* 1137–1164.

Martinand, J.-L. (1979). Acquis et perspectives de la recherche sur les activités d'éveil en Physique et technologie. *Les Cahiers de Fontenay*, *16* Sciences Physiques, E.N.S. Fontenay, 109–125.

Martinand, J.-L. (1985). Sur la caractérisation des objectifs de l'initiation aux sciences physiques. *Aster*. *1*, 141-154.

Martinand, J.-L. (1998). Introduction à la modélisation. In *Actes de l'Université d'été Tecne*, E.N.S. Cachan, 6-10 juillet 1998.

Martinand, J.-L. (2003). La Question de la référence en didactique du curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*. *8(2)*, 125–130.

Mathé, S. & de Hosson, C. (2008). La Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia*, *32*, 41–76.

Maurines, L. (1992). Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals. *International Journal of Science Education, 14(3)*, 279-293.

McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education : Rationales and Strategies* (pp. 41–52). Dordrecht : Kluwer.

Meheut, M., Saltiel E. &Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12-year-old) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education, 7(1)*, 83–93.

Meirieu, P. (1989). *Apprendre… oui, mais comment ?* Thirion : éd. ESF.

Metz, K. E. (1995). Reassessment of developmental constraints on children's science instruction. *Review of Educational Research*, *65(2)*, 93–127.

Metz, K. E. (2004). Children's Understanding of Scientific Inquiry: Their Conceptualization of Uncertainty in Investigations of Their Own Design. *Cognition and Instruction*, *22 (2)*, 219–290.

Metz, K. E. (2011). Disentangling Robust Developmental Constraints from the Instructionally Mutable: Young Children's Epistemic Reasoning about a Study of Their Own Design. *Journal of the Learning Sciences*, *20(1)*, 55–110.

Morrison J. A. & Lederman, N. G. (2003). Science teachers' diagnosis and understanding of students' preconceptions. *Science Education*, *87(6)*, 849–867.

Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change ? *Science and Education*, *4(3)*, 267–285.

Murphy, C., Murphy, C. & Kilfeather, P. (2011). Children making sense of science. *Research in Science Education*, *41(2)*, 283–298.

National Research Council (2007). *Ready, Set, Science! : Putting Research to Work in K-8 Science Classrooms.* In S. Michaels, A.W. Shouse et H.A. Schweingruber (Eds.). U.S.A. : The National Academies Press.

OECD (2009). *Pisa 2009 Assessment Framework – Key Competencies In Reading, Mathematics And Science.*

Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*, *33(8)*, 1109–1130.

Orange-Ravachol, D. & Triquet, É. (2007). Sciences et récit, des rapports problématiques. *Aster*, *44*, 7–22.

Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. Bruxelles : De Boeck.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science ? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, *40(7)*, 692–720.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2001). *What should we teach about science ? A Delphi study* . Londres : King's College.

Osborne, J., Simon,S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25(9)*, 1049–1079.

Pélissier, L. (2011). *Etude de pratiques d'enseignement de savoirs de l'épistémologie en classe de physique de lycée général, Thèse de doctorat*. Université de Toulouse 2 Le Mirail.

Pellaud, F., Eastes R.-E., & Giordan, A. (2004). Des modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique. *Gymnasium Helveticum.*

Penner, D., N. D. , Giles, Lehrer, R. & Schauble, L. (1997). Building functional models : Designing an elbow ». *Journal of Research in Science Teaching*, *34(2)*, 125–143.

Peterfalvi, B. (2006). Problématisation et travail sur les obstacles en sciences. In M. Fabre & E. Vellas (Eds.), *Situations de formation et problématisation* (pp. 91–106). Bruxelles : éd. De Boeck.

Piaget, J. (1920). La Psychanalyse dans ses rapports avec la psychologie de l'enfant. In *Bulletin de la Société Alfred Binet*, *1*, 18–34.

Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique. Tome I : La pensée mathématique*. Paris : P.U.F.

Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique. Tome II : La Pensée physique*. Paris : P.U.F.

Piaget, J. (1967). L'Épistémologie et ses variétés. In J. Piaget (Ed.), *Logique et connaissance scientifique*. Paris : coll. Encyclopédie de la Pléiade, Gallimard NRF.

Piaget, J. (1977). *La Naissance de l'intelligence chez l'enfant* (1936). Lausanne : Delachaux & Niestlé.

Pittaway, L. (2007). The Role of Inquiry-Based Learning in Entrepreneurship. Education. *Industry and Higher Education*, *23(3)*, 153–162.

Pluta, W. J., Clark, C. A. & Duncan, R. G. (2011). Learners' Epistemic Criteria for Good Scientific Models. *Journal of research in Science Teaching*, *48(5)*, 486–511.

Quigley, C., Pongsanon, K. & Akerson, V. L. (2011). If we teach them, they can learn : Young students' views of nature of science during an informal science education program. *Journal of Science Teacher Education, 22(2)*, 129–149.

Raynal F. & Rieunier, A. (1997). *Pédagogie, dictionnaire des concepts-clés.* Thiron : éd. ESF.

Rebière, M. , Schneeberger, P. & Jaubert, M. (2008). Changer de position énonciative pour construire des objets de savoirs en sciences : le rôle de l'argumentation. in C. Buty & C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences*. Lyon : INRP.

Resta-Schweitzer, M. (2010). *Initiation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant, Thèse de Doctorat,* Université d'Angers.

Reuter, Y. (2007). Récits et disciplines scolaires. *Pratiques, 133-134*, 3–12.

Robardet, G. & ,Guillaud J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Paris : P.U.F.

Rolando, J.-M., Pommier, P., Simonin, M.-L., Simonin, G., Nomblot, J., Laslaz, J.-F. & Combaluzier, S. (2010). *Sciences, Guide du maître cycle 3*. Paris : coll. Odysseo, Magnard.

Rolando, J.-M., Pommier, P., Simonin, M.-L., Simonin, G., Nomblot, J., Laslaz, J.-F. & Combaluzier, S. (2010). *Sciences, 64 enquêtes pour comprendre le monde, cycle 3*. Paris : coll. Odysseo, Magnard.

Roletto, E. (1998). La Science et les connaissances scientifiques : points de vue de futurs enseignants. *Aster*, *26*, 11–30.

Saltiel, E. (2005). *La Démarche d'investigation : comment faire en classe ?* Publication en ligne le 21 octobre 2005. Accessible sur le site de la Fondation La Main à la Pâte.

Samarapungavan, A., Mantzicopoulos, P. & Patrick, H. (2008). Learning Science Through Inquiry in Kindergarten . *Science Education, 92(5),* 868–908.

Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education, 89(5),* 634–656.

Sandoval, W. A. & Cam, A. (2011). Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification. *Science Education*, *95(3)*, 383–408.

Santini, J. (2009). *Caractérisation de l'élaboration conjointe de la compréhension conceptuelle et des performances associées. Volcans et séismes au cours moyen, Thèse de doctorat*, Université Rennes 2.

Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T. & Shore, B. M. (2012). Student Outcomes in Inquiry Instruction: A Literature-Derived Inventory. *Journal of Advanced Academics*, *23 (1),* 5–31.

Scharmann, L.C. & Smith, M.U. (2001). Defining versus describing the nature of science : A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education, 83(4),* 493–509.

Sensevy, G. (1998). *Institutions didactiques. Etude et autonomie à l'école élémentaire*. Paris : P.U.F.

Shen, J. & Confrey, J. (2010). Justifying Alternative Models in Learning Astronomy : a study of K-8 science teachers'understanding of frames of reference. *International Journal of Science Education*, *32(1),* 1–29.

Svoboda, J. & Passmore, C. (2013). The Strategies of Modeling in Biology Education. *Science & Education*, *22(1)*, 119–142.

Szterenbarg, M. (1991). Elaborer l'idée d'expérience. *Aster*, *12*, 75–84.

Tan, A.-L. & Wong H.-M. (2012). "Didn't Get Expected Answer, Rectify It.": Teaching science content in an elementary science classroom using hands-on activities. *International Journal of Science Education*, *34(2),* 197–222.

The Interacademy Panel (2009). *Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education,* Wynne Harlen & Jorge Allende (dir.), I.A.P.

Thomm, E. & Bromme, R. (2012). "It Should at Least Seem Scientific!" Textual Features of "Scientificness" and their Impact on Lay Assessments fo Online Infomation. *Science Eduction*, *96(2),* 197–211.

Thornton, A. & Raihani, N. J. (2008). The Evolution of Teaching. *Animal Behaviour*. *75*, 1823–1836.

Tiberghein, A. (1994). Modeling as a Basis for Analyzing Teaching-Learning Situations. *Learning and Instruction*. *10(4),* 71–87.

Treagust, D., Chittleborough, G. & Mamiala, T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, *24(4)*, 357–368.

Tytler, R. & Peterson, S. (2003). From ''Try It and See'' to Strategic Exploration : Characterizing Young Children's Scientific Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, *41(1)*, 94–118.

Viennot, L. (1996). *Raisonner en physique, La part du sens commun*. Bruxelles : De Boeck.

Viennot, L. (2011). *En Physique, pour comprendre*. Paris : EDP Sciences.

Virginie Albe et Christian Orange. « Sciences des scientifiques et sciences scolaires ». *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 2010, n°2, pp. 19–26

Vosnadiou, S. & Brewser, W. F. (1994). Mental Models of the Day/Night cycle. *Cognitive Science*, *18*, 123–183.

Wade D. (1983). Draw-a-scientist ». *Science Education,* 67(2), 255–265.

Wooley, J. & Cox, V. (2007). Development of Beliefs about Storybook Reality. *Developmental Science*. *10(5),* 681–693.

Yeh, Y.-F., Jen T.-H. & Hsu, Y.-S. (2012). Major Strands in Scientific Inquiry through Cluster Analysis of Research Abstracts. *International Journal of Science Education*, *34(18),* 2811–2842.

Zeilik, M., Schau, C. & Mattern, N. (1998). Misconceptions and Their Change in University-Level Astronomy Courses. *The Physics Teacher*, *36(1),* 104.

BIBLIOGRAPHIE - Programmes officiels

Bulletin Officiel Hors-série n°3 du 19 juin 2008, NOR MENE0813240A

Bulletin Officiel n°1 du 5 janvier 2012, NOR MENE1131499A

Bulletin Officiel n°23 du 15 juin 2000, NOR : MENE0000803N

Ministère de l'Éducation nationale. (2005). *Découvrir le monde à l'école maternelle. Le vivant, la matière, les objets*. Paris : CNDP.

Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation Nationale et de la Recherche, Direction de l'enseignement scolaire, Académie des sciences - *La Main à la Pâte*. (2002). *Enseigner les sciences à l'école. Outil pour la mise en œuvre des programmes 2002. Cycles 1, 2 et 3*. Paris : éd. CNDP.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Committee on Science Education Standards and Assessment (Eds). Washington, DC : National Academy Press.

BIBLIOGRAPHIE – Philosophie, épistémologie et histoire des sciences

Andler, D. (2002). Processus cognitifs. In D. Andler, A. Fagot-Largeault & B. Saint-Sernin, *Philosophie des sciences* t. I. Paris : col. Folio/Essais, Gallimard.

Aristote. (1997). *La Poétique. Paris :* éd. Mille et une nuits.

Armatte, M. & Dahan Dalmedico, A. (2004). Modèles et modélisations, 1950-2000 : Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux. *Revue d'Histoire des Sciences, 57(2),* 245–305.

Babbage, C. (1830). *Reflections on the Decline of Science in England*. Londres : B. Fellowes.

Bachelard, G. (1948). *La Terre et les rêveries du repos*. Paris : éd. José Corti.

Bachelard, G. (1953). *Le Matérialisme rationnel*. Paris : P.U.F.

Bachelard, G. (1972). Actualité de l'histoire des sciences (1951). In *L'Engagement rationaliste*. Paris : P.U.F.

Bachelard, G. (1999). *Le Nouvel esprit scientifique* (1934) Paris : P.U.F.

Bachelard, G. (2004). *La Formation de l'esprit scientifique* (1938). Paris : Vrin.

Bachelard, G. (2008). *La Philosophie du non* (1940). Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Bachelard, G. (1972). De la Nature du rationalisme. In *L'Engagement rationaliste*. Paris : P.U.F.

Bacon, F. (1620). *Novum organum.*

Barberousse, A. (1999). *L'Expérience*. Paris : Flammarion.

Bergson, H. (2008). *Les Deux sources de la morale et de la religion (*1932). Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Bergson, H. (2013). Introduction à la métaphysique (1907). In *La Pensée et le mouvant*. Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Bergson, H. (2013). *L'Evolution créatrice (*1907). Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Bergson, H. (998). *Durée et simultanéité (*1922). Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Bernard, C. (1966). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1865). Paris : éd. Garnier-Flammarion.

Berthelot, M. (1902). In *Cinquantenaire scientifique de M. Berthel*ot, 24 nov. 1901. Paris : éd. Gauthier-Villars.

Blondlot, R. (1904). *Rayons N : recueil de communications faites à l'Académie des Sciences*. Paris : Gauthier-Villars.

Boltzmann, L. (1990). *Lectures on Natural Philosophy*, 1903-1906 (Principien der Naturfilosofi). Berlin : Stringer Verlag.

Bolzano, B. (2011).*Théorie de la science* (*Wissenschaftlehre*, 1837). Paris : Gallimard.

Bouveresse, J. (1998-1999). La Philosophie naturelle de Boltzmann. *Philosophie Scientiae, 3(2)*, 9–30.

Bouveresse, J. (1999) *Prodiges et vertiges de l'analogie.* Québec : coll. Raisons d'agir, Liber.

Bouveresse, J. (2010). Promesses et dangers de la « société scientifique » : Les Inquiétudes de Bertrand Russell. In : *À temps et à contretemps : Conférences publiques*. Paris : Collège de France.

Bruno, G. (2006). *Le Banquet des cendres* (*La Cena de la ceneri*, 1584, trad. Yves Hersant). Paris : coll. Philosophie imaginaire, éd. de l'Éclat.

Bruno, G. *De la Magi*e, éd. Allia, Paris, 2000.

Bunge, M. (1975). *Philosophie de la physique* (*Philosophy of Physics*, 1973) Paris : Seuil.

Bunge, M. (1982). Demarcating Science from Pseudoscience. *Fundamenta Scientiae*, 3, 369–388.

Campbell, D. T. (1993). Blind Variation and Selective Retention in Creative Thought as in Other Knowledge Processes (1960). In G. Radnitzky & W. W. Bartley (Eds.) *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the sociology of Knowledge* (pp. 91-114). U.K. : Open Court Publishing Company.

Carnap, R (1950). Empiricism, Semantics and Ontology. *Revue Internationale de Philosophie, 4*, 20–40.

Carnap, R (1956). The Methodological Character of Theoretical Concepts. In H. Feigl & M. Scriven (Eds.), *The Foundations of Science and the Concepts of Psychology and Psychoanalysis* (pp. 38–76). U.S.A. : Univ. Minnesota Press.

Collectif. (2002). *Enquête sur le concept de modèle* (dir. Pascal Nouvel). Paris : P.U.F.

Comte, A. (1838). *Philosophie Positive,* t. 3. Paris : imprimeur Bachelier.

Csibra, G. & Gergely, G (2011). Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical Trans. R. Soc. B. 366*, 1149–1157.

Descartes, R. (1953). *Règles pour la direction de l'esprit* (1628). In *Œuvres & lettres.* Paris : coll. Pléiade, Gallimard.

Descartes, R. (1996). Première méditation (*Méditations métaphysiques,* 1641). In *Œuvres et Lettres*. Paris : Bibliothèque de La Pléiade, Gallimard.

Descartes, R. (2000). *Discours de la Méthode* (1637). Paris : Flammarion.

Descartes, R. (2000). *Règles pour la direction de l'esprit* (1628). In *Discours de la Méthode.* Paris : éd. GF Flammarion.

Dessus, P. (2007). La Théorie de la connaissance de Popper. *Penser l'Education*. *21*, 19-31.

Duhem, P. (1913). *Le Système du monde, histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* (Vol.6, *Le Reflux de l'aristotélisme ; les condamnations de 1277)*. Paris : Hermann.

Fagot-Largeault, A. (2002).L'Émergence. In D. Andler, A. Fagot-Largeault & B. Saint-Sernin, *Philosophie des sciences* t. II. (pp. 945-946). Paris : col. Folio/Essais, Gallimard.

Feyerabend, P. (1988). *Contre la méthode* (*Against Method,* 1975*).* Paris : coll. Points Sciences, éd. Seuil.

Feyerabend, P. (1996). *Dialogues sur la connaissance* (*Dialogo sul metodo*, 1976). Paris : Seuil.

Fleck L. (2005). *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Paris : Les Belles lettres.

Frank, P. (1941). *Between Physics and Philosophy*. UK. : Cambridge Uni. Press.

Frege, G. (1970). *Les Fondements de l'arithmétique* (*Die Grundlagen der Arithmetik,* 1884). Paris : coll. L'Ordre philosophie.

Frege, G. (1994). *Ecrits posthumes.* Nîmes : éd. Jacqueline Chambon.

Frege, G. (2000). *Idéographie* (*Begriffsschrift*, 1879). Paris : Vrin.

Galilée. (1989). *L'Essayeur* (*Il Saggiatore*, 1623). Paris : éd. Belles Lettres.

Galilée. (1992). *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo,* 1632, trad. René Fréreux et François de Gandt). Paris : coll. Points Sciences, éd. Seuil.

Gautero, J.-L. (2003). Sociologie de la connaissance scientifique et rationalité. *Noesis, 5.2*, 175–191.

Gautero, J.-L. (2012). Hard science wars. In U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron (Eds.), *Imaginaires scientifiques et hard science fiction* Nice : éd. du Somnium.

Gautero, J.-L. (2012). Note sur les subjectivité(s) collective(s) chez Klein et chez Guattari. In U. Bellagamba, E. Picholle & D. Tron (Eds.), *Les Subjectivités collectives* (pp. 84–87). Nice : éd. Somnium.

Gautero, J.-L. (2012). Subjectivités collectives et collectifs de pensée. In U. Bellagamba, E. Picholle & D. Tron (Eds.), *Les Subjectivités collectives* (pp. 163–176). Nice : éd. Somnium.

Hacking, I. (1981). Introduction à *Scientific Revolutions.* In I. Hacking (Ed.), *Scientific Revolutions*. U.K. : Oxford Univ. Press.

Hempel, C. (2006). *Eléments d'épistémologie* (*Philosophy of Natural Science*, 1966). Paris : Armand Colin.

Jardin, L. (2003). *The Curious Life of Robert Hooke. The Man Who Measured London*. Londres : éd. Harper perennial.

Kant, E. (2006). *Critique de la raison pure* (1781). Paris : Flammarion.

Kepler J. (ca. 1609). *Somnium.*

Kepler, J. (1605). Dédicace du *De Stella Nova* à Rodolphe II.

Kepler, J. (1610). *Tertius Interveniens* 9-1 (Kepler's Astrology. Excerpts selected by K.G. Negus)

Korzybski, A. (1994). The Role of Language in the Perceptual Processes. In *Science & Sanity. An Introduction to Non-Aristotelician Systems and General Semantics* (1933, 3e éd., 1948). U.S.A. : The Institute of General Semantics.

Korzybski, A. (1998). Le rôle du langage dans les processus perceptuels (« The role of langage in perceptual process », 1950 in *Perception : an approach to Personality*). In *Une carte n'est pas le territoire, Prolégomènes aux systèmes non-aristotéliciens et à la sémantique générale*. Paris : éd. de l'Eclat.

Korzybski, A. (2001). *Manhood and Humanity : The Science and Art of Human Engineering (*1921). U.S.A. : The Institute of General Semantics.

Kuhn, T. S. (1970). Logic of Discovery or Psychology of Research. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (pp. 1-23). UK. : Cambridge Uni. Press.

Kuhn, T. S. (1973). *La Révolution copernicienne* (*The Copernican Revolution*, 1957). Paris : Fayard.

Kuhn, T. S. (1983). *La Structure des révolutions scientifiques* (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962). Paris : Champs Flammarion.

Lakatos, I. (1994). *Histoire et méthodologie des sciences. Programmes de recherche et reconstruction rationnelle* (*The Methodology of Scientific Research programmes*, 1978). Paris : P.U.F.

Lakatos, I. (1999). Falsification and Intellectual Honesty (1973). In Matteo Motterlini (Ed.), *For And Against Method.* U.S.A. : Univ. Chicago press.

Lakatos, I. (1999). The Demarcation Problem (1973). In Matteo Motterlini (Ed.), *For And Against Method*. U.S.A. : Univ. Chicago press.

Latour, B. & Woolgar, S. (1988). *La Vie de laboratoire : la Production des faits scientifiques* (*Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, 1979). Paris : éd. La Découverte.

Laudan, L. (1981). A Problem-solving Approach to Scientific Progress. In I. Hacking (Ed.), *Scientific Revolutions* (pp. 144–145). U.K. : Oxford Univ. Press.

Laugier, S. (2002). De la logique de la science aux révolutions scientifiques. In P. Wagner (Ed.), *Les Philosophes et la science* (pp. 964–1016). Paris : Gallimard.

Lecourt, D. (2007). Science, morale et politique. n *L'Amérique entre la Bible et Darwin* Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Lévy-Leblond, J.-M. (1996). *Aux contraires*. Paris : Gallimard.

Lévy-Leblond, J.-M. (2008). (Re)mettre la science en culture : de la crise épistémologique à l'exigence éthique. *Courrier de l'environnement de l'INRA. 56*.

Mach, E. (1986) On the Economical Nature of Physical Inquiry. In *Popular Scientific Lectures* (pp. 186–214, *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*, 1896). U.S.A. : Open Court.

Mach, E. (1987). *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement* (*Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historish-kritisch dargestellt*, 1883). Paris : Jacques Gabay.

Mach, E. (1996). *L'Analyse des sensations. Le rapport du physique au psychique* (*Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, 1896, trad. fr. F. Eggers). Nîmes : éd. J. Chambon.

Malolo Dissaké, E. (1996). Audi alteram partem. In Karl Popper, *La Théorie quantique et le schisme en physique (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery III. Quantum Theory and the Schism in Physics*, 1982), préface. Paris : Hermann.

Maxwell, J.C. (1855). On Faraday's Lines of Force. *The Transaction of the Cambridge Philosophical Society. 10(1).*

Meyerson, É. (1921). *De l'Explication dans les sciences.* Paris : éd. Payot.

Meyerson, É. (1933). *Réel et déterminisme dans la physique quantique*. Paris : Hermann.

Meyerson, É. (1995). *De l'explication dans les sciences* (1921). Paris : Payot.

Meyerson, É. (2000). *La Déduction relativiste* (1925). Paris : J. Gabay.

Mill, J. S. (1868). *Auguste Comte et le positivisme* (*Auguste Comte and Positivisme,* 1865, pp. 187–188). Paris : éd. Germer Baillères.

Monod, J. (1971). L'Affaire Lyssenko, préface. In J. Medvedev, *Grandeur et chute de Lyssenko.*

Nadeau, R. (1999). *Vocabulaire technique et analytique de l'épistémologie.* Pairs : P.U.F.

Newton I. (1687). *Principes mathématiques de la philosophie naturelle.*

Newton, I. (1713). *General Scholium,* appendice à la 2e édition des *Principia Mathematica*.

Newton, I. (1995). *De la gravitation* (1670, trad. par Marie-Françoise Biarnais et François de Gandt). Paris : coll. Tel, Gallimard.

Pascal, B. (1993). *Œuvres de Blaise Pascal, II*. Paris : Hachette.

Pascal, B. (1993). *Pensées* (1670). Paris : Flammarion.

Platon. (1999) *Théétète* (trad. Michel Narcy). Paris : Flammarion.

Poincaré, H. (1970). L'Avenir de la physique. In *La Valeur de la Science* (1905). Paris : Champs Flammarion.

Poincaré, H. (2007). *La Valeur de la science* (1905). Paris : Champs Flammarion.

Popper, K. R. (1956). *Misère de l'historicisme.* Paris : Plon.

Popper, K. R. (1963). Truth, Rationality and Growth of Knowledge (1960). In *Conjectures et réfutations* (*Conjectures and Refutations : The Growth of Scientific Knowledge*, pp. 240–244). Londres : Routledge.

Popper, K. R. (1979). *La Société ouverte et ses ennemis* (*The Open Society and Its Enemies,* 1945). Paris : Seuil.

Popper, K. R. (1983). Campbell on the Evolutionary Theory of Knowledge (1974). In G. Radnitzky & W. W. Bartley (Eds.) *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the sociology of Knowledge*. U.K. : Open Court Publishing Company..

Popper, K. R. (1984). *L'Univers irrésolu, plaidoyer pour l'indéterminisme (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery II. The Open Universe*, 1982). Paris : Hermann.

Popper, K. R. (1989). *La Quête inachevée* (*Unended quest*, 1986). Paris : coll. Agora, Pocket.

Popper, K. R. (1993). Natural selection and the emergence of mind (1977). In G. Radnitzky & W. W. Bartley (Eds.) *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the sociology of Knowledge*. U.K. : Open Court Publishing Company.

Popper, K. R. (1996). Amende honorable pour avoir entretenu une controverse. In Karl Popper, *La Théorie quantique et le schisme en physique (The Postscript to the Logic of Scientific Discovery III. Quantum Theory and the Schism in Physics*, 1982), préface. Paris : Hermann.

Popper, K. R. (2007). *La Logique de la découverte scientifique* (*The Logic of Scientific Discovery, 1934)*. Paris : éd. Payot.

Ptolémée, C. (1993). *Syntaxe mathématique*. In Germaine Aujac, *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe* (pp. 201–202). Paris : éd. du CTHS.

Putnam, H. (1984). *Raison, Vérité et Histoire* (*Reason, Truth, and History*, 1981). Paris : Les Editions de Minuit.

Rousseau, J.-J. (1750). *Discours sur les sciences et les arts*.

Russell, B. (2005). *Les Problèmes de la philosophie* (*The Problems of Philosophy*, 1912). Paris : Payot.

Sabatier, X. (2009). *Les Formes du réalisme mathématique*. Paris : coll. Mathésis, Vrin.

Saint-Sernin B. (1995). *La Raison au XXe siècle.* Paris : Seuil.

Seabrook, W. (1941). *Doctor Wood, Modern Wizard of the Laboratory*. New York : Harcourt.

Simon, G. (1996). *Sciences et savoirs aux XVIe et XVIIe siècles.* Paris : Presses Universitaires du Septentrion.

Soler, L. (2008). Texte de présentation du colloque *Caractériser la robustesse des sciences après le "tournant pratique" en philosophie des sciences,* Nancy, 26-27 juin 2008.

Sommerville, J. (1941). Umbrellaology, or, methodology in social science. *Philosophy of Science*, *8(4)*, 557–566.

Thuillier, P. (1978). La Triste histoire des rayons N. *La Recherche*, *9*, 1093–1101.

Varenne, F. (2006). *Les Notions de métaphore et d'analogie dans les épistémologies des modèles et des simulations.* Paris : éd. Petra.

Varenne, F. (2011). *Modéliser le social*. Paris : éd. Dunod.

Vernant, D. (1998). L'Interprétation du formalisme logique. In F. Nef & D. Vernant (Eds.), *Le Formalisme en question. Le tournant des années 30*. Paris : Vrin.

Vygotski, L. S. (1997). *Pensée et langage* (1934). Paris : La Dispute.

Weyl, H. (1922). Introduction à *Space, Time, Matter*, *Space, Time, Matter.* U.S.A. : Dover Publications.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine.* Paris : Hermann.

Wimsatt, W. C. (2007). *Re-Engineering Philosophy for Limited Beings*. Cambridge, U.S.A. : Harvard éd. Univ. Press.

Wittgenstein, L. (2011). *Tractatus logico-philosophicus (*1922). Paris : Gallimard.

Worms, F. (2002). Entre critique et métaphysique : la science chez Bergson et chez Brunschvicg. In P. Wagner (Ed.), *Les Philosophes et la science* (pp. 403–446). Paris : Gallimard.

BIBLIOGRAPHIE – Œuvres de fiction

Asimov, I. (1993). Les Propriétés endochroniques de la thiotimoline resublimée (The Endochronic Properties of Resublimated Thiotimoline, 1948). In *La Mère des mondes*. Paris : Présence du futur, n°199, Denoël.

Asimov, I. (2004). *Les Robots, Le Cycle des Robots 1.* Paris : J'ai Lu SF.

Asimov, I. (2009). *Fondation, Le Cycle de fondation 1*. Paris : Folio SF.

Carroll, L. (1979). *De l'autre côté du miroir* (*Through the Looking-Glass, and what Alice Found There*, 1872). In *Tout Alice.* Paris : GF Flammarion.

Corentin P. (1991). *Plouf !* Paris : Ecole des loisirs.

Doyle, C. (1892). Sherlock Holmes, in « The Adventure of the Beryl Coronet ».

Egan, G. (2009). *Incandescence*. U.K. : Gollancz.

Heinlein, R. A. (1981). *The Number of the Beast*. U.K. : New English Library Ltd.

Heinlein, R. A. (1987). *Time Enough for Love* (1973). U.S.A. : Penguin Group US.

Heinlein, R. A. (2008). Grandeur et misères de la science-fiction (« Science Fiction : Its Nature, Faults and Virtues », 1957). In *Robert Heinlein et la pédagogie du réel*, (pp. 122–160). Nice : éd. Somnium.

Heinlein, R. A. (2010). *L'Âge des étoiles* (*Time for the Stars*, 1956). Paris : Livre de Poche.

Heinlein, R. A. (2011). *Le Vagabond de l'espace* (*Have Spacesuit — Will Travel*, 1958). Paris : Livre de Poche.

Klein, G. (2011). *Trames et Moirés* (1986). Nice : éd. Somnium. ***-> Philo***

Meyerson, É. (2011). Bergson et Meyerson, un conte au sixième millénaire de l'ère vulgaire. In *Mélanges. Petites pièces inédites* (pp. 27–34). Paris : éd. Honoré Champion.

Pagnol, M. (2004). La Gloire de mon père (1957). Paris : éd. de Fallois.

Poe, E. A. (1993). *Eureka* (*Eureka : A prose poem*, 1848, trad. Charles Baudelaire). Pantin : éd. Le Castor Astral.

BIBLIOGRAPHIE - Autres

Alvarez, L.W. (1987). A Physicist Examines the Kennedy Assassination Film (American Journal of Physics, 1974). In W.P. Trower (Ed.), *Discovering Alvarez* (pp. 210–224). U.S.A. : Univ. Chicago Press.

Badiou, A., During, É., Maniglier, P., Benatouil, T., Rabouin, D., & Zarader J.-P (2003). *Matrix : Machine philosophique*. Paris : éd. Ellipses Marketing.

Bardière, Y. (2013). Approche linguistique, fictionnelle et didactique de la pragmatique. In Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle (Eds.), *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*. Nice : éd. Somnium.

Bardière, Y. (2013). De l'ASF à la SF : variations lexicales sur un même thème. In Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle (Eds.), *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel* (pp. 23–28). Nice : éd. Somnium.

Bellagamba, U. & Picholle, É. (2007). Vertiges spatio-temporels. In *Solutions non satisfaisantes. Une anatomie de Robert A. Heinlein (*pp. 175–184). Lyon : Les moutons électriques.

Bellagamba, U. & Picholle, É. (2011). Travaux pratiques. Préface. In R. A. Heinlein, *Le Vagabond de l'espace* (pp. 7-16). Paris : Livre de Poche.

Benford, G.A., Book, D.L. & Newcomb, W.A. (1970). The Tachyonic Antitelephone. *Phys. Rev. D* 2, 263–265.

Bogdanoff, I. & Bogdanoff, G. (1979). *L'Effet science-fiction*. Paris : coll. Ailleurs & Demain, R. Laffont.

Bouletreau, A., Chouanière, D., Wild, P. & Fontana, J.-M. (1999). *Concevoir, traduire et valider un questionnaire à propos d'un exemple.* In *EUROQUEST*, *178*. Paris : INRS.

Bretnor, R. (1953). The Future of Science Fiction. In *Modern Science Fiction*. Chicago : Advent.

Brillouin, L. (1988). *La Science et la théorie de l'information* (*Science and Information Theory*, 1956). Paris : Jacques Gabay.

Brillouin, L. (1960). *Wave Propagation and Group Velocity*. U.S.A. : Academic Press.

Broch, H. (1989). *Le Paranormal : ses documents, ses hommes, ses méthodes*. Paris : coll. Points sciences, Seuil.

Chavanes, I. (2003). *Leçons de Marie Curie,* recueillies par Isabelle Chavanes en 1907. Paris : éd. EDP Sciences.

Coleridge, S. (1983). *Biographia Literaria* (1817). In *Collected Works*. Princeton : Princeton Univ. Press.

Collectif. (2004). Questionnaire. In Michael S. Lewis-Beck, Alan Bryman et Tin Futing Liao (Eds.), *The SAGE encyclopedia of Social Science research Methods, vol.1* (pp. 902–903). U.S.A. : SAGE, U.S.A.

Corentin, P. (2011). Dans une histoire, on dit ce qu'on veut ! In E. Blanquet, E. Picholle (Eds.), *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* (pp. 199-202), Actes des premières journées Science-Fiction et Enseignement de l'IUFM de Nice. Nice : Somnium.

Davenas, E., Beauvais, F., Amara, J., Oberbaum, M., Robinzon, B., Miadonnai, A., Tedeschi, A., Pomeranz, B., Fortner, P., Belon, P., Sainte-Laudy, J., Poitevin, B. & Benveniste, J. (1988). Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE. *Nature, 333*, 816–818.

Dawkins, R. (2003). *Le Gène égoïste* (*The Selfish Gene*, 1976). Paris : Odile Jacob.

De Lavergne, C. (2007). La Posture du praticien-chercheur : un analyseur de l'évolution de la recherche qualitative. *Recherches Qualitatives*, Hors série n°3, 28–43.

Eco, U. (1985). Science et science-fiction. In *France XXI*e *siècle,* revue *Science-Fiction, 5*, éd. Denoël, 210–221.

Eco, U. (1989). *Lector in fabula. Le rôle du lecteur ou la coopération interprétative dans les textes narratifs (Lector in fabula*, 1979*).* Paris : coll. Biblio essais, Livre de Poche.

Eco, U. (1993). *De Superman au surhomme* (*Il superuomo di massa*, 1976). Paris : Grasset.

Eco, U. (2011). *Sémiotique et philosophie du langage* (*Semiotica e filosofia del linguaggio*, 1984). Paris : coll. Quadrige, P.U.F.

Eigler, D. M. & Schweizer, E. K. (1990). Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope. *Nature. 344*, 524–526.

Feynman, R. P. (2007). *Vous voulez rire, Monsieur Feynman !* (*Surely You're Joking Mister Feynman !*, 1985). Paris : Odile Jacob.

Feynman, R. P. (1980). *La Nature de la physique*. Paris : coll. Points Sciences, Seuil.

Fleischmann, M. & Pons, S. (1989). Electrochemically Induced Nuclear Fusion of Deuterium. *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, *261*, 301–308.

Forest, F. (1993). Pour qui sonne le glas, ou les impostures de l'art contemporain. *Quaderni, 21*, 119–140.

Gratzer, W. (2000). Energy Unilimited . In *The Undergrowth of Science* (pp. 111–135). U.S.A. : Oxford Univ. Press.

Gratzer, W. (2000). The Climate of Fear. In *The Undergrowth of Science* (pp. 177–218).U.S.A. : Oxford Univ. Press.

Grawitz, M. (1993). Observation, hypothèse, expérimentation. In *Méthodes des sciences sociales* (pp. 340-349, 9e éd). Paris : Précis Dalloz.

Grice, H. P. (1975). Logic and Conversation. In P. Cole & J.-L. Morgan (Eds.), *Syntax and Semantics 3 : Speech Acts*. New York : Academic Press.

Grice, H.P. (1967). Logic and conversation, Williams James Lectures, Harvard University.

Jacobi, D. (1985). Sémiotique du discours de vulgarisation scientifique, *Semen*, 2.

Klein, G. (1998). Des images de la science à la science-fiction. In *Galaxies*, *11*, 157–165.

Kohn, R. C. (2001). Les Positions enchevêtrées du praticien-qui-devient-chercheur. In M.-P. Mackiewicz (Ed.), *Praticien et chercheur. Parcours dans le champ social* (pp.15–38). Paris : L'Harmattan.

Langlet, I. (2006). *La Science-fiction. Lecture et poétique d'un genre littéraire*. Paris : Armand Colin.

Langmuir, I. & Hall, R. N. (1989). Pathological Science. (Colloque au Knolls Research Laboratory, 1953). *Physics Today*, 42(10), 36–48.

Lazlo, P. (1993). *La Vulgarisation scientifique.* Paris : coll. Que sais-je ? P.U.F.

Martineau S. (2005). L'Observation en situation : enjeux, possibilités et limites. In *Recherches Qualitatives*, Hors série n°2, 5–18.

Moeschler, J. (2001). Pragmatique. État de l'art et perspectives. *Marges Linguistiques. 1*, 1–16.

Mukumurera, J., Lacourse, F. & Couturier, Y. (2006). Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques. *Recherches Qualitatives*, *26(1),* 110–138.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. Canada : Sage Publications.

Perec, G. (1991). Mise en évidence expérimentale d'une organisation tomatotopique chez la soprano (Cantatrix sopranica L.). In *Cantatrix Sopranica L. et autres écrits scientifiques*. Paris : collection Librairie du XXe siècle, Seuil.

Picholle, É. (2011). Histoires de transmissions (Préface). In *Trames et Moirés*. Nice : éd. Somnium.

Picholle, É. (2011). Science et fiction spéculative : les jeux du plausible. In E. Blanquet & É. Picholle (Eds.), *Science et fictions à l'école : un outil transdisciplinaire pour l'investigation ?* (pp. 39–51). Nice : éd. du Somnium.

Picholle, É. (2012). Penser l'impensable : terra-former une autre planète pour préserver la nôtre ? In Actes du Colloque *De la science-fiction à la réalité* (pp. 37–41), organisé par le Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, déc. 2012.

Picholle, É. (2012). Trois fonctions littéraires de la *hard SF* : rupture, transmission et création. In U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron (Eds.), *Imaginaires scientifiques et hard science fiction* (pp. 97–114). Nice : éd. du Somnium.

Picholle, É. (2013). La Sémantique générale, rêve ou cauchemar ? In Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle (Eds.), *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*. Nice : éd. Somnium.

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. U.S.A. : University of Chicago Press.

Quéré, Y. (2003). Préface, *Leçons de Marie Curie*. Paris : éd. EDP Sciences.

Rocard, Y. (1989). *La Science et les sourciers. Baguettes, pendules, biomagnétisme*. Paris : Dunod.

Rucaud-Droisy, H., Safont-Mottay, C. & Oubrayrie-Roussel, N. (2008). *Psychologie du développement, Enfance et adolescence*. Paris : Dunod.

Saint-Gelais, R. (2005). *L'Empire du pseudo : modernités de la science-fiction*. Montréal : éd. Nota Bene.

Salençon, J. (2010). Allocution d'introduction du colloque « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », Paris, avril 2010.

Schaeffer, J.-M. (1999). *Pourquoi la fiction.* Paris : Seuil.

Sokal, A. (1996). Transgressing the Boundaries : Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity. *Social Text*, *46/47*, 217–252.

Sokal, A. & Bricmont, J. (1997). *Impostures intellectuelles*. Paris : Odile Jacob.

Tron, D. (2013). Do you grok english ? In Y. Bardière, E. Blanquet & É. Picholle (Eds.), *Science-Fiction et didactique des langues : un outil communicationnel, culturel et conceptuel*. Nice : éd. Somnium.

Wooley, J. & Cox, V. (2007). Development of Beliefs about Storybook Reality. *Developmental Science*. *10(5)*, 681–693.

Zola, É (2006). *Le Roman expérimental* (1881). Paris : Garnier-Flammarion.

Remerciements

Cette thèse est née de belles rencontres et, au fil de ses développements, en a suscité beaucoup d'autres, marquantes, significatives sur le plan scientifique et pédagogique. Au terme de ce travail, je souhaite remercier tous ceux sans lesquels elle n'aurait pas vu le jour.

Je dois à *La Main à la Pâte* et aux échanges qu'elle a suscités entre formateurs et chercheurs mes premières interrogations sur la démarche d'investigation. À Nice, elles ont trouvé un terreau favorable pour se développer. C'est, en particulier, à Serge Tricoire et Jean-Pierre Romagnan que je dois mes rencontres avec André Giordan et Éric Picholle. Je remercie Jean-Pierre Romagnan, Nicole Ostrowsky et Olivier Legrand pour leur accueil au département de physique. Édith Saltiel, Gérard Laporte, Jean-Louis Martinand, Wynne Harlen et bien d'autres encore m'ont consacré du temps et aidée à forger mon questionnement ; Norman Lederman a fait de mes premiers pas dans une conférence internationale un moment merveilleux : qu'ils en soient tous remerciés.

Je remercie mes co-directeurs pour leur confiance, leur vigilance et leur soutien dans tous les moments décisifs. Merci à Pierre Coullet d'avoir accepté d'encadrer cette thèse. Merci à Joaquim Dolz pour son regard bienveillant sur mon travail et son talent pour dissoudre les difficultés. Merci à André Giordan pour ses conseils et critiques, ses apports en didactique des sciences, pour sa présence apaisante et pour m'avoir fait découvrir le pilou et ses amis niçois. Merci à Éric Picholle pour ma formation épistémologique, nos échanges innombrables à bâtons rompus, toujours riches d'idées nouvelles et d'améliorations apportées à mon travail, pour son aide dans la construction de mes plans détaillés et ses relectures si attentives et si exigeantes. Son amitié et sa confiance en mes capacités m'ont été précieuses et il sait tout ce que ce travail lui doit. Merci à mes co-directeurs de m'avoir accompagnée et d'avoir accepté que s'épanouisse, parallèlement à ma recherche, ma passion de l'enseignement.

Je remercie de tout cœur mes rapporteurs, Jean-Louis Martinand et Paul-Antoine Miquel pour leurs regards critiques sur mon travail et les pistes qu'ils ont ouvertes. Roger Maynard et Yves Quéré m'ont fait l'immense plaisir d'être membres de mon jury après avoir été tous deux parrains des premiers jardins des sciences que j'ai organisés à Nice.

Je remercie mes relecteurs attentifs, Jean-Luc Gautero, Pascal J. Thomas et Henri Lehalle pour leurs regards croisés sur mon travail.

Cette thèse n'existerait pas sans les étudiants et enseignants en formation continue qui ont accepté de participer à mon étude. Ils sont trop nombreux pour que je puisse les remercier tous, mais ils se reconnaîtront. Merci en particulier à Camille, Lisa, Adrien, Aurélie, Mariska, Émilie et Romain pour l'aide apportée dans les transcriptions. Merci à Laurent, Laure, Valérie, Gisèle, Sabrina, Laurence, Fabienne, Pascale, Sabine, Isabelle, Jean-Luc et Anne de m'avoir ouvert leurs classes pour observer ou interviewer leurs élèves.

Je remercie Mohammed Najmi, Gilbert Castelli, Laure Capron et Anne Daunois ainsi que la Direction des services départementaux de l'Éducation Nationale et les I.E.N. de circonscription d'avoir permis aux jardins des sciences de se

développer et de m'avoir de la sorte offert l'opportunité d'interviewer les jeunes élèves qui y participaient. L'assistance sans faille du personnel administratif et technique du centre Stephen Liégeard a rendu possible la mise en place des tout premiers jardins des sciences et lancé l'opération. Depuis, avec le soutien bienveillant de Philippe Guetti, ils continuent à m'accompagner dans tous mes projets, y compris la soutenance de cette thèse, et je leur en suis très reconnaissante. Je suis également profondément reconnaissante à M. Étienne Rigout pour l'organisation régulière de stages de formation continue et pour la liberté totale qu'il m'a accordée dans leur mise en œuvre ainsi qu'à Xavier Canonne, Jean-Michel Baronne et Gilles Perole, ses conseillers pédagogiques, pour leur soutien amical. Ce travail doit beaucoup aux enseignants de la circonscription du Val-de-Siagne qui m'ont toujours réservé un accueil chaleureux et avec lesquels j'ai eu tant de plaisir à travailler.

Un guide pédagogique, *Sciences à l'école côté jardin*, est né au cours de l'aventure. C'est aux éditions du Somnium et à l'ESPE de Nice que je dois la pérennisation de mes séquences et leur diffusion. La conception graphique astucieuse d'Anouk Arnal a permis d'en faire un outil apprécié des enseignants. Je l'en remercie, ainsi que pour toute l'aide qu'elle m'a apportée dans la mise en forme de ce travail.

Merci aussi à Gérard Klein pour nos discussions sur la notion de subjectivité collective, ainsi qu'à Ugo Bellagamba, Daniel Tron, Simon Bréan et à tous les peyrescans.

Merci enfin à mes parents pour leur soutien inébranlable au cours de toutes ces années, ainsi qu'à Olivier et Annick.

Un parcours de thèse n'est pas, chacun le sait, seulement une expérience scientifique. C'est aussi une formidable expérience de vie, personnelle, avec ses moments d'interrogation, de doute et d'exaltation. Sur le chemin qui mène de l'idée même de la recherche à la rédaction de la thèse, sur le pont qui relie l'aspiration à la concrétisation, il y a beaucoup de rencontres et de regards partagés. Ce long chemin m'a menée à Nice, à Genève, à Peyresq, d'universités en Journées d'études interdisciplinaires ; celles et ceux qui l'ont embelli sont bien trop nombreux pour être tous cités ici. Auteurs, enseignants, chercheurs, artistes, amis très chers, qu'ils sachent tous à quel point ils ont été déterminants.

Construction of a Set of Criteria of Scientificity for Inquiry-based Science Education. A Pragmatic Approach to the Teaching of Physics in Primary School.

Abstract :

The purpose of this thesis is to propose a pragmatic epistemology of school science in primary school. Indeed, some of the difficulties encountered by inquiry-based science education may be attributed to a lack of understanding of the very nature of science. A survey on the perception of science by incumbent teachers and teachers in training confirms that most of them have a relatively vague vision grounded in a form of naive empiricism.

A practical set of criteria of scientificity adapted to the school context is developed through a "bottom-up" approach based on actual classroom practices. Its efficiency at discriminating scientific and non-scientific practices is discussed, as well as the didactical and epistemological implications of its use. It is thus possible to deduce evolutive definitions of a school science that is normative yet subordinated to the "science of scientists".

Teachers responded positively to this epistemological tool when it was presented to them. Among the different teaching strategies tested in a classroom, the most efficient for the acquisition of criteria of scientificity were those which supplemented the inquiry process with an explicit epistemological component.

Some elements of scientific method can be introduced as early as kindergarten (5-6 y.o.) : after experimenting with inquiry processes, pupils have proved able not only to claim the primacy of experiment but also to run tests related to different criteria of scientificity and acquire the basics of scientific modeling.

Keywords : Didactics of Physics - School Science - Inquiry-Based Science Education - Primary School - Nature of Science - Criterium of Scientificity - Kindergarten - Bottom-up approach - Philosophy of Science - Collective Subjectivity - Scientific Method - Analogical Models - Views of Science - Physics Teaching

La Construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation.
Une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire.

Résumé :

Le mémoire vise à proposer une épistémologie pragmatique de la science scolaire à l'école primaire. Un défaut de compréhension de la nature de la science pourrait en effet justifier en partie les difficultés de l'enseignement des sciences par démarche d'investigation. Une étude des représentations de la science chez les enseignants et futurs enseignants confirme qu'ils n'en ont pour la plupart qu'une vision assez floue, relevant majoritairement d'une forme d'empirisme naïf.

Un jeu opératoire de critères de scientificité adapté au contexte de l'école est développé dans une approche "*bottom-up*" partant des pratiques de classe effectives. Sa capacité à discriminer pratiques scientifiques et non scientifiques est discutée, de même que les implications didactiques et épistémologiques de son utilisation. Il est en particulier possible d'en déduire des définitions évolutives d'une science scolaire normative mais subsidiaire par rapport à la "science des scientifiques".

Cet outil épistémologique s'avère bien reçu par les enseignants auxquels il a été présenté. Le test en situation de différentes stratégies pédagogiques fait apparaître que les plus efficaces pour l'appropriation de critères de scientificité ajoutent à la démarche d'investigation une composante épistémologique explicite.

Certains éléments de méthode scientifique peuvent être travaillés dès la Grande Section de maternelle (5-6 ans) : des élèves ayant vécu des démarches d'investigation s'avèrent capables de revendiquer la primauté de l'expérience, mais aussi de mettre en œuvre des tests relatifs à plusieurs critères de scientificité et de s'approprier les rudiments de la modélisation scientifique.

Mots-clés : Didactique de la physique – Science scolaire - Démarche d'investigation - École primaire - Nature de la science - Critère de scientificité - École maternelle - Approche "*bottom-up*" - Épistémologie - Subjectivité collective – Méthode scientifique – Modèles analogiques – Représentations de la science – Enseignement de la physique – Découverte du monde

ANNEXES

Annexe 2.A. : Ouvrage *Science à l'école côté jardin, le guide pratique de l'enseignant.*

Annexe 2.B. : Séquence Astronomie et mouvements relatifs : sortir du cadre ? 5

Annexe 5.A. : J. Sommerville, Umbrellaology, or, methodology in social science. *Philosophy of Science*, vol. 8(4), 1941. pp. 557–566. 21

Annexe 6.A. :

Annexe 6.A.a. : Réponses des M1EEF (gp. 32-37) aux questionnaires posés en début et fin de formation 31

Annexe 6.A.b. : Réponses des participants du groupe 14 aux questionnaires posés en début et fin de formation. 59

Annexe 6.A.c. : Réponses des participants du groupe 38 aux questionnaires posés en début et fin de formation. 63

Annexe 6.B. :

Annexe 6.B.a. : Réponses des différents groupes sondés aux questionnaires portant sur la nature de la science 69

Annexe 6.B.b. : Profils des participants sondés 179

Annexe 6.C. : Lettre De Monsieur Périer A Monsieur Pascal Le Jeune 215

Annexe 6.D. : Transcription du Cours des PE1 2009-2010, groupe 2 217

Annexe 6.E. : Transcription de la formation continue du groupe 38 247

Annexe 6.F. : Questions posées par le praticien-chercheur au groupe 45 invitant à une réflexion métacognitive 301

Annexe 6.G. :

Annexe 6.G.a. : Transcription de la première journée de cours massé du groupe 45 303

Annexe 6.G.b : Transcription de la seconde journée de cours massé du groupe 45 323

Annexe 6.G.c. : Transcription de la troisième journée de cours massé du groupe 45 361

Annexe 6.G.d. : Transcription de la quatrième journée de cours massé du groupe 45 373

Annexe 6.G.e. : Transcription d'extraits de cours réalisés avant la semaine de cours massé avec le groupe 45 413

Annexe 6.H. : Réponses des étudiants du groupe 45 aux questionnaires posés 427

Annexe 6.I. : Evolution individuelle des différents participants au cours de la formation en termes d'éléments de scientificité 435

Annexe 6.J. : Transcription du bilan du groupe 45 457

Annexe K :
Annexe 6.K.a. : Transcription de la formation continue du groupe 54 469
Annexe 6.K.b. : Réponses des participants du groupe 54 aux questions posées pendant la formation 521

Annexe 6.L. : Transcription de l'animation pédagogique du groupe 67 529

Annexe 6.M. : Transcription de la formation continue "Maternelle" 2011/2012, groupe 52 545

Annexe 6.N. : Hiérarchisation des critères de scientificité en fonction de leur facilité d'utilisation par les enseignants 567

Annexe 6.O. : Réponses des participants du groupe 70 relatives aux critères de scientificité 569

Annexe 6.P. : Réponses des participants du groupe 63 aux questions posées en début et fin de formation et témoignages 571

Annexe 6.Q. : Retours 6 mois après la formation des enseignants du groupe 63 581

Annexe 7.A. :
Annexe 7.A.a. : Transcription des entretiens réalisés à Biot 587
Annexe 7.A.b. : Transcription des entretiens réalisés à Peymeinade 643
Annexe 7.A.c. : Transcription des entretiens réalisés à Cagnes-sur-Mer 685

Annexe 7.B. : Transcription de la séance *Plouf !* réalisée à Saint-Laurent du Var en classe de GS 699

Annexe 7.C. : Réponses des enseignants du groupe 52 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe 705

Annexe 7.D. : Réponses des enseignants des groupes 59 & 60-62 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe 707

Annexe 7.E. :
Annexe 7.E.a. : Réponses des élèves aux questionnaires posés après leur participation à un jardin des sciences 715
Annexe 7.E.b. : Répartition des éléments de réponse par catégorie et par classe 729

à Épicure. Si en revanche n'importe quel événement anodin peut tout changer, alors je n'ai pas le droit d'être passif, de ne faire que suivre, de laisser faire. Je dois m'engager.

QUELQUES EXEMPLES DE CARTES-ÉVÉNEMENTS :

ET SI... ... l'empire romain avait résisté aux envahisseurs barbares, et existait toujours ? 	ET SI... ... Attila, le roi des Huns, n'avait pas été repoussé par les Romains et les Wisigoths, en 451 après J.C., et avait réussi à conquérir toute l'Europe ? 	ET SI... ... Clovis 1er, le premier roi chrétien, n'avait pas choisi Paris comme capitale de son royaume, mais Nantes ?
ET SI... ... les Arabes n'avaient pas conquis une partie du monde, de l'Espagne à la Chine, diffusant ainsi de nombreuses connaissances (la boussole et le papier de Chine, les chiffres d'Inde, etc.) ? 	ET SI... ... Charlemagne n'avait pas inventé (ou plutôt réinventé) l'école ? 	ET SI... ... les Vikings (qui sont arrivés en Amérique cinq siècles avant Christophe Colomb) s'y étaient installés et y avaient bâti une grande civilisation ?
ET SI... ... la Société des Nations avait eu un vrai pouvoir politique et militaire, et avait empêché la montée des fascismes dans les années qui ont suivi la guerre 14-18 ? 	ET SI... ... nous avions écouté les premiers scientifiques à parler de la crise écologique, dès les années 1970 ? 	ET SI... ... le mur de Berlin n'était pas tombé ?

SÉQUENCE

Astronomie et mouvements relatifs : Sortir du cadre ?

Durée : 3 h (prévoir 2 h de plus si travail sur la schématisation [§ 12-14])

Niveau : CM2, collège et au-delà

Objectifs : Si chacun sait bien aujourd'hui que « la Terre tourne autour du Soleil », au point que la proposition inverse paraît presque ridicule aux esprits réfractaires à la relativité, il s'agit plus d'une ritournelle que d'un savoir basé sur une réelle compréhension du mouvement relatif de ces astres.

Remarque : On doit à Nicolas Copernic la réaffirmation du modèle héliocentrique (*ca.* 1513), par opposition au modèle géocentrique de Ptolémée (IIe siècle e. c.) ; mais c'est Galilée qui énonça en 1632 le principe de relativité, qui s'applique aussi au mouvement des planètes.

Le premier objectif de cette séquence est de faire prendre conscience aux participants que l'on ne peut pas parler sans équivoque d'un mouvement sans préciser d'abord le point de vue duquel on le considère.

Elle établit par ailleurs un lien entre les mouvements de la Lune, observés depuis la Terre, et son aspect dans le ciel (phases, face cachée, lever et coucher de Lune), et permet d'en déduire l'aspect de la Terre telle qu'elle serait perçue par un hypothétique habitant de la Lune (phases de la Terre, lever et coucher de Soleil...).

Matériel par groupe :
Une lampe torche puissante ; une boule de polystyrène d'environ 2 cm de diamètre et une autre de 5 cm respectivement ; de la pâte à modeler ; deux pics à brochette.

Matériel pour l'enseignant :
Image des phases de la Lune et illustration de Manchu (fichiers numériques et matériel de projection ou images imprimées au moins au format A3) ; lampe puissante (rétroprojecteur, projecteur de diapositives ou équivalent) ; tabouret tournant ; boule de polystyrène de 20 cm de diamètre environ, pâte à fixer ; une feuille de papier calque (A4).

Conditions spécifiques :

Obscurité dans la salle ; prévoir un espace dégagé pour les présentations.
Cette séquence présuppose que les participants savent que la Terre tourne sur elle-même en 24 h.
Il est également préférable d'avoir préalablement travaillé sur les ombres, ainsi que d'avoir procédé à des observations régulières de la Lune.

ATTENTION : Pour les élèves de primaire il est nécessaire de procéder à des observations régulières de la Lune pendant 1 à 2 mois avant cette séquence (aspect, heure d'observation, position dans le ciel si possible).
Faire la première observation avec eux (un peu après la pleine lune car les observations pourront être réalisées en matinée) pour s'assurer de leur bonne compréhension de ce qui est attendu et leur fournir un tableau à remplir pour faciliter les confrontations d'observations.

FIGURE 1 : Évolution de l'aspect de la Lune, vue depuis la Terre, au cours d'un cycle

Déroulement succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
1) Que savez-vous de la Lune ?	Mettre en commun les connaissances et conceptions, faire apparaître des contradictions. Dégager des questionnements.	Discussion collective Dessin individuel des phases de la Lune
2) Voit-on toute la Lune au cours d'une lunaison ?	Proposer et tester une méthode pour vérifier que, depuis la Terre, on voit toujours la même face de la Lune.	Discussion collective ou par petits groupes et mis en commun
3) Quel(s) mouvement(s) de la Lune nous amène(n)t-il(s) à en voir toujours la même face ?	Associer l'existence d'une face cachée de la Lune à ses mouvements synchrones de rotation sur elle-même et de révolution autour de la Terre.	Simulation des mouvements par les participants
4) Que voyez-vous sur cette image ? Quelles questions suscite-t-elle ?	Décrire une image et proposer des questions en lien avec elle.	Discussion collective

5) La Terre sortira-t-elle du cadre ?	Modéliser les mouvements de la Terre et de la Lune et adopter le point de vue d'un observateur sur la Lune. Définir un « Pôle Nord » et un « Pôle sud » lunaires. Un observateur fixe sur la Lune et qui regarde la Terre la voit immobile dans le ciel. S'exprimer en précisant « vu de la Lune »	Travail par petits groupes et mise en commun
6) Depuis la Lune, peut-on voir toute la surface de la Terre ?	Modéliser les mouvements de la Terre et de la Lune et adopter le point de vue d'un observateur sur la Lune. Un observateur fixe sur la Lune et qui voit la Terre peut en observer toute la surface.	Travail par petits groupes et mise en commun
7) Les habitants de la Lune voient-ils tous la Terre ?	Modéliser les mouvements de la Terre et de la Lune et adopter le point de vue d'un observateur sur la Lune. Les habitants de la face cachée ne voient jamais la Terre.	*Idem*
8) Peut-on voir des phases de la Terre depuis la Lune ?	Modéliser et associer à différentes configurations Terre/Lune/Soleil les phases de la Terre correspondantes.	*Idem*
9) Peut-on déduire la phase de la Lune, vue de la Terre, de celle de la Terre, vue de la Lune ?	Changer de point de vue et s'exprimer en précisant le point de vue adopté.	*Idem*
10) Où se trouve le Soleil sur l'image ? (facultatif, travail préalable sur le parallélisme des rayons du Soleil requis)	Repérer la position du Soleil sur l'image et observer la cohérence des ombres portées dessinées.	*Idem*
11) Peut-on voir la Terre comme sur l'image ?	Modéliser les positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil de sorte qu'un observateur lunatique voie la même chose que sur l'image. Déduire de l'image la position de cet observateur sur la Lune.	*Idem*
12) Combien de temps dure une journée lunaire ? (facultatif)	Évaluer en journées terrestres la durée d'éclairement et d'obscurité sur la Lune.	*Idem*
13) Comment déterminer le sens de révolution de la Lune autour de la Terre ? (facultatif)	Modéliser les positions de la Lune vue de l'espace à partir d'observations de ses phases vues depuis la Terre. Identifier son sens de rotation.	*Idem*
14) Et si on essayait de représenter ce que nous avons compris ? (facultatif)	Schématiser sur un plan des phénomènes dans l'espace	Discussion collective et travail individuel

Descriptif

1. Que savez-vous de la Lune ?

Demandez aux participants ce qu'ils savent de la Lune. Les réponses varient et sont notées au tableau. Ils savent généralement que la Lune est « une boule », « un satellite de la Terre qui tourne autour » de celle-ci ; qu'elle change d'aspect au cours du mois ; que le cycle lunaire prend un peu moins d'un mois ; que l'on ne voit qu'une face de la Lune ; qu'elle se déplace au cours de la nuit : il y a un lever et un coucher de Lune ; que la Lune n'émet pas de lumière mais renvoie celle qu'elle reçoit du Soleil.

Il arrive souvent que certains croient que la Lune ne peut être vue que de nuit ; mais d'autres étant sûrs de l'avoir vue en journée, cela suscite des interrogations (réserver une partie du tableau pour toutes les questions en attente de réponse).

Remarque : « Pour la trouver, il faut la nuit » : La célèbre chanson de Charles Trenet, *Le Soleil a rendez-vous avec la Lune*, suggère que la Lune n'est jamais visible de jour. C'est pourtant bien le cas : on peut observer le premier quartier de Lune en après midi ou le dernier en matinée par exemple.

Les collégiens savent également souvent qu'il n'y a pas d'air sur la Lune, qu'il y a eu du volcanisme, que des météorites ont créé des cratères, etc. D'autres peuvent parler de l'influence réelle ou supposée de la Lune sur Terre (Lune rousse qui provoque le gel, phénomène des marées…) : leur préciser que le travail se focalisera sur les observations *astronomiques* et que ces questions ne seront pas traitées au cours de la séquence.

Remarque : Si beaucoup savent que « on a marché sur la Lune », il s'agit désormais souvent pour eux d'un événement distant (1969 : du temps de leurs grands-parents...) voire relativement banal, alors même que cette performance n'a plus été égalée depuis 1972.

Attention : Il arrive que les participants associent la possibilité de faire des bonds impressionnants à la surface de la Lune à l'absence d'air et/ou à une absence de gravité. Préciser que la gravité (le poids) est associée à la masse (la quantité de matière) : elle existe donc à la surface de la Lune, mais y est 6 fois plus faible que sur Terre. Les muscles des astronautes, habitués à la pesanteur terrestre, surcompensaient la faible pesanteur lunaire.

Proposez aux participants de dessiner de mémoire (ou en s'appuyant sur leurs observations quand c'est possible) l'évolution de l'aspect de la Lune au cours d'un de ses cycles.

Remarque : Lorsqu'en ajoutant une hampe on peut faire un *p* minuscule, il s'agit dans l'hémisphère nord d'un premier quartier visible en après midi ; un *d* minuscule, d'un dernier quartier, visible en matinée.

FIGURE 2 : De gauche à droite : pleine lune, lunes gibbeuses (x2), premier quartier, premier croissant

La mise en commun des dessins permet d'identifier ressemblances et différences. Lorsque la séquence est menée sans observations préalables, les désaccords sont nombreux sur l'ordre d'apparition des phases et les formes prises par la Lune. À la place de la lune gibbeuse (convexe), on trouve souvent des dessins où elle ressemble à une galette dont on aurait croqué un morceau (concave). *Comment faire pour savoir ?* Idéalement, il faudrait observer la Lune pendant un mois, dessiner son aspect, repérer l'heure à laquelle elle se lève et se couche, sa position dans le ciel.

Projetez alors au tableau les images des phases de la Lune. Indiquez que ces photos ont été prises *au même endroit au cours de nuits successives* ; et en gardant le même agrandissement. On constate que la Lune n'apparaît pas sous la forme d'une galette croquée mais plutôt que le quartier (souvent nommée demi-Lune par les participants) « enfle » progressivement : c'est la Lune *gibbeuse*. Précisez qu'il s'agit d'un *cycle* et que chaque lunaison voit se succéder dans le même ordre les mêmes aspects de la Lune. Pour des participants qui ont observé régulièrement la Lune, on peut s'appuyer sur leurs dessins d'observation. L'image projetée offre une synthèse du phénomène.

Remarque : La forme de « galette croquée » apparaît parfois lors de certaines éclipses. Le mécanisme est alors différent : la partie « manquante » est l'ombre de la Terre.

Remarque : Une *lunaison* est le temps qui s'écoule depuis le commencement de la nouvelle lune, jusqu'à la fin du dernier quartier, soit environ 28 jours. Le terme, d'origine paysanne, n'a donc de sens que sur Terre. Un astronome parlera plutôt de *période de révolution*, c'est-à-dire du temps employé par un astre pour décrire entièrement son orbite et revenir à son point de départ (une révolution = un tour).

Une observation plus fine montre que les pointes d'un croissant de Lune et les deux points extrêmes du renflement d'une Lune gibbeuse se trouvent sur la droite qui sépare parties visible et obscure d'un quartier de

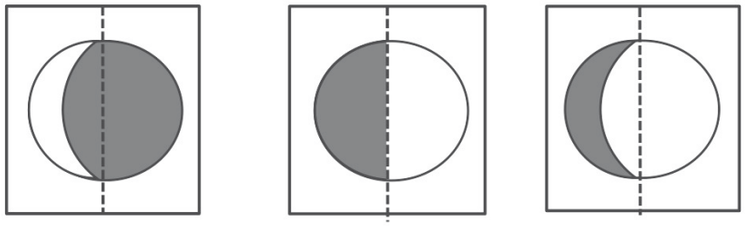


FIGURE 3 : Comment dessiner un croissant ou une Lune gibbeuse réaliste

Lune (sur un diamètre de la Lune). Cela permet de corriger les dessins où les pointes d'un croissant se touchent presque.

Remarque : Cela peut être l'occasion de faire un sondage sur les raisons de ce changement d'aspect de la Lune. Bien souvent c'est l'ombre de la Terre sur la Lune qui est invoquée. Écrivez au tableau les différentes explications fournies sans laisser à ceux qui savent (et ont très envie d'expliquer) l'occasion d'aller plus avant dans leur interprétation, en précisant que les choses s'éclaireront ultérieurement.

2. Voit-on toute la Lune au cours d'une lunaison ?

Voit-on toute la Lune au cours d'une lunaison ? Si les participants n'ont pas d'idées, demandez-leur d'observer une zone particulière de la Lune au cours de la lunaison (tant qu'elle est visible). S'ils ont déjà suggéré que l'on voit toujours la même face de la Lune, les images des phases permettent de revenir sur cette affirmation : *comment en être sûr ?*

Très rapidement, ils proposent de comparer la position de certains cratères sur les différentes images obtenues au cours de la lunaison et vérifient que la Lune nous présente bien toujours la même face.

Remarque : En fait, on peut voir depuis la Terre un peu plus de la moitié de la Lune. Celle-ci semble osciller légèrement (les astronomes parlent de libration), mais cela n'a pas d'importance pour le déroulement de la séquence et cette précision pourrait ajouter de la confusion.

Il est judicieux de choisir des cratères de référence sur les bords et au centre afin qu'ils restent identifiables dans les phases en croissant.

Dans l'idéal, il faudrait procéder à des observations régulières de la Lune ; le plus souvent, on se satisfera d'une vérification sur les images des phases projetées au tableau. L'utilisation d'un papier calque permet de confirmer que l'on voit toujours les mêmes cratères aux mêmes endroits et donc la même face de la Lune. Une face de la Lune reste cachée.

3. Quel(s) mouvement(s) de la Lune nous amène(n)-t-il(s) à en voir toujours la même face ?

Certains participants indiquent bien souvent que c'est parce que la lune tourne (« orbite ») autour de la Terre *sans tourner sur elle-même* que l'on n'en voit qu'une seule face depuis notre planète.

Attention : Un mouvement complexe peut être décomposé en plusieurs mouvements de rotation (et/ou de translation) indépendants. Pour éviter de les confondre, il est donc nécessaire de préciser si la lune « tourne *autour de quelque chose* », « tourne sur elle-même » ou si elle combine les deux mouvements.

Remarque : pour éviter les confusions entre des « rotations » de natures très différentes, on pourra parler de « mouvement de toupie » pour la rotation de la Terre autour de son axe et, au risque de l'anglicisme, utiliser le verbe « orbiter » quand un astre tourne autour d'un autre.

Une simulation va permettre de tester cette hypothèse. Dégagez une surface circulaire visible de tous d'un rayon d'environ 1,5 m et proposez à deux participants de se lever. L'un « sera la Terre » et l'autre la Lune. Indiquez qu'ils vont devoir s'arranger pour que celui qui personnifie la Terre voie toujours le visage (la « face ») de celui qui représente la Lune.

Avant de les laisser commencer, demandez au public combien de fois la Terre devra tourner sur elle-même pendant que la Lune fera un tour autour d'elle. La personne qui représente la Terre, comprenant qu'il lui faudra tourner environ 28 fois pour chaque révolution lunaire (ou après un premier essai vertigineux) demande souvent s'il n'est pas possible de prendre quelqu'un d'autre… On proposera alors un compromis : pour les besoins de la simulation, elle se contentera de tourner sur elle-même de façon à avoir toujours la même face de la Lune devant elle sans se préoccuper du mouvement de la Terre sur elle-même, qu'on connaît déjà.

Remarque : Il y a toujours quelqu'un, quelque part sur Terre, qui a la Lune en face de lui.

Remarque : On ne tient pas compte pour le moment de l'éclairage de la scène par le Soleil et on regarde les choses vues de la Terre. Le seul mouvement permis à la Terre est de tourner sur elle même.

Remarque : À ce stade, les participants ne peuvent pas savoir dans quel sens la Lune tourne autour de la Terre. La question est abordée en détail dans la section 13 (facultative). Si la question est posée, indiquez que cela dépend si l'on regarde « du dessus » (côté Pôle Nord) ou « par en dessous » (Pôle Sud) (ne préciser « du plan de l'écliptique » qu'avec des élèves assez avancés). Vue de l'espace, l'hémisphère nord de la Terre étant visible (vue « du dessus »), la Lune tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre. Le corps du participant est dans l'axe de rotation de la Terre et sa tête en est le pôle nord.

Remarque : Les astronomes distinguent différentes définitions de la période de révolution de la Lune. Nous prendrons une valeur moyenne de 28 jours sans rentrer plus dans les détails.

Les deux acteurs trouvent souvent rapidement la solution (avec l'aide du public) : la Lune doit tourner autour de la Terre en faisant des pas chassés et en regardant toujours la Terre dans les yeux. La Terre fait alors un tour sur elle-même en même temps que la Lune tourne autour d'elle, soit 28 jours. *Que dire des mouvements de la Lune dans ces conditions ?* Beaucoup sont toujours convaincus que la Lune a fait un tour autour de la Terre (une *révolution*) *sans* avoir tourné sur elle-même. Demandez alors aux acteurs de renouveler la simulation, la Lune indiquant régulièrement à haute voix ce qu'elle voit *derrière* la Terre (le tableau, puis les fenêtres, le mur, un poster…). Cela suffit souvent à établir qu'elle tourne bien sur elle-même.

Il est cependant utile de refaire plusieurs fois l'exercice (avec des acteurs-Lune différents) pour permettre à chacun d'assimiler que la Lune tourne sur elle-même *en même temps* qu'elle tourne autour de la Terre : on a bien représenté deux mouvements de rotation simultanés, dont la période de rotation est *exactement la même*. Pour s'en assurer, refaire une dernière fois la simulation en notant bien les conditions de départ (positions relatives des acteurs *et* arrière-plan) et vérifier qu'après un cycle, *les deux* se retrouvent bien à l'identique.

Remarque : Il est également possible de demander à l'acteur-Lune de tendre un bras et de tourner ainsi autour de la Terre : son bras pointera successivement vers différentes positions dans la salle, ce qui n'est possible que si la Lune a tourné sur elle-même. On peut aussi faire tourner la Lune autour de la Terre sans la faire tourner sur elle-même : dans ce cas, elle fait toujours face au même mur dans la pièce, et la Terre voit successivement le visage et le dos de la Lune : il n'y a plus de face cachée ; ce modèle du mouvement n'est pas conforme à l'observation, donc pas recevable.

Remarque : À ce stade, les participants ne se demandent jamais ce que représentent dans la réalité les murs et le sol de la pièce qui nous servent pourtant de repère. En poussant l'analogie, il s'agirait d'étoiles très éloignées qui, de la Terre, nous apparaissent fixes les unes par rapport aux autres.

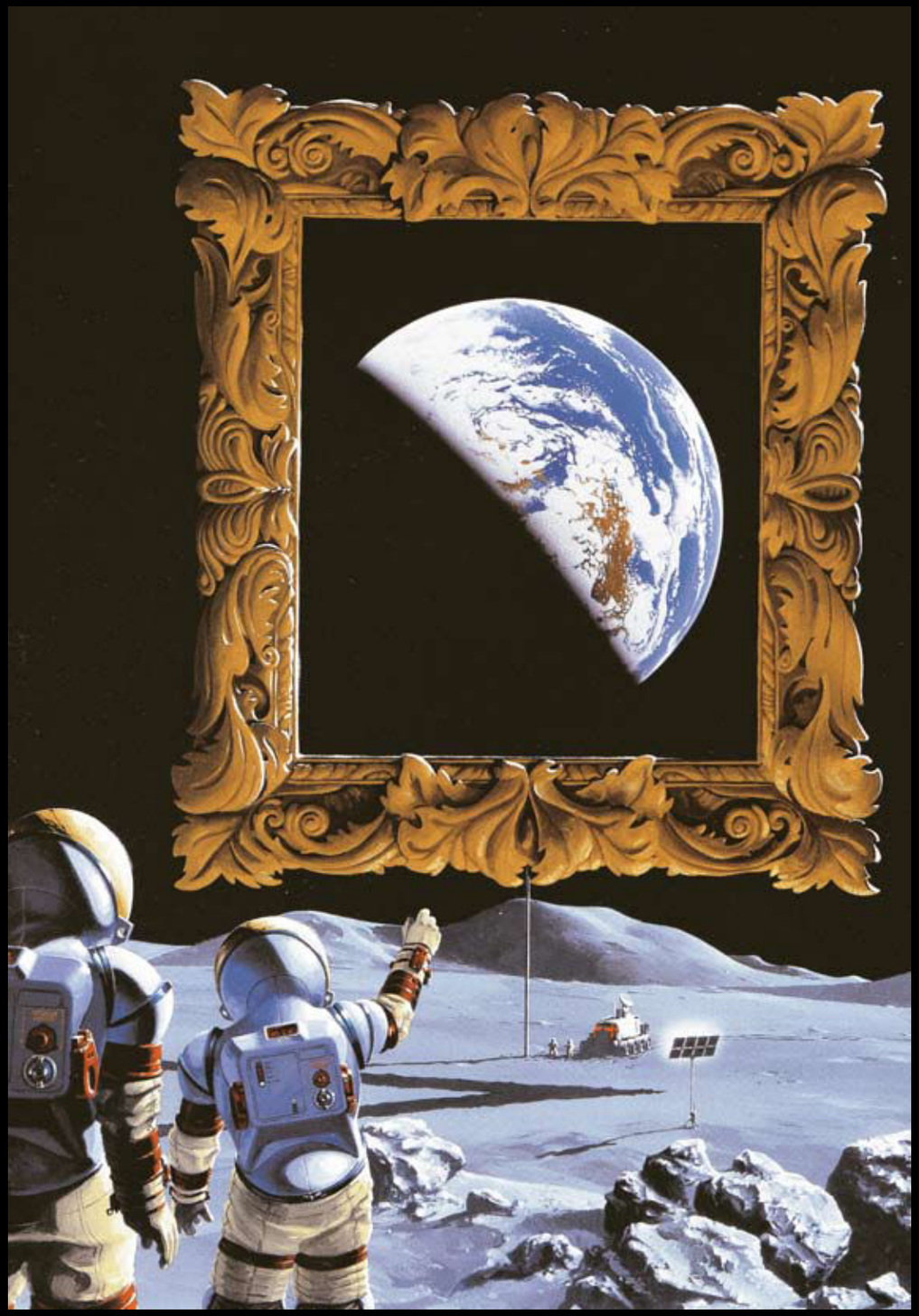
4. Que voyez-vous sur cette image ? Quelles questions suscite-t-elle ?

Présentez l'image de la « Terre encadrée » de Manchu et demandez aux participants ce qu'elle représente.

Remarque : Manchu est un illustrateur français de science-fiction, également spécialiste des vues d'artiste de phénomènes astronomiques, en particulier pour le mensuel *Ciel & Espace*.

Ils suggèrent rapidement que les personnages se trouvent sur la Lune et que c'est la Terre que l'on voit dans le cadre. Il est parfois nécessaire de faire remarquer le pied, fixé au sol lunaire, qui maintient le cadre (si l'on s'étonne de sa finesse, rappeler qu'il n'y a pas d'air sur la Lune donc pas de vent pour le faire basculer).

Page de droite : *La Terre encadrée*, © Manchu / Livre de Poche



Remarque : L'auteur de science-fiction Robert Heinlein s'amuse à baptiser « Lunatiques » les habitants de la Lune, tout en notant que, du fait des conditions difficiles régnant à sa surface, ils ne vivent par *sur* mais *dans* la Lune. Nous adopterons ce terme dans la suite de la séquence.

Quelles questions peut-on se poser devant cette image ? Il est souvent nécessaire d'en lancer une première pour amorcer le travail. *Voit-on toujours un quartier de Terre, comme sur l'image, ou peut-on voir une pleine Terre ?* D'autres questions surgissent alors : *Où se trouve le Soleil ? Voit-on toujours la même face de la Terre ?* On voit la Lune se coucher et se lever sur Terre ; *voit-on la Terre se lever et se coucher ? Sort-elle du cadre ?* (très souvent on a une réponse spontanée affirmative). Ou plus généralement : *L'illustration de Manchu est-elle réaliste ? Pourrait-on vraiment, depuis la Lune, voir la Terre comme sur l'image ?* Les noter au tableau et préciser qu'on les abordera en commençant par les plus faciles, qui aideront à répondre aux plus compliquées.

Remarque : La Terre paraît plus grosse dans le ciel lunaire que la Lune dans le nôtre. Son diamètre apparent est environ quatre fois plus grand.

5. La Terre sortira-t-elle du cadre ?

Chaque groupe a à sa disposition deux boules de polystyrène représentant respectivement la Lune et la Terre, une lampe torche puissante pour le Soleil et de la pâte à modeler pour positionner un observateur (ou faire un cadre s'ils le souhaitent). Proposez-leur de chercher dans un premier temps si la Terre sort ou non du cadre en modélisant la situation à l'aide du matériel disponible.

Remarque : Les participants percent spontanément les boules avec les pics à brochette passant par leurs centres, pour faciliter leur manipulation et les positionner sur la table, par exemple à l'aide de la pâte à modeler.

L'axe de rotation de la Lune sur elle-même (*cf.* §3) étant choisi (pratiquement) parallèle à celui de la Terre, il permet de définir pour la Lune un Pôle Sud, un Pôle Nord (l'axe S-N étant choisi dans le même sens que sur Terre) et un équateur.

Remarque : Les participants se posent rarement de question sur l'inclinaison de l'axe de la Lune ou sur son plan de révolution autour de la Terre. C'est tant mieux. Si cela les perturbe, indiquez qu'au niveau où l'on se place, prendre l'axe de la Lune parallèle à l'axe de rotation de la Terre et faire tourner la Lune dans le plan de l'équateur terrien est une approximation acceptable.

Dans notre modèle, deux autre points remarquables sur la Lune sont ceux qui se trouvent exactement sur l'axe Terre-Lune, sur l'équateur : celui pour lequel la Terre est au zénith (à la verticale), et où on doit donc s'allonger pour mieux l'observer ; et le point diamétralement opposé. On pourra s'amuser à leur choisir des noms avec les participants (« Point Z », « Sous-Terre », « Anti-Terre », etc.), mais ils n'ont pas véritablement de sens astronomique, du fait des petits mouvements que nous avons négligés.

Remarque : Les astronomes ont en revanche appelé « Golfe du Centre » une région assez vaste de la Lune depuis laquelle la Terre est vue presque au Zénith.

Dans la précédente simulation, on regardait les choses *du point de vue de la Terre* et un observateur terrestre voyait toujours la même face de la Lune. En reproduisant les mêmes mouvements avec les boules et en plaçant cette fois un observateur sur la Lune, les groupes constatent en général facilement que, *vue de la Lune*, la Terre reste toujours au même endroit pour l'observateur, et lui apparaît immobile. Insistez pour que les participants précisent bien à chaque fois qu'ils s'expriment le point de vue où ils se placent.

Remarque : Il n'est pas nécessaire d'utiliser la lampe torche pour répondre à la question.

6. Depuis la Lune, peut-on voir toute la surface de la Terre ?

Lors de la simulation avec les deux acteurs, on avait décidé d'éviter de faire tourner 28 fois la Terre sur elle-même pour lui éviter le tournis. Cette précaution ne s'impose plus avec les boules. Très souvent les groupes réalisent en manipulant que, depuis la Lune, un observateur peut voir toute la Terre. Pendant que la Lune fait un vingt-huitième de tour autour de la Terre, celle-ci a fait un tour complet sur elle-même.

Les échanges au sein des groupes sont souvent fructueux et il est rarement nécessaire de les assister. Un premier bilan collectif permet de s'assurer de la bonne compréhension des phénomènes. Un groupe présente ses résultats et les autres commentent et complètent si besoin. Pour un observateur lunatique immobile, deux éléments sont à prendre en compte : a/ La Terre ne sort pas du cadre (pas de mouvement apparent dans le ciel lunaire, ou négligeable). En revanche, b/ à l'intérieur du cadre, on la voit tourner sur elle-même en 24 h (environ).

Si la météo terrestre le permet (pas trop de nuages), notre observateur lunatique voit donc bien successivement tous les lieux de la Terre.

7. Tous les Lunatiques voient-ils la Terre ?

Mais est-ce le cas pour tous *les habitants de la Lune ?*

En utilisant les boules de polystyrène, il est facile de constater que, au contraire de ceux de la face visible, qui peuvent toujours la voir, les habitants de la face cachée de la Lune ne voient *jamais* la Terre.

Attention : Certains peuvent penser qu'il fait toujours nuit sur la face cachée de la Lune. Une discussion rapide entre groupes peut spontanément régler la question. Sinon, notez cette affirmation avec un point d'interrogation sur le tableau à côté des autres questions en attente de réponse.

Remarque : En toute rigueur, il faudrait considérer les habitants de la zone frontière entre les deux faces de la Lune qui, du fait d'une légère oscillation de l'orientation de la Lune voient la Terre, toujours très basse sur l'horizon, se lever et se coucher périodiquement.

8. Peut-on voir des phases de la Terre depuis la Lune ?

On va maintenant tenter de déterminer l'aspect de la Terre telle qu'on pourrait l'observer depuis la Lune. Connaît-elle des phases similaires à celles de la Lune vues depuis la Terre, comme le suggère l'illustration de Manchu ?

Des boules de polystyrène représentent toujours la Terre et la Lune, et la lampe le Soleil. Faire remarquer aux participants qu'il leur faut éloigner suffisamment la lampe des boules pour en éclairer complètement une moitié (c'est le jour sur la partie de l'astre considérée) et laisser l'autre moitié sombre (c'est la nuit). Choisir une distance raisonnable pour garder un contraste suffisant. Indiquez au besoin que les lampes font de piètres Soleil et que les éloigner est un moyen de compenser certaines de leurs imperfections.

Remarque : Ceux des participants qui ont travaillé sur le parallélisme des rayons du Soleil (voir ci-dessous, « Pour aller plus loin », p. 176) comprendront qu'il s'agit de se mettre dans des conditions où les sources de lumière sont aussi parallèles que possible.

Si des groupes tentent de simuler à la fois le mouvement de la Lune autour de la Terre et celui de la Terre autour du Soleil, indiquez-leur que, la question ne concernant que la Lune et la Terre, on peut sans doute faire l'économie du second mouvement.

Remarque : Le principe d'économie, ou « Rasoir d'Ockham », qui consiste, à pouvoir explicatif équivalent, à privilégier l'hypothèse ou le modèle le plus simple est l'une des bases de la méthode scientifique moderne.

Remarque : Le cycle des phases de la Terre est bouclé quand, pour un Lunatique immobile, la Terre apparaît de nouveau dans une même phase. Sa durée augmente légèrement si l'on choisit de déplacer d'un douzième de tour la Terre autour du Soleil pendant une lunaison. Il est inutile au niveau où nous nous plaçons de souligner cette subtilité. Cela peut en revanche être travaillé ultérieurement.

Remarque : Les astronomes distinguent la période de révolution sidérale, qui est le temps mis par un astre pour faire un tour par rapport à une étoile éloignée, qui garde la même direction au cours du temps ; et sa période de révolution synodique, qui est le temps mis par un astre pour faire un tour par rapport à celui autour duquel il orbite (qui peut lui-même orbiter autour d'un troisième...).

Après une discussion au sein du groupe, un participant maintient la lampe torche fixe, un autre la Terre immobile, un troisième fait tourner la Lune autour de la Terre (en maintenant toujours l'observateur lunatique face à la Terre). La partie de la Terre éclairée par le Soleil *et* visible pour l'observateur lunatique varie alors suivant les positions relatives des trois astres. Lorsque Soleil, Lune et Terre forment un angle droit, un observateur lunatique observe un quartier de Terre. Lorsque Soleil, Terre et Lune sont alignés, deux cas sont possibles : la Lune est « derrière » la Terre (alignement S-T-L) et un observateur lunatique ne voit donc pas la Terre, qui lui présente sa face non éclairée (nouvelle Terre) ; ou bien elle est « devant » celle-ci (alignement S-L-T), et notre Lunatique voit une pleine Terre.

Remarque : Cela ne vaut que pour le cas habituel d'un alignement imparfait, où la Lune se trouve un peu « plus haut » ou « plus bas » que l'axe Soleil-Terre. Lorsqu'elle croise cet axe, on assiste à une éclipse. Dans le cas d'un alignement parfait (S-T-L), la Lune est complètement dans l'ombre de la Terre : pour un Lunatique, c'est une éclipse de Soleil (au même moment, depuis la Terre, on observe une éclipse de Lune). Lors d'un alignement parfait (S-L-T), l'ombre portée de la Lune (plus petite que la Terre) provoque une éclipse totale de Soleil sur une petite partie de la Terre. Depuis la Lune on verrait alors une pleine Terre avec un rond sombre là où se trouve l'ombre de la Lune : c'est une éclipse partielle de Terre.

Lors du bilan collectif, prévoyez un espace circulaire dégagé, utilisez un spot lumineux pour le Soleil, un tabouret sur lequel est fixé la boule de polystyrène (notre Terre) et sollicitez un participant dans le rôle du Lunatique qui tourne autour de la Terre. Celui-ci représente quelqu'un d'immobile quelque part sur la face visible de la Lune : les spectateurs veilleront bien à ce qu'il montre toujours le bout de son nez à la Terre. En éteignant les autres source d'éclairage, ce dispositif permet à chacun d'observer, s'il en est encore besoin, qu'une moitié de la Terre est toujours éclairée (sauf en situation d'éclipse) mais que suivant la position du Lunatique par rapport à la Terre et au Soleil, celui-ci voit parfois toute la partie éclairée de la Terre (pleine Terre) ou une moitié (quartier de Terre) ou une petite portion (croissant de Terre), ou rien du tout (nouvelle Terre). On se met alors d'accord sur les appellations (premier et dernier quartier de Terre etc.) en référence aux choix faits pour les appellations des phases de la Lune (on voit un *p* minuscule, c'est un premier quartier…).

9. Peut-on déduire la phase de la Lune, vue depuis la Terre, de celle de la Terre, vue depuis la Lune ?

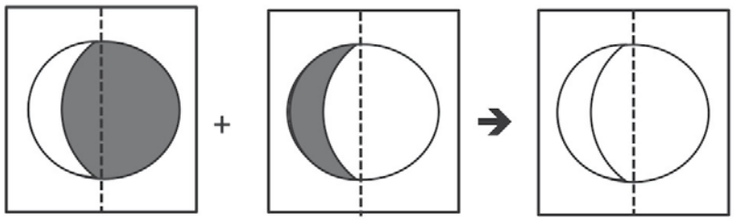
On peut voir différentes phases de la Terre depuis la Lune. En plaçant chacun leur œil près d'une des boules, deux participants peuvent constater qu'à un croissant vu depuis la Terre (*resp.* la Lune) correspond toujours une gibbeuse vue depuis la Lune (*resp.* la Terre) ; qu'à un premier quartier correspond toujours un dernier quartier ; et qu'à une pleine Terre (*resp.* Lune) correspond une nouvelle Lune (*resp.* Terre).

Lors de la mise en commun, un participant est assis sur le tabouret et tient la boule qui représente la Terre, tandis qu'un autre participant tient une boule qui représente la Lune. Le premier tourne sur le tabouret de façon à voir toujours la même face de la Lune pendant sa révolution. Ils décrivent tous les deux la partie visible de la zone éclairée de l'astre qu'ils ont devant eux en précisant à chaque fois leur point de vue. Noter systématiquement au tableau, deux par deux, les phases correspondantes. Ne pas hésiter à alterner les positions des participants en leur faisant représenter la Terre et la Lune pour que chacun s'approprie le changement de point de vue. Lors des explications, veillez à la précision du langage : *vue par un observateur terrestre*, la Lune apparaît sous la forme d'un premier croissant ; *vue par un observateur lunatique*, la Terre apparaît au même moment gibbeuse.

En dressant un tableau de correspondance à partir de ces observations, les participants constatent donc que la phase visible de la Terre est complémentaire de celle visible de la Lune. Si les disques apparents de la Lune et de la Terre étaient de même dimension, on reconstituerait un disque complet en juxtaposant phase de la Terre et phase de la Lune observées par un terrien et un lunatique qui se font face.

Tout comme les phases de la Terre, les phases de la Lune s'expliquent par les positions relatives de la Lune, de la Terre et du Soleil.

FIGURE 5 : Complémentarité des phases terrestre et lunaire



10. Où se trouve le Soleil sur l'image ?

En observant le quartier de Terre, déterminer la direction du Soleil.

Les ombres dessinées (cadre et rochers) sont-elles cohérentes avec cette position ?

Remarque : Pour les participants qui ont travaillé sur le parallélisme des rayons du Soleil, on peut tracer à partir du quartier de Terre la direction des rayons du Soleil (FIGURE 6) et vérifier que ceux tracés à partir des ombres portées sont également dans cette direction. Chapeau, l'artiste !

Remarque : Pour une meilleure lisibilité, nous n'avons pas prolongé les rayons lumineux associés à l'extrémité d'un objet et de son ombre.

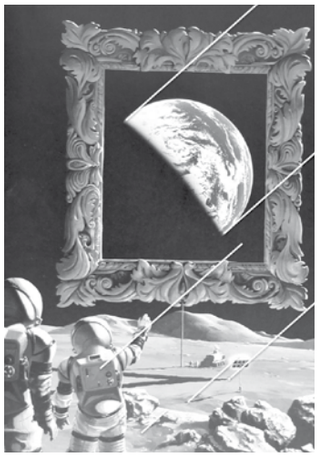


FIGURE 6 : Ombres portées et direction du Soleil

11. Peut-on voir la Terre comme sur l'image ?

On a vu (§8) que toutes les phases de la Terre, y compris le premier quartier représenté par Manchu, pouvaient être vues depuis la Lune ; mais *ce quartier peut-il apparaître incliné comme dans l'image ?*

Ce n'est pas évident à déterminer à l'aide du modèle des boules. Celles-ci étant fixées sur une table, l'orbite de la Lune autour de la Terre (et donc l'axe Terre-Lune) est par construction dans un plan horizontal, et l'axe de rotation vertical. Pour observer les phases de la Terre, les participants placent presque toujours spontanément leur œil au niveau des boules, leur axe de vision le plus horizontal possible. Ils observent alors sur la Terre une séparation jour/nuit (appelée également terminateur) verticale – c'est-à-dire parallèle à leur tête. Demandez-leur de placer un observateur lunatique pour qu'il voie ainsi les phases de la Terre : il faut le positionner

sur l'équivalent lunaire du pôle Nord. Dans ce cas, on a bien une séparation jour/nuit verticale sur la Terre au moment du quartier.

Mais comment le Lunatique définit-il, lui, la verticale ? Par définition, c'est la direction perpendiculaire au plan défini par son horizon. Participants et Lunatique au pôle voient la Terre de la même façon car les plans horizontaux qui leur servent de repère pour observer les phases de la Terre sont parallèles. Proposez aux participants de mettre leur main à plat au dessus de leur nez parallèlement à l'alignement des yeux pour visualiser l'horizon.

FIGURE 7 : Une main pour visualiser l'horizon

Que se passe-il si un Lunatique observe maintenant le quartier de Terre non plus du pôle mais depuis une position intermédiaire entre celui-ci et l'équivalent lunaire de l'équateur ? L'angle que forme sa verticale avec la table varie avec sa « latitude » lunaire, de même que celui que forme le plat de la main avec la même table lorsqu'on penche la tête pour suivre notre Lunatique. Les participants peuvent ainsi se faire une bonne idée du nouvel aspect du quartier de Terre, qui leur apparaît alors incliné.

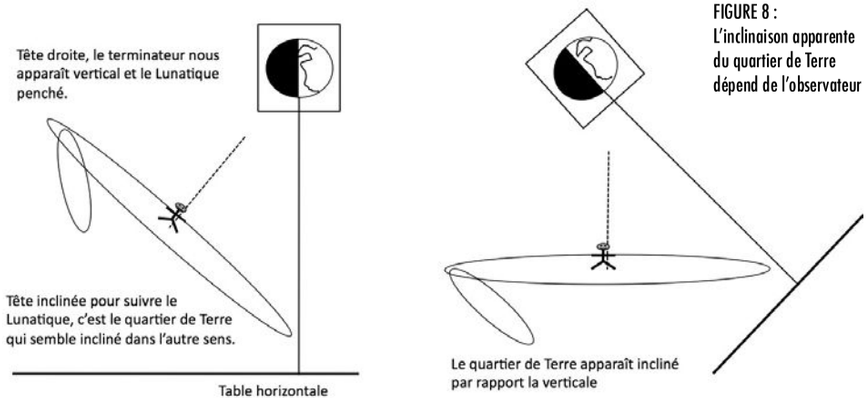


FIGURE 8 : L'inclinaison apparente du quartier de Terre dépend de l'observateur

Il est donc en effet possible de voir un quartier de Terre incliné comme sur l'image.

[Facultatif] Avec des participants ayant une bonne maîtrise de la géométrie, il est possible d'aller plus loin dans l'analyse. *Peut-on avoir une idée plus précise de l'endroit où se trouvent les Lunatiques sur l'image ?*

Si l'on admet que cette inclinaison est d'environ 45°, on peut donc être tenté d'en déduire que l'observateur se trouve sous environ 45° de latitude Nord, c'est-à-dire sur un cercle parallèle à l'équateur.

Cette conclusion est toutefois un peu trop brutale, l'inclinaison apparente de la Terre en un point donné de la Lune variant de façon significative selon un cycle long trop complexe pour être discuté à ce niveau.

Il est nécessaire de faire constater aux participants que la Terre apparaît plus ou moins haut dans le ciel selon la position de l'observateur. Elle est sur l'horizon pour les habitants de la Lune situés sur le cercle qui délimite face visible et face cachée de la Lune, à la verticale (au zénith) pour un observateur situé face à la Terre (à l'intersection de la surface de la Lune avec la ligne imaginaire qui relie centre de la Terre et centre de la Lune).

Sur la figure 9, on a représenté trois situations intermédiaires. Le Lunatique qui se trouve en 1 voit la Terre haut dans le ciel. Le Lunatique en 2 voit la Terre plus bas dans le ciel que le précédent. Celui en 3 voit la Terre encore plus basse sur l'horizon et partiellement cachée sous l'horizon (en noir sur le dessin).

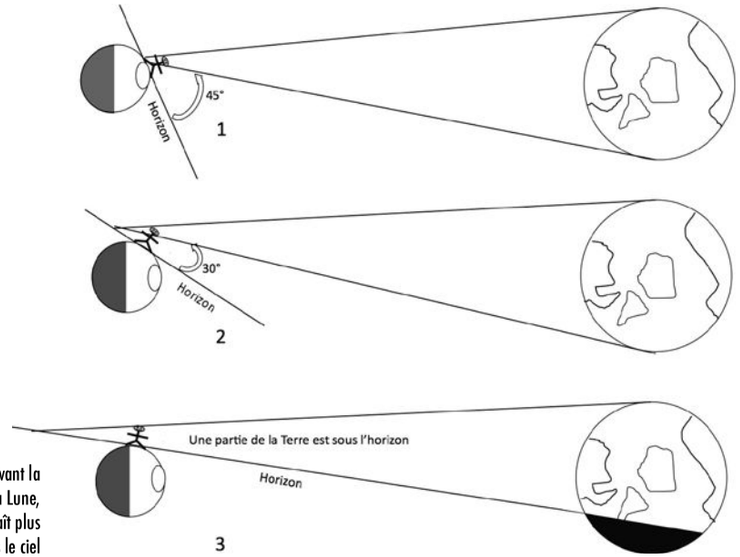


FIGURE 9 : Suivant la position sur la Lune, la Terre apparaît plus ou moins haut dans le ciel

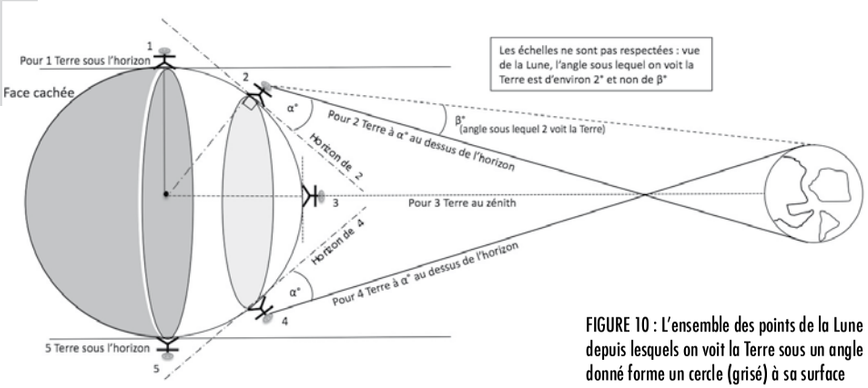


FIGURE 10 : L'ensemble des points de la Lune depuis lesquels on voit la Terre sous un angle donné forme un cercle (grisé) à sa surface

L'ensemble des lieux pour lesquels un observateur lunatique peut voir la Terre sous un même angle (*i.e.* à la même hauteur au-dessus de son horizon) décrit un cercle centré sur l'axe Terre-Lune et parallèle au cercle qui délimite la séparation entre face visible et face cachée de la Lune (fig. 10).

Pour déterminer complètement la position de l'observateur de Manchu sur la Lune, il s'agit donc maintenant d'estimer l'angle sous lequel la Terre lui apparaît dans l'illustration. Au niveau de précision qui nous intéresse, on peut se contenter d'observer que le plus petit personnage de premier plan (un enfant en combinaison lunaire ?) semble montrer la Terre de la main. L'angle sous laquelle celle-ci lui apparaît est donc sensiblement le même que celui que fait son bras avec l'horizontale, qu'on peut estimer grossièrement à un peu plus de 30°.

Remarque : Au prix d'une hypothèse sur la distance de l'observateur (*i.e.* du peintre ou de l'œil de celui qui regarde l'image) aux personnages de premier plan, on pourrait le déduire géométriquement du rapport entre leur taille et celle des personnages au pied du cadre d'une part, et d'autre part entre ces derniers et le cadre lui-même.

Les Lunatiques qui voient la Terre sous cet angle se trouvent donc approximativement sur un cercle parallèle à celui qui délimite la face cachée de la Lune qui fait un angle de 30° avec l'axe des pôles (fig. 11).

Ces deux exercices nous ont permis de situer indépendamment le cadre de Manchu sur deux cercles orthogonaux. Il se trouve donc à l'intersection de ces deux cercles : il ne reste donc plus que deux positions possibles, l'une au soleil, l'autre côté nuit. L'image permet d'éliminer la seconde.

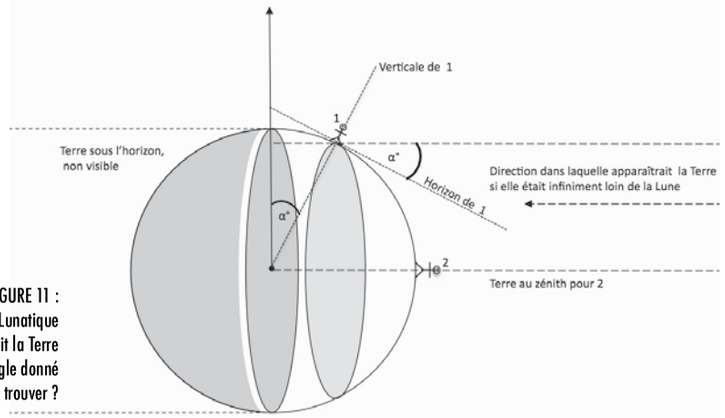


FIGURE 11 : Où un Lunatique qui voit la Terre sous un angle donné doit-il se trouver ?

12. Combien de temps dure une journée lunaire ?

(facultatif – durée : 10 mn)

Là encore, une manipulation rapide du modèle permet de conclure que la journée lunaire se décompose en deux périodes pratiquement égales de nuit et d'éclairement et ce, que le Lunatique habite sur la face visible ou sur la face cachée de la Lune. Si elle dure 28 jours terrestres, le jour lunaire (période d'éclairement) dure donc approximativement 14 jours terrestres consécutifs, de même que la nuit lunaire. Comme les habitants des régions polaires sur Terre, les Lunatiques, devront donc s'astreindre à se coucher alors qu'il fait jour, ou à travailler de nuit, en recréant artificiellement le cycle terrestre de 24 heures.

Remarque : Inversement, les futurs colons de Mars adopteront certainement la journée martienne de 24 h 37 mn, assez proche du rythme biologique pour leur convenir parfaitement. Le choix d'une journée terrestre de 24 h amènerait une dérive quotidienne considérable de l'heure de coucher du soleil. Ce problème ne se pose pas sur la Lune, où le soleil se couche seulement tous les 28 jours. (*cf.* extrait de *Révolte sur la Lune*, de Robert Heinlein, pp. 107–108)

Remarque : Ce résultat suppose que l'axe de rotation de la Lune est pris perpendiculaire à la direction des rayons lumineux, comme le font spontanément la plupart des participants. On s'en satisfera dans le cadre de cette séquence. S'ils ont préalablement travaillé sur le phénomène des saisons sur Terre, vous pouvez expliciter cette hypothèse en leur demandant ce qui se passerait si l'axe de la Lune était incliné. C'est l'occasion de réinvestir dans ce nouveau contexte le travail réalisé avec les saisons et de préciser que dans ce cas la durée du jour et de la nuit dépendent de la position de l'observateur lunatique.

Remarque : Compte tenu de la durée du jour lunaire, Geoffrey Landis, ingénieur NASA et auteur de science-fiction, s'est amusé à imaginer qu'un astronaute naufragé sur la Lune entreprenait de la parcourir à pied, dans le sens de sa rotation sur elle-même, afin de rester en permanence au soleil pour alimenter les panneaux solaires de sa combinaison spatiale en attendant les secours (« A Walk in the Sun », 1991 ; inédit en français).

Avant de conclure la séance, revenir avec les participants sur les mouvements de la Terre vue de la Lune et ceux de la Lune vue de la Terre : si, depuis la Terre, un observateur terrestre voit la Lune se déplacer dans le ciel, ce n'est pas le cas de la Terre pour un observateur lunatique. On ne peut donc pas parler de mouvement sans préciser d'abord le point de vue où l'on se place.

Remarque : Il est alors possible de lire un extrait du *Somnium ou l'Astronomie lunaire* (1609) du grand astronome Johannes Kepler, auquel on doit aussi les trois « lois de Kepler » décrivant le mouvement des planètes. Le premier, il eut l'idée de contourner le sens commun (alors ptoléméen...) par l'imaginaire. La séquence utilisée, basée sur les questions soulevées par une image de Manchu a permis aux participants de vivre un processus intellectuel similaire à celui des lecteurs contemporains de Kepler : le mouvement d'un astre dépend du point vue considéré. Le point de vue lunatique n'est ni plus ni moins légitime que le point de vue terrestre (et donc, par conséquent, le point de vue terrestre « le Soleil tourne autour de la Terre en une journée » n'est ni plus ni moins légitime que le point de vue d'un habitant du Soleil « la Terre tourne sur elle-même en une journée »).

> Leur Volva reste donc sur place, comme si elle était clouée au ciel, immobile par rapport au lieu de son observation, et au-dessus d'elle les autres étoiles et le Soleil vont de l'est à l'ouest. [...] Leur Volva croît et décroît, tout autant que notre Lune.
>
> Johannes Kepler, le *Somnium*

(Kepler nomme la Terre Volva. L'hémisphère lunaire depuis lequel on peut l'observer en permanence s'appelle *Subvolva* (« sous Volva »), et l'autre, « privé de Volva », *Privolva*.)

À ce stade, indiquer aux participants qu'à un moment de la séquence vous avez travaillé avec eux sans préciser explicitement le point de vue choisi. Sont-ils capables de retrouver le moment où vous avez « triché » ? Il s'agit de la première simulation corporelle au cours de laquelle ils ont conclu que la Lune « tournait sur elle-même» : Oui, mais *par rapport à quoi* ? Implicitement, les murs et le sol de la pièce étaient considérés comme fixes, tout comme, par analogie dans ce modèle, les étoiles qui nous entourent.

13. Comment déterminer le sens de révolution de la Lune autour de la Terre ?

(facultatif – durée : 20 mn)

On peut retrouver le sens de rotation de la Lune autour de la Terre en compilant les observations réalisées à heure fixe de la position de la Lune dans le ciel par rapport à un même paysage (par exemple en tout début de matinée les jours qui suivent la pleine Lune).

Donnez ces informations aux participants s'ils n'ont pas observé la Lune : la pleine Lune se couche vers l'ouest en début de matinée. Quelques jours plus tard, à la même heure, on observe la Lune gibbeuse un peu plus

haut dans le ciel et plus dans la direction sud-ouest. Quelques jours plus tard encore, c'est un dernier quartier, haut dans le ciel, que l'on observe vers le sud à cette même heure. C'est ensuite un dernier croissant qui lui succède plus bas dans le ciel vers le sud-est.

Demandez-leur ensuite de repérer, à l'aide des boules de polystyrène, les positions successives occupées par la Lune pour qu'un observateur terrestre voie en début de matinée une pleine Lune se coucher vers l'ouest, une gibbeuse vers le sud-ouest, un dernier quartier vers le sud, un dernier croissant vers le sud-est. Il ne reste plus qu'à constater que la Lune se déplace de jour en jour en sens inverse des aiguilles d'une montre autour de la Terre. Lors de la mise en commun, un participant sur le tabouret joue la Terre et reste immobile tandis que d'autres se positionnent pour qu'il puisse voir les phases de la Lune souhaitées dans la bonne direction.

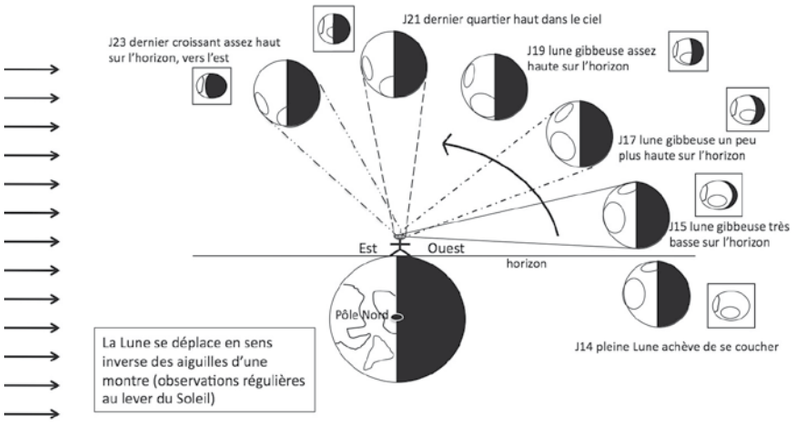


FIGURE 12 : Détermination du sens de rotation de la Lune autour de la Terre

14. Et si on essayait de représenter ce que nous avons compris ?

(facultatif – durée : 1 h 30)

Cette dernière partie, plus délicate, est déconseillée aux plus jeunes qui peuvent avoir des difficultés à passer d'une vision 3D à une représentation 2D. Elle est bien adaptée à des élèves de collège (ou à des participants plus âgés).

Si l'on peut y consacrer assez de temps, un retour sur les différentes étapes de la séquence permet de bien ancrer le lien entre représentation 3D et 2D. Demander à chaque participant d'essayer de répondre par un schéma aux différentes questions qui ont été investiguées, puis faire discuter par

petits groupes les avantages et les difficultés de compréhension liées aux représentations choisies par chacun. Le processus, très riche, nécessite lors des mises en commun de nombreux apports de la part du meneur de jeu (choix d'une vue de face ou de dessus, représentation des rayons du soleil, du jour et de la nuit…).

Il est également possible de proposer des schémas préétablis, dont manquent la légende et certains éléments. *À quelle(s) question(s) répond chacun ?* Les participants sont alors conduits à se remémorer les étapes vécues et à associer à une représentation en 3D des phénomènes une représentation dans un plan, ce qui est rarement aisé. Ce travail permet d'expliciter de nombreux éléments qui restent bien souvent dans l'ombre et peuvent être sources de confusion.

a/ Question à découvrir : *Quels mouvements nous amènent-ils à en voir toujours la même face de la Lune ?*

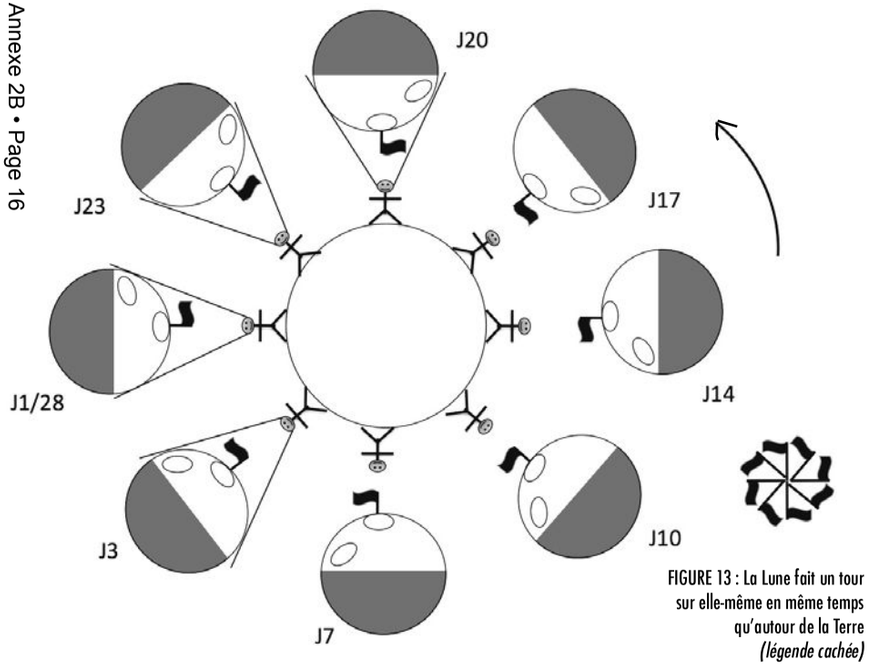


FIGURE 13 : La Lune fait un tour sur elle-même en même temps qu'autour de la Terre *(légende cachée)*

Éléments à dégager dans la discussion :

Il s'agit d'une vue dans l'espace, dans le plan de révolution de la Lune autour de la Terre. Il n'y a pas 8 lunes, mais une seule représentée à différents moments de sa révolution. On peut donc choisir une position qui correspond au jour 1 du cycle (J1) ; le chiffre (Jx) sous chaque cercle indique le jour auquel elle occupera cette position ; on voit qu'elle retrouve sa position initiale (J1) en (J28), ce qui suppose un cycle lunaire de 28 jours ; et que la Lune tourne toujours à la même vitesse autour de la Terre. On voit également que la Lune tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, ce qui établit qu'il s'agit d'une vue « de dessus » si l'on considère que le cercle central représente l'hémisphère Nord de la Terre.

On considérera que les observateurs et le drapeau sont situés dans le plan de la feuille, c'est à dire sur l'équateur des astres considérés. Les différents observateurs terrestres représentés voient tous le même drapeau planté sur Lune en face d'eux donc toujours la même face de la Lune. En reportant sur un autre dessin (à droite) les positions successives occupées par le drapeau à partir de son point d'accroche au sol lunaire, on vérifie que quand la Lune a fait un tour autour de la Terre, le drapeau (et donc la Lune) a fait un tour sur lui-même.

L'objet de ce schéma est donc d'expliquer quelle combinaison de mouvements de la Lune nous amène à en voir toujours la même face.

b/ Question à découvrir : *La Terre se déplace-t-elle dans le ciel lunaire au cours de la lunaison ?*

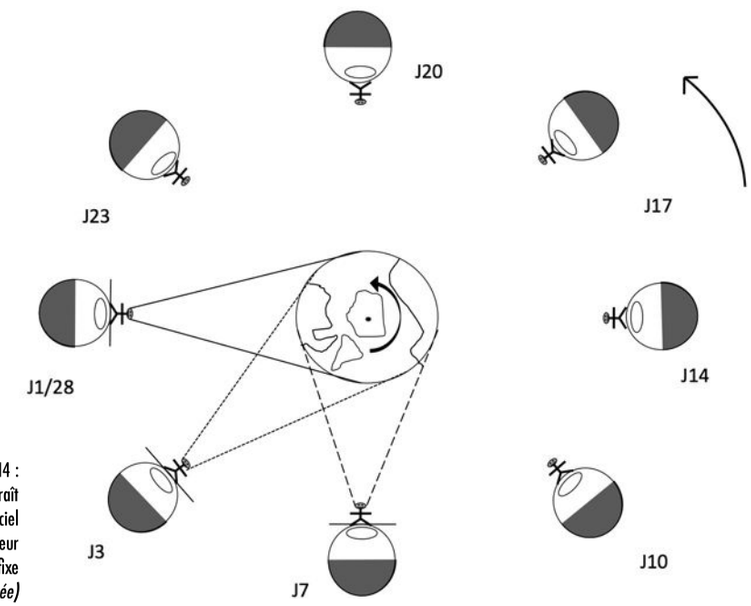


FIGURE 14 : La Terre apparaît immobile dans le ciel pour un observateur lunatique fixe *(légende cachée)*

La vue est la même que précédemment. Le drapeau a été remplacé par un personnage. La tangente au cercle qui représente la Lune sous les pieds du personnage symbolise l'horizon. Les deux traits qui partent de la tête du personnage et encadrent la Terre représentent l'angle sous lequel le Lunatique voit cette dernière (en fait la Terre est très éloignée et l'angle est bien plus faible que sur le schéma – environ 2° – même si de la Lune la Terre apparaît plus grosse que la Lune vue de la Terre). L'angle entre l'horizon et l'un des traits qui relient la tête du lunatique à la Terre permet d'évaluer la hauteur de la Terre sur l'horizon. Sur les dessins, la Terre est très haut dans le ciel (et si les distances étaient respectées, elle serait à la verticale, au zénith). Quelle que soit la position de la Lune, l'angle reste le même : la Terre apparaît donc immobile.

☑ *Remarque :* Avec un Lunatique sur l'équateur, face à la Terre, il n'est pas possible de mettre la Terre dans un cadre... à moins de le fixer par ses quatre extrémités à la verticale de l'observateur !

c/ Question à découvrir : *La Terre sort-elle du cadre ?*

Comment un lunatique qui ne se trouve pas sur l'équateur et/ou qui n'est pas face à la Terre la voit-il au cours d'une lunaison ?

Pour un observateur lunatique non plus face à la Terre mais « de côté » (toujours sur l'équateur), la Terre apparaît toujours immobile mais plus bas sur l'horizon (dessin ci-dessous). L'angle formé par l'horizon (le sol), l'observateur et la partie la plus basse (ou la plus haute) de la Terre reste constant pendant la révolution de la Lune autour de la Terre.

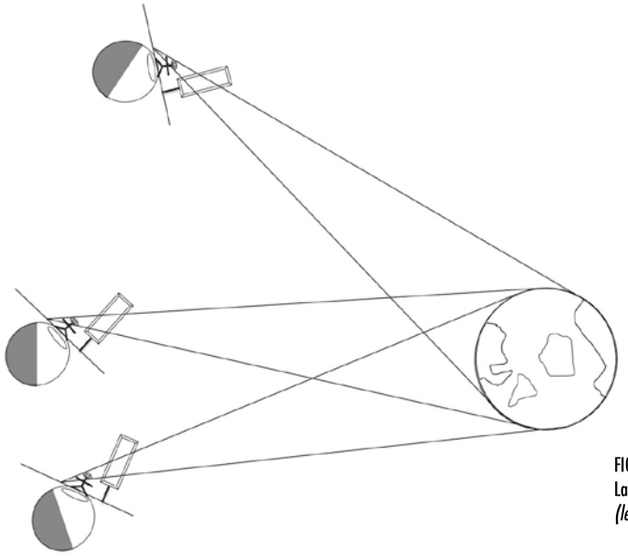


FIGURE 15 :
La Terre ne sort pas du cadre
(légende cachée)

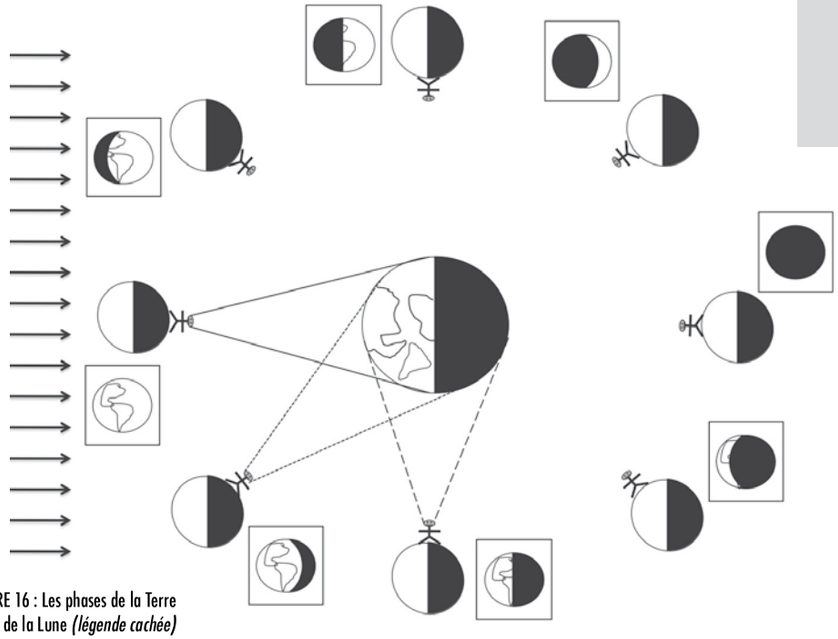


FIGURE 16 : Les phases de la Terre vues de la Lune *(légende cachée)*

d/ Question à découvrir : *Peut-on voir des phases de la Terre depuis la Lune ?*

Comme pour les précédents dessins, on a une vue de l'espace. Les rayons de Soleil sont représentés parallèles entre eux. L'hémisphère dans l'ombre est noirci sur chaque astre (la séparation jour/nuit passe par le centre des cercles et est perpendiculaire aux rayons). Un Lunatique immobile est représenté pour différentes positions de la Lune autour de la Terre. Pour chacune, on a représenté dans un cadre l'aspect de la Terre telle qu'elle lui apparaît. Par exemple, pour la position de la Lune la plus à gauche sur le dessin, toute la partie éclairée de la Terre est visible, les Lunatiques voient une pleine Terre (les deux traits qui partent de la tête du Lunatique délimitent la partie de la Terre visible pour lui). Trois jours plus tard environ, ils voient une Terre gibbeuse. Trois-quatre jours plus tard encore, seule une moitié de la partie de la Terre visible de la Lune est éclairée par le Soleil : les Lunatiques voient un dernier quartier de Terre.

Remarque : Le plan de révolution de la Lune n'est pas confondu avec le plan de la feuille (mais la différence n'apparaît pas en vue de dessus) ; sinon la Lune la plus à gauche sur le dessin ferait de l'ombre sur la face éclairée de la Terre (éclipse de Soleil sur la Terre) et la Lune la plus à droite sur le dessin ne serait pas éclairée du tout car dans l'ombre de la Terre (éclipse de Lune vue de la Terre).

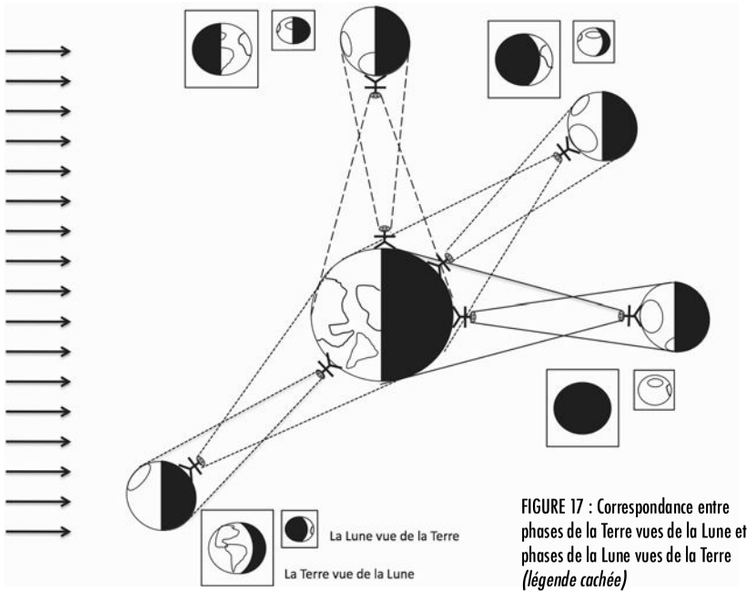


FIGURE 17 : Correspondance entre phases de la Terre vues de la Lune et phases de la Lune vues de la Terre *(légende cachée)*

e/ Question à découvrir : *Peut-on déduire la phase de la Lune, vue depuis la Terre, de celle de la Terre, vue depuis la Lune ?*

La vue dans l'espace permet de repérer ce que voient respectivement des observateurs terrestre et lunatique (face à face) pour différentes positions de la Lune. Le grand cadre situé près de la Lune indique comment les lunatiques voient de la Terre dans la situation considérée. Les petits cadres indiquent comment les Terriens voient la Lune au même moment.

> *Attention :* ce dessin n'est évidemment pas à l'échelle et peut induire des erreurs de compréhension. La Lune est très loin de la Terre et pour une position donnée du Soleil, de la Terre et de la Lune, TOUS les observateurs terriens (*resp.* lunatiques) voient à un moment donné la même phase de la Lune (*resp.* de la Terre) à peu de chose près.

Sur la figure 18, trois observateurs terrestres à des endroits différents sur le globe voient bien la pleine Lune au même moment. Pour des raisons pratiques, on choisit très souvent de représenter un observateur en face de l'astre considéré.

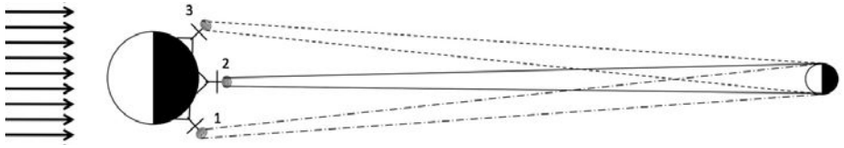


FIGURE 18 : La phase ne dépend pratiquement pas de la position de l'observateur *(schéma explicatif supplémentaire)*

f/ Question à découvrir :
Quelle est la durée d'une journée sur la Lune ?

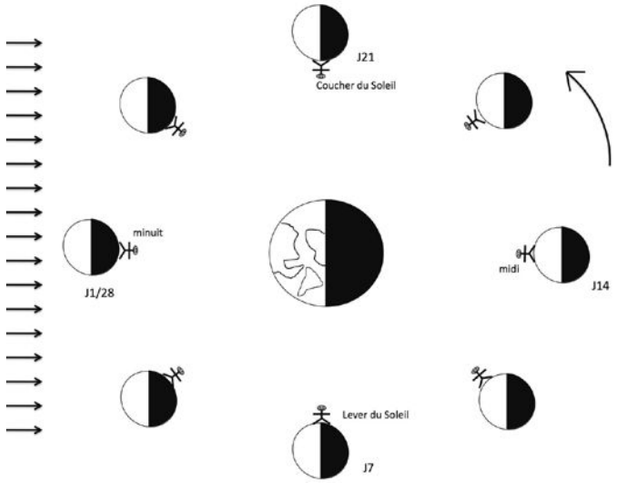


FIGURE 19 : Durée d'une journée sur la Lune pour un observateur immobile *(légende cachée)*

g/ Pour les participants qui demanderaient comment la Lune évolue au cours du temps pour un même observateur terrestre qui reste immobile…

Le dessin propose trois moments successifs d'une observation de pleine Lune par un observateur terrestre à l'équateur. La Terre tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre, c'est le début de soirée pour l'observateur en 1 : il voit la pleine lune, basse sur l'horizon, côté main droite s'il est face au nord (vers l'est). En 2, Vers minuit, c'est toujours la pleine lune qu'il voit mais très haut dans le ciel (sur le dessin, à la verticale). Peu avant le lever du Soleil, le même observateur en 3 voit toujours une pleine Lune mais de nouveau basse sur l'horizon et côté main gauche (vers l'ouest). Au cours d'une nuit, un même observateur voit la pleine Lune se lever vers l'est, puis plus haute dans le ciel, puis se coucher vers l'ouest.

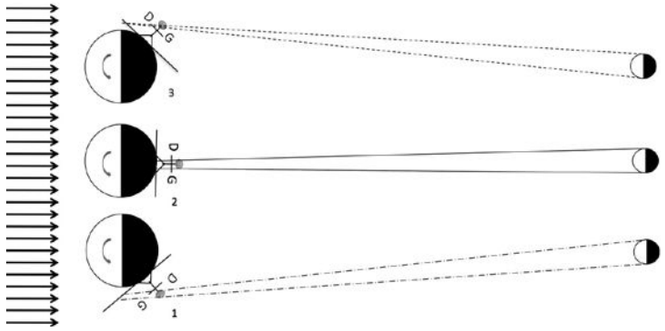


FIGURE 20 : Déplacement angulaire de la pleine Lune dans le ciel terrestre observé par un même observateur au cours de la nuit

POUR ALLER PLUS LOIN

L'illustration de Manchu est extraite de son album *Science [Fiction]*, aux éditions Delcourt (2002).

Une séquence sur le parallélisme des rayons du Soleil utilisant les observations d'Ératosthène (cycle 3 et plus) est disponible dans l'ouvrage *Sciences à l'école côté jardin. Le Guide pratique de l'enseignant*, par Estelle Blanquet, Éditions du Somnium, Nice, 2010 (séquence E-02, pp. 83–88).

Jean-Michel Rolando, *L'Astronomie. La Terre et les astres* (2003, C.D.D.P. de Haute-Savoie : France).

Cet ouvrage, malheureusement épuisé, rend compte d'une expérience pédagogique menée pendant deux ans avec une même classe, avec le déroulement précis de séquences.

La démarche d'investigation que nous avons menée à partir de l'illustration de Manchu peut facilement être adaptée à un travail sur un texte décrivant assez précisément un ciel lunaire similaire, comme *Le Jardin de Kanashima*, roman de science-fiction de l'écrivain français Pierre Boulle (1964) ou le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* de Galilée (1632 ; *e.g.* pp. 162–170, édition poche Seuil, 1992).

Ensuite, j'ai regardé autour de moi et je suis resté un long moment plongé dans une profonde méditation, exalté à la fois par l'étrange beauté du monde lunaire et par le sentiment de ma prodigieuse présence dans ce décor.
Il fait nuit ; il fera nuit pendant six à sept jours. Ces façons de parler sont un peu ridicules. La nuit durera encore un peu plus de six fois vingt-quatre heures. [...]
Il fait nuit ; mais je ne suis pas pour cela plongé dans l'obscurité. Je me suis posé sur la face qui regarde perpétuellement la Terre, et la lumière que répand celle-ci, quoique douce, est beaucoup plus intense que celle qui brille chez nous lorsque la Lune est pleine dans un ciel sans nuage. [...]
Personne au monde, je crois, ne pourrait échapper à l'envoûtement de cette Lune dilatée, géante, étincelante, treize fois plus étendue et cinq fois plus brillante que la nôtre, que je vois à quarante-cinq degrés à peu près au-dessus de l'horizon. [...]
Je connais assez exactement l'endroit où je me trouve. Je l'ai marqué sur une carte. J'ai atterri dans la *mer de la sérénité*, à l'extrême ouest de cette mer – c'est à dire à l'extrême droite sur les cartes habituelles de la Lune, où les directions sont inversées –, en un point situé presque sur l'axe nord-sud de la face lunaire visible, dans l'hémisphère nord, à peu près à égale distance du centre et de la circonférence. [...]
J'ajoute que je suis arrivé, pour les terriens, un peu après la nouvelle Lune, c'est à dire, pour moi, un peu après la « pleine Terre », ce qui explique que je vois le disque presque entier de notre planète. Ma situation sur la Lune place ce disque à peu près à égale distance entre mon horizon et mon zénith, c'est une position admirable d'un point de vue esthétique. [...]
Je suis resté longtemps en contemplation devant le disque de la Terre. Au bout d'une heure, il m'apparaissait toujours à la même place. Je savais à l'avance qu'il en serait ainsi, mais je ne suis pas fâché de l'avoir vérifié de mes propres yeux. Il m'apparaîtra toujours au même point, immobile, se rétrécissant peu à peu, pour n'être plus qu'un quartier dans quelques jours.

Extrait de *Le Jardin de Kanashima*, de Pierre Boulle, pp. 352–359

Illustration de J. Bourduge pour l'édition Livre de Poche, 1974

ANNEXE 5.A.

J. Sommerville, Umbrellaology, or, methodology in social science. *Philosophy of Science*, vol. 8(4), 1941. pp. 557–566.

Umbrellaology, or, Methodology in Social Science[1]

BY

JOHN SOMERVILLE

LET us invoke philosophic license for a moment to suppose you receive the following letter:

"Dear Sir:

I am taking the liberty of calling upon you to be the judge in a dispute between me and an acquaintance who is no longer a friend. The question at issue is this: Is my creation, umbrellaology, a science? Allow me to explain this situation. For the past eighteen years, assisted by a few faithful disciples, I have been collecting materials on a subject hitherto almost wholly neglected by scientists, the umbrella. The results of my investigations to date are embodied in the nine volumes which I am sending to you under separate cover. Pending their receipt, let me describe to you briefly the nature of their contents and the method I pursued in compiling them. I began on the Island of Manhattan. Proceeding block by block, house by house, family by family and individual by individual I ascertained 1) the number of umbrellas possessed, 2) their size, 3) their weight, 4) their color. Having covered Manhattan after many years, I eventually extended the survey to the other boroughs of the City of New York, and at length completed the entire city. Thus I was ready to carry forward the work to the rest of the state and indeed the rest of the United States and the whole known world.

[1] Delivered at the Fifth International Congress for the Unity of Science, Harvard, 1939.

"It was at this point that I approached my erstwhile friend. I am a modest man, but I felt I had the right to be recognized as the creator of a new science. He, on the other hand, claimed that umbrellaology was not a science at all. First, he said, it was silly to investigate umbrellas. Now this argument is false because science scorns not to deal with any object, however humble and lowly, even to the "hind leg of a flea". Then why not umbrellas? Next he said that umbrellaology could not be recognized as a science because it was of no use or benefit to mankind. But is not the truth the most precious thing in life? And are not my nine volumes filled with the truth about my subject? Every word is true. Every sentence contains a hard, cold fact. When he asked me what was the object of umbrellaology I was proud to say, 'To seek and discover the truth is object enough for me'. I am a pure scientist; I have no ulterior motives. Hence it follows that I am satisfied with truth alone. Next, he said my truths were dated and that any one of my findings might cease to be true to-morrow. But this, I pointed out, is not an argument against umbrellaology, but rather an argument for keeping it up to date, which is exactly what I propose. Let us have surveys monthly, weekly or even daily to keep our knowledge abreast of the changing facts. His next contention was that umbrellaology had entertained no hypotheses and had developed no theories or laws. This is a great error. In the course of my investigations, I employed innumerable hypotheses. Before entering each new block and each new section of the city, I entertained an hypothesis as regards the number and characteristics of the umbrellas that would be found there, which hypotheses were either verified or nullified by my subsequent observations, in accordance with proper scientific procedure, as explained in authoritative texts. (In fact, it is interesting to note that I can substantiate and document every one of my replies to these objections by numerous quotations from standard works, leading journals, public speeches of eminent scientists and the like.) As for theories and laws, my work presents an abundance of them. I will here mention only a few, by way of illustration. There is the Law of Color Variation Relative to

Ownership by Sex. (Umbrellas owned by women tend to great variety of color, whereas those owned by men are almost all black.) To this law I have given exact statistical formulation. (See vol. 6, Appendix 1, Table 3, p. 582.) There are the curiously interrelated Laws of Individual Ownership of Plurality of Umbrellas, and Plurality of Owners of Individual Umbrellas. The interrelationship assumes the form, in the first law, of almost direct ratio to annual income, and in the second, of almost inverse ratio to annual income. (For an exact statement of the modifying circumstances, see vol. 8, p. 350.) There is also the Law of the Tendency towards Acquisition of Umbrellas in Rainy Weather. To this law I have given experimental verification in chapter 3 of volume 3. In the same way I have performed numerous other experiments in connection with my generalizations.

"Thus I feel that my creation is in all respects a genuine science, and I appeal to you for substantiation of my opinion."

How should we reply to this letter? It merits our attention because a thorough consideration of umbrellaology might explain much, first, about the natural sciences, second, about the social sciences. If the purpose of science were just to discover truth, so that any field of knowledge was a science in proportion to the amount of truth it accumulated about its subject matter, then umbrellaology would have quite as good a claim to the status of a science as physics or chemistry. In fact, if the amount of truth were the proper criterion, umbrellaology would be much more scientific than physics or chemistry because, in the pure sunlight of its unmistakable certainty, it actually possesses a far greater number of truths about umbrellas than physics, laboring in the twilight of partly verified hypotheses and almost established facts, possesses about its subject matter. Evidently it is not truth that makes a science, but, at best, a certain type or kind of truth.

Evidently there is something that must be called scientific truth which possesses at least certain differences from ordinary truth. It is evident also that, whatever the distinguishing characteristic of this scientific truth may be, it is not its absoluteness

as truth. This fact is of incalculable importance to the advancement of the social sciences. A half-truth, or even an outright error "in the right direction," to speak vaguely for the moment is very frequently of far more value to science than some unmitigated verity that doesn't go anywhere.

To deal more precisely with the problem, we have to address ourselves to the following question: what is possessed by the truths, or even the half-truths of physics, chemistry or any established science, by virtue of which these fields are recognized as sciences, while at the same time this something is not possessed by umbrellaology? Or, to reformulate the question in quantitative terms, the only fruitful way to deal with it, what is it that is possessed in so much greater degree by physics and chemistry as to make them so much more scientific than umbrellaology? To answer in a word, the power to predict. The development of modern natural science suggests the following rule, which, however, must not be taken mechanically: Any body of doctrine or collection of truths is scientific to the extent that it yields the power to predict in relation to the subject matter of its choice. Of course, the extent or amount of the subject matter must be reckoned in. The amount of predictability, if it could be calculated mathematically, would equal the product of number of predictions and amount of subject matter. The amount of subject matter involves both extent and frequency of occurrence. Mathematically, it would be the product of the average extent of a single case times the number of cases. War, for example, takes place very seldom in comparison with tuberculosis. Predictions about both are very important, in regard to war, primarily because of the extent of what is involved in any single case, in regard to tuberculosis, primarily because of the number of cases.

Now the observations, experiments, hypotheses and laws which, as we have seen, are possessed by umbrellaology, would indeed yield a certain amount of prediction. For instance, our umbrellaologist is able to foretell, with a high degree of accuracy, how many umbrellas will be owned by a family of such and such income, to which respective sexes the owners of a large black and

a small red umbrella will be found to belong, what greater proportion of umbrellas will be acquired on a rainy than on a fair day, and other like interesting matters. However, his prognosis is severly limited to just such aspects of the umbrella. He cannot predict its behavior under various physical and social conditions, to what extent it helps to prevent disease, how it might perform its functions more effectively, what new materials might improve its construction and so on. Most of these matters are already dealt with in existing branches of physics, chemistry and other sciences. The amount of predictability that would actually be added by the new "science" is so slight as to be negligible. Thus umbrellaology, as conceived by its founder, may be said to be scientific to the extent that it yields predictability, and, by the same token, must be judged to be only slightly scientific.

Our conclusion here serves to emphasize the essentially quantitative rather than qualitative character of the whole problem. Very frequently we read and hear discussions of the question, is sociology a science. Such a formulation is probably based upon, and in any case cannot fail to encourage the misleading presumption that the question is essentially a qualitative one, permitting a yes or no response. The problem that should be discussed is, to what extent is sociology a science, and how can it be made more scientific.

Granted the quantitative character of the question, why, in answering it, do we select predictability? Why not one of the other factors, such as observation, experiment, law or hypothesis? Certainly not because these other factors are thought unnecessary. On the contrary, it may be noted that in making this point we say that it is "any body of doctrine or collection of truths" which is a science to the extent that it gains the power to predict in relation to the subject matter of its choice. If we somehow possessed the power to predict, but could not embody and express this power in a collection of propositions, or, in other words, if it were not upon the basis of observations, calculations and generalizations that we gained this power, that would not be science. While doctrine is naturally indispensable, it is nevertheless its contribution to prognosis which gives it scientific status. The

more prediction that is yielded by laws and principles, the more scientific they are. However, we cannot say, the more laws and principles we have, the more prediction we have, or the more science we have. If we could, then umbrellaology would be just as scientific as physics. It ought perhaps to be emphasized that the concept of predictability itself must not be taken narrowly. What is meant is the predictability of a total body of doctrine over a sufficiently extended period of time.

If we thus emphasize predictability, do we not run the risk, it might be asked, of developing a type of social science which would be just as valueless as umbrellaology even though it might yield a high degree of prognosis. That is to say, might it not gain prediction over things which are not considered important? At the present stage in the development of social science, there would seem to be little such danger. To mankind taken generally, things are considered important in direct proportion to the frequency with which they occur taken together with the extent of each occurrence. As it is exactly in these terms that we define amount of predictability, we can be certain that in the vast majority of cases, the amount of predictability itself will be its own guarantee of the amount of importance which will be attached to it by society at large. It is important to emphasize that this principle is valid for mankind taken generally and on the average. Hence, individual exceptions do not materially affect it. It is a principle which might help to clarify the problem of values in science by raising factors often considered as hopelessly subjective to a more objective level.

Thus science increases or decreases, prospers or declines, not with truth as such, but with predictability. To "explain" something in science is, in the long run, to predict its behavior. Scientists habitually pass by whole clusters of propositions bursting with a wealth of absolute truth (like umbrellaology) to fasten lovingly upon some proposition admittedly less than full fledged in truth, but rich in the power of prediction (like either the wave or corpuscular theory of light in physics). It need hardly be added that science never prefers error to truth of its own kind. The point is that it often prefers its own kind of error to another

kind of truth, however pure. That is the sort of science we have been developing in the modern world. It is doubtful whether certain ancient or medieval philosophers would be quite satisfied with it, but we seem to like it very much. The basic reason is not far to seek: it is so useful. Where we can predict we can always find a way to utilize, which is a type of control. We all know what is meant by saying that scientists are busy finding out how nature works. It would be just as true to say they are always busy finding out how to work nature.

Unfortunately, much of what we call social science bears only too strong a resemblance to umbrellaology. Isolated investigations which solve no important problem, laws or generalizations which yield no special predictions, uncoordinated projects which verify or nullify no important theory are, with notable exceptions, the order of the day. A primary condition of the advancement of the social sciences is the selection of problems that are scientific. What is a scientific problem? The best test is predictability: how much of that would it contribute if solved? It is frequently more difficult, especially in the beginning stages of a science, to find the right problems than it is to find the right solutions, the right questions to raise than the right answers once they are raised. However, by a peculiar process involved in the passage of time, after a science has become well established, the original difficulty seems to have been no difficulty at all. It seems that the problems were always at hand, and that the only difficulty that ever existed was finding the solutions. In short, the feeling disappears that there is any problem involved in finding the problems. To make it far worse, this lack of feeling then carries over to fields like the social sciences, which are still in their beginning stages, (in point of growth if not of time) and it operates there to produce the impression that the problems are all at hand, or in short, that anything which occurs to one as a problem may without further consideration be regarded as worthy of scientific investigation.

The fact must somehow be brought home, perhaps especially to American social scientists that, speaking broadly, no problem is worth working on that does not involve a deliberately formu-

lated hypothesis which has scientific implications beyond the original problem. What is meant by scientific implications? Mainly, value in promoting prediction. Just to find out "what the facts are", or just to feel that it would be "interesting" to know this or that is not sufficient for the result to be of any value to science or to distinguish itself in any vital particular from umbrellaology. In other words, it cannot be assumed, as it so frequently seems to be, that conclusions, just because they are true and about society, are a contribution to the science of society.

A very important part of the method of any science is of course the set of concepts employed. They are not given by nature, but to nature, or, what is of more point here, not by society but to society. A word tags some part of the universe, and, through its meaning delimits, identifies and to a certain extent explains this part. Now the parts of the universe, even those that come within range of our human experience, are probably infinite. They are not all tagged; only the minutest portion is. While it would be instructive to inquire on what principle this very severe selection has been made, we are here concerned with a different aspect of the matter. Concepts are methodological instrumentalities and many of the best ones used in any science have been selected for formulation by that science itself. They were not there, as concepts, when it originally came upon the scene. This process has very little to do with making up names or words. It is first of all a matter of delimiting aspects, characteristics, things, classes, in a word, parts of the universe not previously delimited, although they may have been dealt with fragmentarily or conjointly by previous delimitations either greater or lesser in extent. This delimitation by science is not arbitrary, but takes place in the light of its contribution to predictability. What any science needs, especially in its beginning stages, are strategic concepts, that is, concepts so located and so fashioned that they make it possible to solve the right problems. Concepts by themselves cannot do any more than that, but that is a great deal. Concepts, like problems, must be discovered. Society, mankind, gives to the scientist not problems but difficulties. The scientist must formulate these difficulties as problems. The stuff of his formula-

tion is concepts. Not until the problem is properly formulated, or, better, not until the proper problem is formulated will the difficulty be overcome.

Our thesis is not that social science has never made progress, but rather that the progress it has made is owing to the operation, unfortunately still too restricted, of such factors as we have discussed. In addition to these, it must take more accurate and realistic stock of itself in terms of its connections and role in the actually existing complex of powerful social institutions. Unfortunate as the fact may be, the growth of a science is not something mankind makes easy for itself. The physical sciences won the right to live only at the cost of a prolonged and bitter struggle against interests and institutions which evidently felt themselves threatened by what those sciences represented. Had science then confined itself to what was acceptable to the militant protagonists of the status quo, we would not today possess the work of many a persecuted thinker. It frequently happens in science that he who gives mankind the most is himself made to pay the greatest price. It is certainly not because the human race is naturally sadistic, or because a series of especially malevolent persons happened to hold power that we witness this tragic recurrence. It is because far-reaching intellectual discoveries often involve vital readjustments in the social structure. Wherever there are powerful forces that would stand to lose by these readjustments, they naturally fight them with the various weapons at their disposal.

If these conditions attended the development of physical science, can we expect them to be absent in the case of social science, which bears upon the social structure even more directly and pervasively? If history whispers, social scientists, be prepared to suffer, we may also be certain that this warning does not apply to umbrellaologists. They have little to fear. The road of prediction and control is the risky road, but it is also the only one that offers any prospect of scientific value.

In modern democratic civilization as we know it the job of social science is to establish itself in the open market of ideas and grow strong enough to survive in the struggle. This is by no means

an easy task. The market is open to both good and bad ideas, and the competition into which social science must enter against all forms of attractive superficiality, superstition and vulgarity is extremely severe. Moreover, short-sighted holders of great power have a right, which they frequently exercise, to back with all their resources these very competitors of social science.

Certainly under these circumstances social science should neither carry a chip on its own shoulder, nor fail to distinguish deeds from words on the part of others. If it commits itself to the objective of predictability, it must at the same time be prepared to defend against attack whatever gains it makes. Of course, it can easily avoid all such unpleasant struggles by abandoning the criterion of predictability. This way out, however, has its own price: it leads social science to a point where it must lose itself in either the Scylla of irresponsible metaphysical speculation or the Charybdis of mock-empirical umbrellaology.

Hunter College,
New York, N. Y.

ANNEXE 6.A.a.

Réponses des M1EEF (gp. 32-37) aux questionnaires posés en début et fin de formation.

Les deux premières questions (deux premières colonnes) ont été posées en début de cours et les trois dernières (trois dernières colonnes) en fin de cours. A chaque numéro de ligne correspond les réponses d'un même participant.

N°	*M1 EEF gp.*	*Quels critères utilisez-vous pour identifier un document comment étant scientifique (par exemple en physique, autrement dit, comment reconnaissez-vous qu'un document est scientifique ou pas) ?*	*Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique (un physicien) ? C'est quelqu'un qui...*	*Comment reconnaissez-vous qu'un document, traitant par exemple de physique, est ou non scientifique ? quels critères appliquez-vous pour cela ? Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ?*	*Pour vous, qu'est-ce qu'un scientifique ?*	*Avoir personnellement mené une démarche d'investigation a-t-il changé votre compréhension de la démarche scientifique ? En quoi ?*
1	1	Présence d'une démarche d'investigation (c'est à dire une démarche scientifique) : observation, questionnement, hypothèse, tester les hypothèses, en tirer des conclusion	C'est quelqu'un qui essaie d'expliquer les phénomènes naturels	Un document scientifique s'appuie sur des ressources scientifiques reconnues et applique un vocabulaire adapté	Un scientifique est quelqu'un qui s'appuie sur un certain nombre d'éléments vérifiés (enquête auprès d'un nombre significatif d'individus par exemple) afin d'appuyer son analyse. Si les résultats ne sont pas fiables, l'analyse ne peut pas l'être.	Oui, car elle a permis de démontrer que par le biais de l'expérience l'enfant est capable de trouver ses propres questions et de trouver ses propres réponses afin d'arriver à un savoir concret. Et que ces connaissances sont généralement mieux retenues que dans un cours magistral car l'enfant peut se référer à quelque chose de concret qu'il a expérimenté
2	1	Le contenu, les données, les images représentées, le vocabulaire employé	Personne qui effectue des recherches dans des domaines ayant trait à la science	Les données des consignes sont à caractère scientifique, calculs à réaliser, thèmes abordés spécifiques aux sciences	Personne qui effectue des recherches sur un thème ayant trait à la science	Oui, cela permet de mieux comprendre des phénomènes extérieurs complexes par la réalisation d'expériences simples et accessibles à tous
3	1	Présentation chiffrée de données d'exploitation, schémas représentatifs et simplifiés, tableaux synthétiques, typologie	Un spécialiste des sciences techniques expérimentales qui utilise une démarche de recherche pour confronter ses	Il s'appuie sur des expériences, des observations issues de ces situations et de conclusions qu'il met à éprouver encore à d'autres tests avant d'énoncer une	Un professionnel qui pratique cette démarche d'investigation et qui est prêt à remettre en cause des principes à la lumière de nouvelles données	Oui. Pour certaines notions, définitivement. suivre les étapes d'une démarche m'a permis de cerner les paramètres ou contextes de celles-ci en précisant les objectifs ou

			connaissances et découvrir de nouvelles perspectives ou vérités. Un métier dynamique de remise en question	vérité scientifique. Il a une démarche de recherche.		informations essentielles à retenir
4	1	Le thème du document, le contenu, les données	Met en évidence/explique des phénomènes naturels	L'auteur, les sources du document. Texte à visée explicative suivant un protocole précis (départ d'une hypothèse, justifications par des expériences...). L'énoncé scientifique est rigoureux et précis.	Personne sui suit des protocoles adaptés à la démarche qu'il veut mettre en place	Oui, puisque ça nous a permis de mieux comprendre certains phénomènes complexes, de "casser" des a priori ou des mauvaises conceptions acquises précédemment
5	1	Utilisation de termes spécifiques, illustration par un schéma (compréhensible si on connaît le code)	Une personne qui comprend, utilise et cherche toujours à en savoir plus et mieux comprendre des phénomènes scientifiques	Il y a un schéma, un titre, avec des explications résultant d'une expérience réalisée ou modélisée => des faits concrets. Critères ? Un énoncé est scientifique s'il pose une question à laquelle on peut répondre par une expérience (vérifier un fait observable)	Pour moi c'est quelqu'un qui se pose des questions sur des phénomènes de la vie en général (utile ou pas). =>recherche surtout des réponses. C'est un chercheur qui possède une logique qui lui est propre	Non, j'ai déjà étudié la démarche scientifique dans le cadre de mes études (même si ce n'était que théorique les 3/4 du temps), le plus dur étant de faire abstraction de nos connaissances préalables. Mais cette approche a pu se révéler utile pour une personne novice dans les sciences => approche concrète.
6	1	Le titre du texte, le contenu du texte (si ça parle d'un sujet scientifique avec des données scientifiques) et éventuellement les documents (schémas, graphiques) qui l'accompagnent.	C'est quelqu'un qui étudie les sciences, qui a un rapport direct avec les sciences (enseignant, chercheur...)	Un document scientifique de physique par exemple adopte un vocabulaire spécifique à ce domaine. Il peut décrire un phénomène physique à l'aide de calcul, de schéma ou de graphique. Un énoncé est scientifique si le vocabulaire est spécifique aux sciences.	Un scientifique est quelqu'un qui étudie et pratique les sciences	Oui, il faut partir d'un questionnement ou d'une situation de départ pour émettre des hypothèses et ensuite les vérifier à l'aide d'observations
7	1	Les références du document, les données chiffrées (ex. statistiques), les légendes (ex. les schémas avec titre et légendes)	cherche la vérité par l'expérimentation	Il faut vérifier les sources de publication, confronter ce document avec d'autres pour comparer les hypothèses, les conclusions. Par ailleurs la	Toute personne qui pratique les sciences au moins quatre fois par an.	(Oui). Le fait de pratiquer la démarche d'investigation permet réellement d'apprendre puisque le fait d'expérimenter soi-même un phénomène

				véracité d'un fait dit scientifique doit s'appuyer sur des phénomènes explicables, démontrables et si possible, visibles.		permet de mieux l'assimiler, le garder en mémoire.
8	1	Sujet et contenu du document ; langage utilisé ; démarche de l'auteur : hypothèses, expériences, conclusion, au préalables : observations ; discours scientifique : un discours rigoureux ; utilisation de schémas	C'est quelqu'un qui mène des recherches sur un sujet d'étude scientifique en utilisant une méthode particulière. Il procède en posant des hypothèses et en réalisant des expériences.	Sujet abordé par le document appartenant au domaine des sciences ; utilisation d'un vocabulaire spécifique ; méthode utilisée : observations, hypothèses, expériences, résultats ; utilisation d'outils particuliers : matériel pour expériences, schémas	Un scientifique utilise une méthode particulière de travail : observations, hypothèses, expériences, résultats sont autant de phases de travail. Il élabore des questionnements et des modèles pour y répondre.	Je n'ai jamais mené de démarche d'investigation mais je pense que cela permet de mieux comprendre la démarche scientifique. il me semble que le point de départ est les conceptions qu'ont les élèves et que le fait de leur faire manipuler eux-mêmes permet d'améliorer leur compréhension voire peut-être aussi de la faciliter. Les élèves comprennent et se souviennent d'autant mieux des résultats qu'ils ont eux-mêmes réfléchi aux hypothèses et mené les expériences.
9	1	Selon le thème abordé par le document, contenu et données du document	Personne qui se consacre à l'étude d'une science ou des sciences et qui étudie un domaine avec la rigueur et des méthodes scientifiques			
10	1	Je regarde : le vocabulaire employé, la démarche qu'emploie l'auteur, le caractère objectif ou subjectif du document, le nom de l'auteur et autres indications (statut, profession), le nom du magazine d'où est tiré l'article.	Un scientifique est quelqu'un qui fait des hypothèses et qui est capable de mettre en place des expériences permettant de valider ou de réfuter ses hypothèses			
11	1	Présence de schémas, tableaux, calculs (formules), vocabulaire spécifique	Quelqu'un qui observe des choses, se pose des questions, met en place			

			une démarche opératoire pour valider ou non des hypothèses			
12	1	Pour identifier un document comme étant scientifique je recherche si celui-ci comporte des démonstrations, des données chiffrées, des calculs. Les termes contenus dans le document sont aussi importants.	...va démontrer par une expérience qui pourra être reproduite à l'identique une propriété. Il est capable de mener par une démarche d'investigation une expérience pour prouver ce qu'il expose. Il ne s'appuie que sur des faits.			
13	1	Nom de l'auteur ou de la revue/ouvrage (connu ou pas comme étant fiable), démarche utilisée plus exposition de celle-ci avec les données nécessaires plus sources, confrontation avec d'autres documents, question à des professionnels	... a fait des études scientifiques et respecte la démarche scientifique dans ses recherches/expériences			
14	1	Un document scientifique a les caractéristiques suivantes : il est précis, comporte des données chiffrées, traite de sujets de science, comporte des expérimentations	... quelqu'un qui étudie les sciences, qui fait des expériences à des fins professionnelles			
15	1			Critères permettant de savoir si un document est scientifique : enquêtes chiffrées, sources vérifiables, expériences scientifiques menées avec résultats concrets, explication rationnelle	Toute personne qui a étudié les sciences ou qui fait preuve dans sa vie quotidienne d'un raisonnement logique dans le domaine des sciences (facilité d'une réflexion scientifique)	Oui, c'est une démarche plutôt inhabituelle qui met l'étudiant au cœur de son apprentissage. Faire soi-même l'expérience permet d'avoir une nouvelle manière de comprendre le savoir en question et de valider ou non ses hypothèses
16	1			Un document est scientifique si des exemples concrets viennent appuyer une thèse.	Quelqu'un qui cherche à atteindre des vérités par l'expérience, la preuve, et	Oui. Pour ma part, la démarche d'investigation permet une meilleure compréhension et une

				Si cette thèse est argumentée et prouvée et si les sources sont fiables et vérifiables plus utilisation d'un vocabulaire spécifique. On peut qualifier un énoncé de scientifique à partir du moment où il délivre des informations indubitables, admises par tous. Il s'agit toujours de vérifier des hypothèses	qui ne prend jamais une connaissance pour vraie sans avoir tenté de la prouver	connaissance plus durable du fait que l'on ait testé l'expérience : on peut se souvenir davantage de connaissances issues d'une démarche d'investigation que de connaissances simplement lues. De plus, cette démarche permet d'avoir toujours un esprit critique
17	1			Un document est scientifique quand il se réfère à une étude connue, des éléments prouvés mais pas seulement : il y a des critères de scientificité : réfutabilité, recul, agilité. Un énoncé est scientifique quand il valide les critères de scientificité.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches dans le domaine scientifique	Oui. J'ai mieux cerné l'intérêt des étapes ordonnées de la démarche d'investigation. Le fait de partir des préconstruits des élèves permet à l'enseignant de savoir à partir de quoi se baser. Les expériences et recherches permettent d'apporter des éléments de réponse au problème que les élèves ont eux-mêmes posés. Ils osent donc s'impliquer dans la démarche et l'enseignant a un rôle de guide, il les amène à détruire leurs conceptions initiales pour construire la nouvelle connaissance. C'est une manière d'apprendre en comprenant, de partir de ce qu'on sait ou croit savoir, de se poser un problème, cela donne de l'intérêt aux expériences et permet de se rappeler de manière durable ce que l'on apprend
18	1			Un énoncé est scientifique lorsqu'il se base sur des données prouvées (chiffres... prouvés), idem pour le document	quelqu'un qui a un raisonnement hypothético-déductif; qui utilise la démarche d'investigation	Oui, cela m'a permis de faire moi-même des hypothèses puis de les valider ou non après avoir testé des expériences. De voir que pour trouver un théorème il

						faut passer par des hypothèses pas toujours justes
19	1			Les sources, l'auteur, texte explicatif, respectant un protocole, énoncé précis	Quelqu'un qui expose une thèse après vérification de ses expériences par une démarche scientifique	Oui, c'est moins abstrait. Je comprends mieux son utilité, son fonctionnement. Cela permet d'expliquer des phénomènes par une démonstration, une vérification
20	1			Document explicatif à vocation objective. Il donne les informations nécessaires à la compréhension et ne donne pas de détails superflus. Le document se base sur des faits et des expériences avérées	Un scientifique utilise une démarche scientifique objective se basant sur des faits prouvés et expérimentés	Oui, dans une certaine mesure puisque la démarche d'investigation permet de mettre à l'épreuve une ou plusieurs hypothèses et de voir le résultat. On peut mieux comprendre un phénomène, mais n'explique pour autant pas tout
21	1			Il faut regarder les sources et l'auteur. Cela s'appuie sur des références solides, des expériences. Bref, un document basé sur une démarche	Une personne qui fait des sciences, qui suit un protocole scientifique : hypothèse, expérience, validation ou non, conclusion. Puis il confronte, avec d'autres expériences, d'autres scientifiques	Oui. On a une meilleure compréhension, on a vu comment on pouvait s'y prendre avec nos élèves. de plus la mémoire fonctionne plus. On se rappellera beaucoup plus de notions car on se rappellera des expériences
22	2	Les sciences prennent souvent pour données des chiffres, elles s'appuient dessus pour émettre des hypothèses et fonder des lois. Elles tentent souvent aussi de rationaliser un phénomène, d'en comprendre les mécanismes pour pouvoir les expliquer. Un document qui remplit une de ces fonctions est scientifique à mes yeux.	... cherche à expliquer des phénomènes que ce soit à l'aide de chiffres ou de manière rationnelle	Celui-ci justifie ses affirmations par l'expérience et donc si possible par observations et/ou résultats chiffrés. Il doit donc apporter une connaissance ou du moins une réflexion sur un sujet précis qu'il approfondit.	C'est une personne dont les objectifs sont d'apporter des réponses justifiées à des phénomènes afin de pouvoir les comprendre et donc peut-être pouvoir agir dessus.	(Oui). La culture scientifique ne s'apprend pas seulement, elle doit se comprendre. Cela permet de fonder des bases solides car le raisonnement peut être reconduit. Elle consiste à expliquer des phénomènes à partir d'hypothèses que l'on expérimente une à une afin de trouver celle qui est "correcte" ou "acceptable".
23	2	C'est un document qui énonce une vérité prouvée par l'expérimentation. L'idée qui est expliquée a été démontrée au	... fait de la recherche, qui manipule les sciences, qui utilise les prérequis existants pour	Un document est scientifique quand il prouve un fait par une expérience réalisée précédemment. Un schéma,	C'est une personne qui fait des la recherche pour prouver des faits qu'il suppose.	Oui, car il reste en mémoire toutes les étapes réalisées précédemment et de ce fait quand on parle d'un phénomène

		moyen d'une recherche préalable.	une action donnée	une description, les étapes d'une expérience sont les critères qui permettront de le reconnaître. Un énoncé est scientifique lorsqu'il est vrai et vérifié.		précis déjà étudié, je n'ai pas besoin de réfléchir, je le comprends immédiatement
24	2	Sa forme (pb, hypothèse, recherche, validation ou réfutation de l'hypothèse), le sujet (scientifique), d'où il est extrait	Un physicien est quelqu'un qui étudie la physique	Un document est scientifique s'il pose un problème, émet des hypothèses pour y répondre, décrit des expériences pour vérifier les hypothèses, donne les résultats et termine sur une conclusion ; regarder la source ; un énoncé est scientifique s'il permet d'énoncer une réponse à un problème.	Un scientifique est une personne qui cherche à comprendre, expliquer l'environnement dans lequel il se trouve ayant trait à la science. Il utilise une démarche scientifique.	(Oui). Le fait d'avoir mené personnellement des démarches d'investigation m'a permis de mieux comprendre la démarche scientifique. En effet j'ai trouvé cela plus concret. La démarche scientifique pose un problème, émet des hypothèses, vérifié ou pas ces hypothèses en expérimentant, donne un résultat, une réponse au problème.
25	2	Un document peut être estimé comme scientifique lorsque celui-ci est le fruit d'expérimentations dont il est fait mention de manière explicite. Il est également reconnu comme scientifique lorsqu'il est validé par un collège de personnes. Les sources utilisées par le scientifique apparaissent comme une pierre angulaire, car les moyens utilisés viennent rendre les choses scientifiquement possibles.	Travaille sur des phénomènes, des concepts, des problématiques, des expériences en partant d'hypothèses qui représentent le fil conducteur d'une démarche d'investigation cherchant à prouver ou infirmer les hypothèses énoncées.	reconnaître le caractère scientifique d'un document par des émissions d'hypothèses vérifiées par des expérimentations. ces dernières permettent d'énoncer des résultats après la vérification faite.	Un scientifique est quelqu'un qui manipule, qui cherche à explorer certaines questions. Il y a interrogation au départ, avec un cheminement, raisonnement ponctué d'hypothèses, de schémas...	(Oui). Effectivement, la démarche d'investigation amène à imaginer plusieurs cas de figure. un scientifique doit tout remettre en cause, laisse les certitudes au "placard" pour mettre en expérimentation les hypothèses.
26	2	Un document scientifique est un document qui démontre une théorie	Un scientifique est une personne qui se penche sur des théories et essaie de les démontrer par des expériences	Un document est scientifique à partir du moment où il y a des expériences et les observations de celles-ci. Selon la source du document. Un énoncé est scientifique lorsqu'il pose un problème	Une personne cherchant à trouver des réponses à certains phénomènes (chimique, physique, astronomique...) par l'expérimentation	(Oui). Le fait de vérifier ou non des hypothèses par des expérimentations permet une meilleure compréhension des phénomènes que l'on cherche à expliquer.

				relatif à un phénomène.		
27	2	Un document scientifique repose souvent sur des expériences		Un document est scientifique lorsqu'il s'appuie sur une expérience réalisée qui justifie un phénomène. Les critères à appliquer sont donc de repérer les sources du document. Un énoncé est scientifique lorsqu'il repose sur un phénomène ayant été expérimenté par des scientifiques.	Un scientifique est une personne qui s'appuie sur la recherche pour comprendre ou expliquer des phénomènes.	Non, une démarche scientifique est composée de plusieurs étapes : une questionnement, une phase expérimentale et une conclusion qui permet d'expliquer un phénomène
28	2	Un document scientifique expose des théories justifiées par des expériences	Un scientifique émet des hypothèses sur des théories qu'il entreprend ensuite de justifier/démontrer par des exemples.	Pour juger de cela, ile st bon de consulter la source, l'auteur et les thèses exposées. Un énoncé peut être jugé scientifique quand il est justifié par des expériences et utilisant des termes exacts	quelqu'un qui vérifie des théories par des expériences	Oui, en faisant une expérience soi-même, on comprend mieux ce qui se passe comme phénomène dans la réalité, plutôt que d'étudier des principes théoriques
29	2	Les critères pour identifier un document scientifique sont : le questionnement sur un sujet particulier	Un scientifique est une personne qui mène des recherches sur un sujet, il mène des expériences pour vérifier des théories	On peut reconnaître un énoncé scientifique lorsque celui-ci découle d'une démonstration observable. Lorsque celui-ci a été démontré.	Un scientifique est une personne menant des démarches, des observations lui permettant d'affirmer ou on des phénomènes (ou autres) réalisés par des expériences.	Oui, ça a changé ma compréhension de la démarche scientifique, avant une expérience j'avais ma propre idée de ce qui allait se passer ; en faisant l'expérience ça justifiait ou pas mon idée. C'est par la démarche d'investigation que certaines idées sont devenues plus claires. La manipulation est quelque chose de concret donc devient plus facile à comprendre et à assimiler.
30	2	Je reconnais un document scientifique par ses schémas et légendes (ex. tube contenant de l'eau oxygénée). Les hypothèses posées peuvent aussi m'indiquer qu'il s'agit d'un document	explore la science, recherche des démarches d'investigation, trouve une solution à ses hypothèses	Grâce aux documents, images ; une analyse de l'ensemble du document, j'étudie le thème et j'observe si ça relève de la physique ou de la science	Il s'agit d'un chercheur qui émet des questions, hypothèses et conclusions sur des thèmes relevant de la science.	Oui, puisque cela m'a permis de comprendre le déroulement de la démarche. Il s'agit de répondre à des questions en émettant toutes les hypothèses possibles, en les testant puis en

		scientifique. De même un document me demandant de réaliser une démarche d'investigation scientifique me prouve bien qu'il s'agit d'un document scientifique.				concluant.
31	2	Un document est scientifique s'il contient différentes phases. Par exemple, il peut contenir une question sur un thème en particulier puis nous pousse à nous poser des questions, expérimenter et supposer pour y répondre. Enfin, il présenterait les hypothèses et réponses à la question.	Un scientifique, un physicien est quelqu'un qui étudie les relations entre son milieu et ce qui se produit autour de lui. Par exemple, il étudie la lumière et ses "relations" avec l'environnement. Il se base sur des expérimentations, démarche d'investigation et suppositions, hypothèses pour construire son savoir.	On peut reconnaître un document scientifique par rapport aux auteurs, aux thèmes traités, à la présence de schémas explicatifs. On peut qualifier un énoncé de scientifique si celui-ci répond par exemple à un problème ou une question posé en faisant apparaître toutes les expériences qui confirment ou infirment le résultat.	Un scientifique se pose des questions sur ce qui l'entoure et fait des expériences ayant pour but de comprendre et expliquer le fonctionnement. Le scientifique se base sur des faits qui ont été questionnés et expérimentés. A la suite de cela, ces faits deviennent réels pour le scientifique.	Oui, la manipulation est intéressante. Cela m'a permis de me rendre compte plus facilement des choses car elles étaient concrètes. La démarche scientifique permet de se poser des questions, de faire des hypothèses de réponses et de les vérifier une à une à l'aide des expériences. ces dernières nous permettent donc de trouver les réponses aux questions posées initialement et de visualiser le "fonctionnement".
32	2	Les critères qui me permettent de reconnaitre un document scientifique sont : la présence des mesures, de chiffres, de schémas, des hypothèses, des démarches d'investigation. en chimie ou en physique on peut trouver des expériences, des manipulations.	C'est quelqu'un qui cherche à démontrer des événements physiques ou scientifiques par el biais de démonstration ou de manipulation, recherche et d'expériences.	Un document scientifique est reconnaissable s'il possède des données scientifiques chiffrées ou non, protocole expérimental, une démarche d'investigation ou un schéma explicatif. Les expériences permettent d'infirmer ou confirmer les hypothèses émises. Un document de physique peut être généralement synthétisé par un schéma en faisant ressortir les données essentielles.	Un scientifique est quelqu'un qui par la recherche, les expériences, la manipulation, est capable de démontrer et d'expliquer des phénomènes physiques, mathématiques ou scientifiques en général.	Oui, car la manipulation permet de mieux comprendre car les phénomènes scientifiques sont vécus personnellement et peuvent répondre aux questions posées précédemment. La démarche scientifique est le fait de poser une question initiale liée à un phénomène précis, en y répondant premièrement par une idée préconçue puis en formulant cette idée sous forme d'hypothèse. enfin de vérifier cette hypothèse par la manipulation. Cette démarche permettra de confirmer ou non l'idée de départ et d'apporter une conclusion générale.

33	2	La source (revue spécialisée), le vocabulaire utilisé, les données chiffrées suite expérimentation pour prouver (argument)	... étudie les sciences (physique) selon un protocole défini et précis avec contraintes et conditions (sujet témoin)			
34	2	La source, y-a-t-il une thèse sous-jacente, un moyen de vérifier ce qui est avancé, est-ce reproductible ?	... cherche à expliquer des phénomènes, identifier les causes en élaborant des thèses, en essayant de les valider ou de les invalider grâce à des expérimentations			
35	2	Un document scientifique est un document qui explique un phénomène, une étude, en utilisant des données chiffrées (statistiques), des références à la recherche scientifique, un vocabulaire précis et scientifique	Un scientifique est quelqu'un qui fait de la recherche. Il se pose une question, un problème, émet des hypothèses et cherche des solutions en faisant des expériences, des enquêtes			
36	2			Plusieurs éléments entrent en compte : les auteurs, la source, les thèmes traités. On peut qualifier un énoncé de scientifique lorsque son contenu traite de sujets relatifs aux sciences, mathématiques et sont justifiés ou avérés, preuves et exemples à l'appui par la communauté scientifique	Personne qui a étudié les sciences et en a fait son travail. Les sciences peuvent être vivantes comme al biologie ou bien concerner les mathématiques, la physique ou la chimie	Oui, car cela permet d'aborder les choses de manière beaucoup plus concrète : on observe directement la source/l'expérience, ce qui permet d'arriver aux conclusions attendues plus simplement. Pour moi, une démarche scientifique se doit d'utiliser le plus d'ustensiles possibles afin de pouvoir travailler sur plusieurs expériences différentes. Les étapes doivent être abordées de manière simple et concise
37	2			Un document est scientifique lorsque les propos qu'il avance sont issus d'une démarche d'investigation ayant validée une hypothèse	Un scientifique est une personne rationnelle qui va formuler plusieurs hypothèses pouvant expliquer un phénomène.	Oui, car ce qui nous paraît de prime abord évident ne l'est en fait pas car plusieurs hypothèses pourraient expliquer un phénomène, il faut donc les

				elle-même démontrée (référence à des sources). Description de l'expérience avec résultats. Un énoncé est scientifique lorsqu'il s'appuie sur une hypothèse validée.	Il vérifiera ses hypothèses en les expérimentant et les validera ou pas. Il utilise des outils "rationnels" pour ses expérimentations.	vérifier et si elles sont validées, démontrer.
38	2			Nous le reconnaissons par la véracité ou non des ses sources. On peut qualifier un énoncé de scientifique quand il répond à une hypothèse vérifiée et testée par une expérience.	Un scientifique est un individu étudiant des sciences. Il s'efforce de prouver des faits par le biais d'expériences et d'hypothèses mises en place.	Oui, car il faut manipuler les éléments pour comprendre les théories écrites. La démarche d'investigation permet aussi de se poser toutes les questions nécessaires à la cause d'un phénomène. Il est important de faire le tour de tous les questionnements afin de trouver le bon.
39	2			Un document est scientifique lorsqu'il y a des problématiques, des hypothèses et des démarches confirmant ou non ces hypothèses et répondant à la problématique.	Un scientifique est un chercheur (exerçant dans différents domaines) qui tente de répondre à des questions (problématiques) en émettant des hypothèses, de façon à les confirmer ou non par des démarches d'investigation	Oui, car elle m'a permis de prendre en compte tous les facteurs pouvant exister. Et de comprendre qu'une démarche d'investigation n'est pas forcément positive ou concluante par rapport à nos espérances et que cela n'est pas synonyme d'échec, mais de progrès et de nouvelles recherches ou découvertes. Les expériences nous permettent de représenter réellement nos hypothèses et d'avoir des perceptions concrètes.
40	2			Selon les sources indiquées (extrait de recherche par ex.). Le vocabulaire spécifique employé peut aussi être un indice, le nom de l'auteur est "parlant" s'il est connu, on peut rechercher sur internet. Un énoncé est scientifique s'il parle de données	Un scientifique est une personne qui a étudié un parcours dit "scientifique" (maths, sciences), qui travaille ou poursuit des études de recherche en sciences fondamentales. Il peut enseigner les sciences, faire de la	Oui, la démarche d'investigation m'a permis de découper les temps de la recherche : observation, émission d'hypothèses (eau, pression, bouchon), argumentation dans le groupe, très intéressante, on se rend compte que les autres ne vivent pas l'expérience de la

				scientifiques (biologie, physique, etc.) et s'il suit un procédé expérimental (observation, description, émission d'hypothèses, expérimentation, débats, conclusion, élaboration d'une règle, théorème).	recherche ou simplement vivre d'un travail dan la science, en poursuivant des recherches dans ce sens.	même façon, conclusion commune qui donne les "limites" de chacun
41	3	Un document scientifique est un document qui utilise des références elles-mêmes scientifiques. Un document qui utilise des termes spécifiques et qui ne laisse pas place à la subjectivité. Il aborde des thèmes concrets.	Un physicien est un scientifique qui travaille sur différents thèmes comme la matière par exemple. Il observe des faits scientifiques et en trouve les origines et les conséquences.	On reconnaît un document de physique non scientifique lorsqu'il repose sur des connaissances et pas une analyse ou une expérimentation. Les critères à utiliser dans cette situation sont les sources, les auteurs liés à la physique. On peut qualifier un énoncé de scientifique lorsqu'il faut s'adapter à une situation particulière, utiliser et adapter ses connaissances au sujet (expérimentation).	Un scientifique est une personne qui connaît son sujet, qui est capable d'expérimenter chaque situation liée à son sujet. Elle explique certains phénomènes, suite à sa recherche, son expérimentation.	(Oui). La démarche d'investigation a permis de changer ma compréhension car elle permet d'observer des phénomènes concrètement, de pouvoir analyser des choses pas forcément visibles en théorie. Ceci amène à se poser de nouvelles questions qui n'apparaissent pas lors d'un apprentissage théorique.
42	3	On peut reconnaître qu'un document est scientifique si on prouve nous même que telle ou telle chose est vraie. Une même expérience présentera toujours les mêmes résultats si les données de l'expérience ne changent pas.	C'est quelqu'un qui étudie les phénomènes physiques du monde qui nous entoure	Je reconnais un énoncé scientifique en regardant plusieurs éléments. Pour expliquer un phénomène, il faut qu'il y ait une expérience qui prouve ce que l'on vient de dire. Chaque explication ne doit pas être considérée comme vraie et définitive.	Une personne qui cherche à comprendre le monde qui l'entoure. Il collecte les informations afin de vérifier la véracité d'un phénomène.	(Oui). Pendant une démarche d'investigation, on cherche à comprendre des phénomènes en effectuant diverses expériences. On valide ou non certaines théories. La démarche scientifique correspond donc à un vrai protocole.
43	3	En premier lieu, par le thème qui est abordé. Certains thèmes sont spécifiques à la science physique. Ex : le système solaire. en deuxième temps, par le fait que ce qui est abordé se base sur des données concrètes.	... s'intéresse aux phénomènes physiques qui nous entourent. Il cherche à les comprendre, à les reproduire (à une échelle humaine) puis à les prouver	Un document est scientifique lorsque l'exemple qu'il propose peut rendre compte de la réalité. Pour cela, il suffit de faire des observations et de constater si l'exemple proposé explique la réalité observée. Un	Un scientifique est une personne qui parvient à expliquer des phénomènes par l'intermédiaire d'expériences ou de démarches venant argumenter ses propos.	Oui, cela m'a permis de prendre conscience de ce qui pouvait être considéré comme scientifique par l'apport de preuve et ce qui ne l'est pas

				énoncé scientifique se définit par le choix de son vocabulaire et sa pertinence.		
44	3	On peut reconnaître un document scientifique notamment grâce à la bibliographie utilise, aux références faites (scientifiques, formules, phénomènes connus...), aux chiffres (précis ou pas!) donnés, aux études réalisées (démarche scientifique : protocole...)	Un scientifique : personne qui "fait" des sciences ! Un physicien, c'est quelqu'un qui fait des recherches, des études sur un sujet (ou plusieurs) touchant aux thèmes de la physique : mécanique, optique, thermodynamique, électricité... et en général qui enseigne.	Un document scientifique comporte des termes spécifiques aux sciences, ici à la physique (vocabulaire, formule, étude, chiffres...) se rapportant à un sujet dans un domaine particulier (mécanique, électricité, astronomie, thermo...) et rappelant des références particulières (labo...) de la provenance des données. J'applique les critères ci-dessus plus esprit critique (réalité des idées ?) plus comparaison autres documents. Enoncé scientifique : voir ci-dessus plus précision, concision.	Une personne qui travaille dans les sciences et qui est en général de nos jours diplômé : il fait des recherches, des études... d'une manière structurée et dans un but précis (ou pas ! d'où certaines grandes découvertes...)	Non, déjà vue et connue (du collège!!!). situation de départ, questionnement, hypothèse, expériences/observations, analyse/interprétation, bilan/conclusion
45	3	Déjà la source du document doit apparaître. Il doit contenir des expériences menées, des bilans tirés, des avis d'autres scientifiques aussi sont possibles qui auraient été à la source de l'investigation.	C'est quelqu'un qui à partir d'une hypothèse de départ fait une démarche d'investigation pour confirmer ou infirmer son hypothèse. Il procède à des expériences mais peu néanmoins prévoir ou du moins estimer certains résultats et chercher ensuite différentes méthodes pour y parvenir.	Un document scientifique est composé de résultats de recherches, qu'elles aient été fructueuses ou non. Il doit expliquer le cheminement qui a conduit à ces résultats. Ce dernier doit être nourri d'expériences et de réflexions. Un énoncé scientifique doit suggéré une réflexion sur un problème, un questionnement sur un problème.	C'est quelqu'un qui fait tout d'abord des recherches, puis confronte les différentes informations, teste différentes hypothèses qu'il a établies à la suite de ses recherches pour enfin tirer des conclusions de ses expérimentations.	(Oui). Je n'en ai pas personnellement mené une mais à travers les cours, on adopte une méthode de réflexion progressive et constructive pour valider ou invalider une hypothèse de départ. Cela amène une certaine structuration de la pensée parce qu'une expérience en amène souvent une autre et c'est ce tâtonnement qui est finalement source de connaissances.
46	3	Langage avec termes spécifiques, auteurs, sujet traité	... étudie un phénomène d'où découle une interprétation et donc	Critères de langage : vocabulaire spécifique voire pointu ; critères de démarche	Un scientifique est un chercheur qui tente d'expliquer des	Oui, cela a changé ma compréhension en partie car la DI a apporté une observation

			une généralité ou bien formulation d'une hypothèse à vérifier par une expérience.	: solutions par rapport à un problème appuyées par des expériences - traitement d'un sujet scientifique (physique ou biologique) qui s'appuie sur des observations ou des phénomènes ; critères de ressources : importance de sources fiables	phénomènes par le biais d'expériences	réelle ainsi que des explications sur un phénomène qui semblait au préalable inexpliqué voire inexplicable
47	3	Il se situe par rapport à l'état de l'art (références bibliographiques). Il contient un chapitre "matériels et méthodes" (détaillé ou non), des hypothèses sont émises et testées. Les résultats sont analysés (plus statistiques) et discutés. Il doit vérifier des critères de scientificité.	... essaie de décrypter des phénomènes naturels (le mot physique provient de nature en grec). Il suit une démarche scientifique pour comprendre ces phénomènes (et les modéliser) : questionnement, formulation d'hypothèses, investigation pour les tester, analyse des résultats, structuration des connaissances	Un document semble scientifique si des données sont disponibles et s'il suit les étapes : questions/hypothèses/expérience/analyse/résultats/conclusion. des données statistiques représentent une information importante. Un énoncé est scientifique s'il repose sur des données existantes vérifiées et reproductibles. Il existe des critères de scientificité : reproductibilité, robustesse, recul...	Un scientifique se pose des questions à partir de données existantes et souhaite les vérifier ou les invalider ; il les complète en mettant sur pied des expériences rigoureuses	Oui, tout semble plus clair quand on participe nous-mêmes à une démarche d'investigation. Un démarche d'investigation suit les étapes : situation de départ, questionnement, hypothèses, expériences ou observations, analyse, conclusion
48	3	tout d'abord, par rapport au titre et à l'auteur, puis au contenu, explication d'une expérimentation	... met en relation et explique des phénomènes complexes, qui fait des expérimentations pour répondre aux phénomènes	Un document est scientifique lorsqu'il reprend des notions spécifiques en les explicitant et les démontrant. Pour cela il s'appuie sur des expériences déjà élaborées soit sur des expériences qu'il mène. Les critères : se poser les questions qui, comment, pourquoi. Lorsqu'un énoncé nous mène à une réflexion sur un phénomène, un problème, alors on peut le qualifier d'énoncé scientifique.	Une personne qui démontre des notions au travers d'expériences	(Oui). Le fait de manipuler, faire et réfléchir sur différentes expériences, d'être acteur permet de mieux appréhender le savoir. donc le fait de vivre une démarche d'investigation est le meilleur moyen de la comprendre et de pouvoir l'appliquer, la réaliser par la suite. Démarche d'investigation : observation d'un phénomène, hypothèses sur cette observation, expériences, analyse, synthèse

49	3	Un document informatif, présente des expériences menées, des résultats obtenus et des déductions, expose des découvertes ou des hypothèses, utilisation d'un vocabulaire bien spécifique	... utilise l'expérimentation, pose des hypothèses, interprète, fait la recherche	Utilisation du vocabulaire spécifiques ; le document est structuré de façon à présenter de façon concise son contenu puis dans le développement précise le problème, les hypothèses, les expériences effectuées, les observations, l'analyse de résultat et les conclusions	Une personne qui utilise la démarche, pose des pb, des hypothèses, elle procède aux expériences, analyse les résultats afin de valider ou invalider les hypothèses posées et en tire des conclusions	Oui, il faut poser des hypothèses pour essayer de prévoir ce qui va se passer pendant l'expériences puis invalider ou valider par observation. Démarche : avoir un problème, poser des hypothèses, effectuer des expériences, observer, analyser les résultats, valider/invalider les hypothèses
50	3	Vocabulaire scientifique, hypothèses, expériences	... fait des recherches grâce à des expériences et à partir d'hypothèses dues à l'observations	Vocabulaire spécifique, source, présence d'hypothèses, résultats d'expériences et explication de la procédure	Une personne qui fait des recherches dans un domaine scientifique, comme par exemple la physique, par des expériences qui confirment ou infirment des hypothèses préalables	Oui, prise de conscience que l'expérience ne veut rien dire sans hypothèse formulée, et qu'une seule expérience ne peut pas toujours vérifier la véracité d'une hypothèse
51	3	Schémas, calculs, expériences	... est spécialisé en physique, diplômes de physique			
52	3	Ce document a un plan spécifique comme par exemple : un thème, une problématique, des tentatives de réponses et une conclusion si possible précise. Le document a en général un vocabulaire spécifique au thème	... part d'un problème, d'une interrogation qui par la suite tente d'émettre des hypothèses et cherche à les vérifier. Le scientifique va alors valider, réfuter, nuancer ses résultats (c'est sa démarche). Le scientifique est donc pour moi une personne qui cherche, prouve, réfute des idées et qui justifie ce qu'il traite.			
53	3	Il illustre souvent une expérience : on la reconnaît grâce à un matériel spécifique aux sciences. Il peut y avoir des	... travaille dans un laboratoire, qui a de grandes connaissances dans le domaine			

		données chiffrées	scientifique, chimique et technologique. Il peut faire des expériences scientifiques afin d'améliorer certains domaines (médecine, astrologie...)			
54	3	Je pense qu'un document peut être identifié comme scientifique s'il comporte une problématique, une hypothèse, une expérimentation, une interprétation des résultats et une conclusion	... suit la démarche ci-dessus afin de faire avancer les connaissances dans son domaine			
55	3	Un document scientifique présente le sujet et sa problématique. Ensuite, il précise la méthode utilisée, avec quels sujets, à quel endroit. Il est souvent accompagné de données chiffrées et schémas. ensuite il y a une analyse des résultats et une éventuelle conclusion. Ces documents scientifiques sont signés par des chercheurs ou des groupes de chercheurs.	... passe la majeure partie de son temps dans des laboratoires à faire des expériences, élabore une recherche à partir d'une problématique et d'une méthode			
56	3	Un document scientifique en physique aborde les thèmes relatifs à cette matière comme la relativité, l'électricité, etc. Le document peut être sous la forme de schéma. En physique les schémas explicatifs sont importants. Les réponses à des questions peuvent être donnés sous forme d'équation et de calculs	... émet des hypothèses en sciences, biologie, physique. C'est un chercheur qui travaille dans un domaine spécifique autour de la science. Il cherche des solutions et cherche à améliorer la connaissance et la vie			
57	3	Au sujet, thème abordé, aux illustrations (si présentes), aux	... étudie la physique, les phénomènes			

		hypothèses proposées, aux questions que le texte pose, ou fait poser aux lecteurs	scientifiques et naturels			
58	4	Selon ses sources et sa fiabilité	... formule des hypothèses et fait ensuite des expériences pour les confirmer ou les infirmer. Cela afin de faire avancer la société	On reconnaît qu'un document est scientifique ou non quand les sources sont visibles	C'est une personne qui a déjà fait des grandes études. Il est spécialisé dans un domaine scientifique particulier. Il émet des hypothèses et fait des recherches/expériences afin de les affirmer ou de les infirmer	Non, je l'avais déjà comprise. Elle se fait en plusieurs étapes
59	4	Présence de données chiffrées, comparaison de ces données, réflexion scientifique sur ces données pour arriver à certaines conclusions		... fait des expériences pour chercher des solutions à un problème posé. Compare les données recueillies, recommence s'il n'est pas satisfait...	Un scientifique est une personne qui est spécialisé dans une discipline et qui mène des recherches en rapport avec sa discipline. Il fait des expériences pour pouvoir confirmer ou infirmer les arguments qu'il avance.	Plus ou moins, j'ai pu voir comment se passe une démarche d'investigation, comment en avançant des hypothèses on arrive avec l'expérience à les réfuter ou non
60	4	S'il remplit certains critères : ne se contredit pas, s'il est basé sur des expériences vérifiables, s'il est mentionné une source venant d'un laboratoire de recherche	... est rigoureux, sait faire preuve de bon sens et se remettre en question. Qui cherche pour comprendre	Un énoncé scientifique respecte les critères de scientificité (reproductibilité, cohérence)	Quelqu'un qui cherche des explications sur le monde en respectant des critères de scientificité (cohérence, reproductibilité, recul...) avec expérience ou non (mathématique)	(Oui). Je l'ai expérimenté en stage en plus des cours et en effet je l'ai mieux comprise. Il faut laisser les enfants au maximum chercher par eux-mêmes, leur permettre de se poser des questions sur le monde. qu'ils apportent des réponses qui seront ou non validées expérimentalement. Il faut faire attention pour qu'il reparte avec la représentation la plus juste
61	4	Un document scientifique contient des éléments ayant traits à la science, quelque chose de réfutable, basé sur	C'est quelqu'un qui réalise des expériences en vue de démontrer ou prouver un phénomène	Selon moi, un document est scientifique lorsqu'il présente un énoncé le plus complet et le plus explicatif possible sur	Un scientifique est quelqu'un qui se pose une question à propos d'un phénomène naturel et qui	(Oui). Je comprends désormais mieux comment faire aborder et approprier les notions scientifiques aux élèves et, pour

		l'expérience	nouveau ou étudié	la notion abordée	essaie d'y répondre à l'aide des expériences. toute conclusion tirée est vraie en attendant qu'un autre modèle la réfute	certaines, les ai mieux comprises en profondeur moi-même.
62	4	La source, l'auteur	... fait des recherches, des expériences afin de prouver des hypothèses sur les phénomènes qui nous entourent	Je regarde la source, la démarche et les notions utilisées. Un énoncé est scientifique lorsqu'il s'appuie sur des preuves	C'est une personne qui cherche à comprendre et expliquer des phénomènes à partir d'expériences, d'essais et d'erreurs et qui ne prend jamais rien pour acquis	(Oui). j'ai pu ressentir comment les connaissances scientifiques avaient été élaborées et ainsi mieux comprendre les phénomènes étudiés
63	4	Un texte scientifique aborde des thématiques relevant du domaine des sciences, s'appuyant sur des expériences, des chiffres	Quelqu'un qui cherche à expliquer des phénomènes existants, à créer des choses	Je regarde la source et tente de comparer ce document à d'autres documents existants. Un énoncé est scientifique lorsqu'il provient d'une source assez fiable et qu'il s'appuie sur des expériences	Une personne qui élabore des théories et tente de les (in)valider au travers d'expériences	Oui, cela permet de se rendre compte soi-même et de vérifier des concepts dont on avait connaissance mais que l'on n'avait jamais prouvé
64	4	Un document est scientifique lorsqu'il relate des recherches, expériences	... réalise des expériences pour le mener à une recherche	Un document est scientifique lorsqu'il contient des données et qu'elles sont prouvées, les documents sont authentiques et les sources sont citées	Un scientifique est une personne effectuant des recherches. Il émet des hypothèses et réalise des expériences pour les confirmer ou pas.	Non, car la démarche scientifique est le fait d'émettre des hypothèses sur une problématique et des réaliser des expériences pour les valider
65	4	Un document peut être qualifié de scientifique si : il donne des définitions de notions physiques, lorsque c'est un scientifique qui l'a rédigé, parce qu'il est reconnu par le monde scientifique	...effectue des recherches scientifiques, nous sommes un peu tous des scientifiques quand on cherche à comprendre un événement naturel	Un document scientifique est un document écrit par des spécialistes scientifiques utilisant un vocabulaire spécifique. C'est un texte argumentatif où l'on veut démontrer quelque chose.	Un scientifique est une personne qui réfléchit sur des questions scientifiques, qui s'interroge sur le monde qui l'entoure, émet des théories et tente de les justifier ou démontrer en utilisant la démarche d'investigation	Oui cela me semble plus accessible, plus concret. cela change des années de physique théorique. Je comprends mieux comment travaillent les scientifiques ainsi que l'intérêt d'étudier l'élaboration d'une théorie et sa démonstration.
66	4	Un document qui avance des hypothèses, arguments ou encore expérimentation, qui emploie un vocabulaire et une formulation rigoureux.	C'est quelqu'un qui cherche la vérité par expérimentation et qui est capable de toujours la remettre en cause	L'énoncé est rigoureux dans le sens où ce qu'il avance a été testé et vérifié ou bien il est mentionné que c'est une hypothèse.	Un scientifique est un chercheur qui sait remettre en cause ce qu'il a pu trouver. Il avance en émettant des hypothèses.	Pas spécialement car j'avais déjà pu en vivre au lycée (elle m' permis de mieux comprendre les cours et surtout de savoir comment enseigner les

			pour faire avancer la recherche. Il s'appuie sur des faits, des hypothèses qu'il va vérifier ou non.			sciences). La démarche d'investigation c'est partir d'un questionnement et émettre des hypothèses que l'on testera afin de les valider ou non, ce qui nous permet de chercher la réponse à la question initiale.
67	4	De quel revue/livre il est extrait, qui l' écrit	... est curieux de ce qui l'entoure. Qui se pose des questions et cherche à y répondre, en utilisant des expériences pour appuyer ses théories. Et surtout pas très rigoureux dans nombre de ses calculs. Adore faire des blagounettes scientifiques	source d'où est tirée le document, auteur, voir si le texte est appuyé par des expériences. Un énoncé est scientifique si il utilise un vocabulaire approprié et s'appuie sur des expériences ou des données expérimentales	Une personne qui expérimente pour trouver réponse à ses questions et qui a un humour lourd et gras, porte souvent une blouse et des lunettes	Bof, on se pose des questions et on cherche à y répondre par des expériences
68	4			Un document scientifique utilise du vocabulaire spécifique et provient d'une source dite scientifique. Un énoncé scientifique traite d'un thème précis et pose souvent un problème auquel il va falloir répondre en démontrant les choses	C'est une personne qui tente de répondre à des problèmes posés à travers des expériences, il tente de prouver les choses.	(Oui). Ca a changé : on a appris à travers des expériences, des manipulations
69	4			A mon sens, un document de physique est scientifique quand il a pour but de prouver quelque chose. Il nous apporte une information. De plus, un document est scientifique quand il démontre quelque chose.	Un scientifique est un être rationnel qui cherche la vérité en faisant des expériences	Non, je l'avais déjà faite. Mais cela m'a permis de comprendre que la démarche scientifique se faisait par étapes, et que chacune des étapes apporte une information complémentaire et complémentaire qui enrichit mon savoir
70	4			Un document scientifique doit à mon sens reposer sur des expériences, des	Un scientifique est un chercheur de vérités. Il cherche à comprendre le	Non, pas forcément, étant donnée que je l'avais déjà fait. Cependant, cela m'a permis

				statistiques, et non pas être une succession d'énoncés sans justification ni preuves à l'appui	monde, l'univers qui l'entoure et remettre sans cesse en cause ce qu'il trouve. L'expérience est la base de sa réflexion.	d'observer concrètement une démarche d'enseignement agréable pour les élèves.
71	5	En fonction du vocabulaire utilisé et de certains critères de scientificité comme la reproductibilité, la robustesse, le recul... s'il ne se contredit pas dans son contenu	... cherche, qui fait des expériences pour trouver des réponses à ses questions	Un document est scientifique s'il possède un titre, des légendes ayant un vocabulaire spécifique et adéquat, s'il possède des critères de scientificité (reproductible...)	Quelqu'un qui pose des hypothèses et qui fait des expériences pour trouver des réponses sur des sujets divers et variés	(Oui). Je l'ai déjà expérimentée mais ça m'a permis d'approfondir le sujet. La démarche scientifique : c'est quand on pose des hypothèses sur un sujet, qu'on fait des expériences pour les valider ou les invalider puis qu'on tire des conclusions identiques ou non aux idées de départ
72	5	Le thème abordé est la connaissance de ce qui se passe autour de nous. Ces documents prennent quasiment toujours appui sur des graphiques, schémas et notamment sur des expériences relatées. ils font intervenir des chiffres et des calculs.	... cherche à définir le monde qui nous entoure (sciences de la vie et de la terre, physique, chimie) et à faire évoluer des choses ou à en créer pour améliorer notre quotidien	Un document scientifique s'appuie sur des faits prouvés et illustre ses explications par des schémas, graphiques, calculs	Un scientifique est un chercheur qui expérimente afin de découvrir le monde qui nous entoure et afin de l'expliquer	(Oui). L'application de cette démarche m'a permis de constater que les expériences permettent de valider ou non une idée, une donnée, ainsi on peut travailler ensuite ce point attesté. Le fait de faire les expériences nous permet de rendre le cours vivant et de s'en rappeler.
73	5			Si un document est scientifique il faut des preuves concrètes de ce qu'il affirme. Il faut une source fiable	C'est une personne qui réalise des expériences pour répondre aux questions qu'il se pose sur le monde qui l'entoure	(Oui). La démarche d'investigation permet de comprendre concrètement les notions abstraites. On peut tester si ce que l'on pense est vrai et on peut découvrir d'autres réponses auxquelles on ne s'attendait pas. On se pose une question de départ puis on émet des hypothèses. On fait une expérience pour prouver ou contredire nos hypothèses. Et on répond à la questions
74	5			Le document scientifique sera issu d'expériences	Un scientifique est un chercheur sur les réalités	Oui, en effet on se rend compte que la démarche d'investigation

				ultérieures vérifiées et interprétées. Critère : vérifier les données par le biais d'expériences	du monde qui nous entoure, tous domaines confondus. C'est un spécialiste dans son domaine, capable d'expliquer les phénomènes liés à sa discipline	devient primordiale dans la perception et la compréhension des différents phénomènes qui nous entourent. c'est une étape essentielle dans l'acquisition d'un savoir, d'autant plus pour les jeunes. Elle fixe les choses et les rend effectives, vivre les choses permet de mieux les comprendre et de les retenir. Une démarche scientifique vérifie une hypothèse de départ par le biais d'expériences et parfois de calculs
75	5			Un énoncé scientifique est un énoncé contenant un vocabulaire spécifique et scientifique avec accessoirement l'usage de formules. Un doc. traitant de physique n'est pas scientifique quand il n'y a pas de démarche d'investigation	... quelqu'un qui fait des recherches dans un domaine particulier à travers des hypothèses qu'il teste grâce à des expériences qui confirment ou non ces hypothèses	(Oui). Avoir mené personnellement une démarche scientifique a effectivement changé ma compréhension de la démarche car le fait de la pratiquer et la tester soi-même, les résultats s'intègrent mieux et demeurent en mémoire. Une démarche scientifique permet de vérifier, d'attester des hypothèses qui résolvent un problème
76	5			Par le vocabulaire employé, la présence ou non d'une démarche d'investigation et surtout la source dont est extrait l'article présenté	C'est une personne faisant des recherches dans un domaine précis, pour confirmer ou non ses hypothèses, il peut avoir recours à des expériences ou d'autres études...	Oui, car en pratiquant nous-mêmes, les notions abordées sont plus facilement assimilées
77	5			Les explications peuvent nous permettre de savoir si c'est un document scientifique ou non. Si la démarche d'investigation est explicitée. Un énoncé peut être qualifié de scientifique	Un scientifique est une personne faisant des recherches dans un domaine précis. ses recherches peuvent êtres des expériences pour confirmer ses hypothèses,	Oui, puisque les étapes sont mieux comprises et que l'enchaînement devient plus cohérent. Il est plus facile de retenir l'expérience qu'on a mené

				par le vocabulaire utilisé.	des sondages	
78	5			Il faut regarder sa source. Tout schéma doit avoir un titre et une légende spécifique	C'est un chercheur. Il fait des hypothèses et cherche à les valider par des expériences	Non, mais pour mon futur métier, la démarche d'investigation est un moyen pour amener et faire découvrir les sciences aux élèves. Il est donc intéressant de la connaître
79	6	Un document peut être considéré comme scientifique s'il est publié dans une revue spécialisée et rédigé par une personne reconnue par la communauté scientifique		On reconnaît qu'un document par exemple de physique est scientifique dès lors qu'il a été publié dans une revus scientifique dirigée par des spécialistes. Les informations apportées doivent avoir été vérifiées à l'aide d'expériences permettant de valider ou non les hypothèses du début.	Un scientifique est une personne qui se pose des questions sur le fonctionnement des choses (phénomènes météorologiques, astronomie...) et mène des démarches d'investigation pour y répondre.	Oui, car cela m'a permis de comprendre à l'aide d'exemples concrets comment certains phénomènes fonctionnent
80	6	Un document scientifique doit selon moi émettre des hypothèses qui seront testées lors d'expériences. Ce document peut faire le compte-rendu de l'expérience, et utiliser un lexique propre à la discipline. Si le document est scientifique, il doit être validé par la communauté scientifique et donc pourrait apparaître dans les revues liées à cette discipline (ex. science et vie)	Un physicien c'est quelqu'un qui émet des hypothèses et qui va démontrer sa théorie lors d'expériences. Il a forcément un savoir scientifique important.	Il est scientifique s'il a été validé par une communauté scientifique. Pour qu'il le soit il doit être soumis à validation. Un écrit scientifique emploie des termes spécifiques, il se base sur des faits observables et des expériences pour défendre une hypothèse	Un scientifique est un chercheur en quête de vérité. Il cherche à prouver ses hypothèses en se basant sur ce qui a été fait et des expériences qui font office de preuves et arguments qui appuieront sa thèse	La démarche d'investigation peut amener à faire douter de ses connaissances (vérités générales) et embrouille parfois l'esprit. Mais elle est importante pour fixer ses connaissances (en exposant la vérité)
81	6	si on peut faire un schéma, émettre une hypothèse pour expliquer un phénomène	C'est une personne qui a une explication logique pour tous les phénomènes de la vie	Un document est scientifique quand il fait appel à des connaissances bien spécifiques, par exemple en physique. On retrouve des données, une question, un schéma et une réponse	Un scientifique est une personne qui fait des hypothèses sur un sujet. Pour cela il doit démontrer celles-ci en faisant des expériences pour pouvoir valider ses affirmations.	Oui, la démarche d'investigation m'a permis de comprendre concrètement certains phénomènes qui étaient flous jusqu'ici.
82	6	Un document scientifique est	... fait des recherches et	Il y a émission d'hypothèses	C'est quelqu'un qui émet	(Oui). Cela permet de prouver la

		souvent composé de schémas et présente des expériences	des expériences dans des domaines médicaux, environnementaux et spatiaux pour faire avancer la science	et des expériences pour valider ou non ces hypothèses. Les détails de l'hypothèse, des expériences et des résultats sont exposés dans l'énoncé. Il peut manquer un élément pour poser une question, par exemple : quel est l'hypothèse ou quel est le résultat de l'expérience ?	des hypothèses et y répond par des recherches et des expériences	réponse, d'affirmer la validité de nos propos. Démarche scientifique : on confirme ou non une hypothèse par des expériences
83	6	Un document est scientifique quand il traite d'un sujet scientifique ou s'il est écrit, attesté, reconnu comme valide par les chercheurs	... quelqu'un qui étudie les phénomènes physiques, chimiques et scientifiques. Un scientifique est quelqu'un qui étudie telle ou telle chose en menant des preuves à ses hypothèses	S'il répond à une démarche de recherche et d'investigation. S'il s'appuie sur une phase de questionnement, d'hypothèses, d'expérimentation et de vérification. La démarche aboutit à une conclusion.		Oui, car je me suis posée des bonnes questions et en ayant prouvé ou réfuté des hypothèses j'ai mieux retenu certaines propriétés et lois. Démarche : question, hypothèses, expériences, vérification, conclusion.
84	6	Un document est scientifique lorsqu'il s'appuie sur des recherches, des expériences. Il est écrit par un scientifique	Un scientifique est quelqu'un qui fait des expériences	Un document est scientifique lorsqu'il possède certains critères, par exemple : toutes les sources doivent être citées, les données doivent être vérifiées par des expériences	Un scientifique est une personne qui fait de la recherche. Il a des hypothèses qu'il doit vérifier à partir d'expériences	Non, pour moi la démarche scientifique reste le fait de faire des hypothèses et de savoir si elles sont justes ou fausses par des expériences
85	6	Un document est scientifique s'il parle de mathématiques, de physique ou de science. On y trouve souvent une démarche d'investigation avec des émissions d'hypothèses et des mises en expérimentation pour vérifier les hypothèses.	Fait de la recherche pour trouver de nouveaux théorèmes et de nouvelles inventions. Pour cela il émet des hypothèses et les vérifie à l'aide de protocole expérimental.	Un document est scientifique lorsqu'il s'appuie sur des faits précis et scientifiques	C'est une personne qui se consacre à l'étude d'une science avec de la rigueur et des méthodes scientifiques (par exemple la démarche d'investigation). thèse, hypothèse, expérience, réponses, validation des hypothèses	Non, thèse, hypothèse, expérience, réponses, validation des hypothèses
86	6	auteur, problématique, exemples, expériences, raisonnement scientifique	... étudie la physique, fait des recherches scientifiques, des	Par la présence d'un questionnement précis sur une notion ou un domaine	C'est une personne qui se consacre à l'étude d'une science ou des sciences et	Non, pas vraiment, thèse, hypothèses, expériences, réponses, validation ou non des

			expériences	(thèse, hypothèses, expériences, et conclusion). Il s'appuie sur des faits précis et scientifiques, une démarche organisée.	qui se consacre à l'étude d'un domaine avec la rigueur et des méthodes scientifiques	hypothèses
87	6	Un document est scientifique s'il a été rédigé par un laboratoire et certifié par un jury. Il doit comporter une bibliographie qui est elle-même fournie d'ouvrages scientifiques. Selon certaines revues, on a la certitude que tous les articles qu'elles publient sont scientifiques	C'est quelqu'un qui fait de la recherche au sein d'un laboratoire à partir d'observations empiriques et qui en déduit des généralités ainsi que le contexte dans lequel elles sont valables.	Scientifique ou non dépend de l'ouvrage ou du site sur lequel on a trouvé le document. Dépend de la personne qui a rédigé le texte (est-elle reconnue par la communauté scientifique ou pas). Dépend des sources utilisées et citées	Un scientifique est un chercheur diplômé qui est reconnu par les autres scientifiques de son domaine	(Oui). La démarche d'investigation nous a permis de nous approcher de la démarche scientifique même si les deux ne sont pas tout à fait similaires. Cependant c'est un bon début.
88	6	Présence de termes scientifiques, d'expériences à réaliser, de questions, hypothèse, chiffres/annotations spécifiques aux sciences	... se pose des questions de l'ordre de la physique et qui, pour avoir des réponses, les plus exactes possibles, réalise des expériences concrètes en émettant des hypothèses (qui seront vérifiées par les résultats des expériences).	Je reconnais un document scientifique d'un document non scientifique grâce aux éléments suivants : de hypothèses mises en avant, des expériences réalisées et schématisées et des conclusions et tout cela avec des données spécifiques par exemple (bar, mercure) et des formules telles que (Pair=Fair/S...)	Pour moi un scientifique est une personne qui travaille au pratique les sciences, qui émet des hypothèses, cherche et utilise des expériences pour valider ou non les hypothèses. Puis il peut partager ces résultats et ainsi fournir des documents scientifiques pour enrichir le savoir de tous	Oui cela m'a permis d'appréhender réellement ce qu'est une démarche scientifique
89	6	C'est un document qui fait intervenir des articles, images authentiques faisant apparaitre des réactions, hypothèses et solutions prouvées. On peut y voir apparaître des données ainsi que des schémas.	... se pose des questions sur des réactions ou des évolutions et cherche des réponses	Savoir s'il y a des hypothèses, on peut qualifier un énoncé de scientifique lorsqu'il énonce des chiffres et s'appuie sur des théories prouvées	Un scientifique fait l'étude d'une science par des expériences et des recherches	Oui, à l'appui d'expériences, on comprend toujours mieux les faits et ça permet de prouver les hypothèses émises
90	6	Pour identifier un document comme étant scientifique, il faut voir l'auteur, s'il y a des hypothèses posées avec des questions qui y répondent, s'il y	C'est un chercheur. Il va faire des recherches sur des problèmes de la société actuelle pour trouver des solutions et	Ce qui permet de savoir s'il s'agit d'un document scientifique c'est l'auteur, la source, les expériences	Un scientifique fait des expériences afin de répondre à des questions que se pose l'humanité	Oui, je pense que cela permet de mieux comprendre la notion et l'apprentissage se fait plus facilement. La démarche scientifique c'est à partir d'une

		a des références scientifiques, s'il y a des expériences	y remédier			question, on se pose d'autres questions, on émet des hypothèses, par les expériences on teste ces hypothèses puis on les valide ou réfute
91	6	Le vocabulaire utilisé dans le document me permet de savoir s'il est scientifique ou pas. En effet, la science utilise des mots spéciaux ou plutôt un vocabulaire adapté. Un texte scientifique parle d'expériences, de la matière, du vivant	C'est quelqu'un qui expérimente, qui fait des recherches (sur des produits, de la matière, du vivant)	Des mots scientifiques sont utilisés dans le document. On y cite des expériences pour confirmer ou non une thèse.	C'est une personne menant des expériences afin d'expliquer des phénomènes.	Oui, car cela m'a montré qu'il faut passer par plusieurs étapes pour affirmer ou infirmer une hypothèse
92	6	On peut reconnaître un document scientifique à l'auteur, à la publication (dans quel document) aux sources citées par l'auteur, au langage précis et scientifique employé et à la démarche d'investigation mise en œuvre pour organiser toute une réflexion	C'est quelqu'un qui fait des recherches, formule des hypothèses et qui en vérifie la validité par des expériences	On reconnaît un énoncé scientifique quand il y a des expériences pour valider ou invalider les hypothèses préalables. Les hypothèses naissent d'observations.	Un scientifique est une personne spécialisée dans le domaine de la science. C'est une personne qui s'interroge sur son environnement.	On pratiquait déjà la démarche d'investigation au collège mais pas de la même manière. Les étapes étaient moins précises
93	6	On reconnaît un document scientifique du fait qu'il expose des expériences, des hypothèses aussi. Souvent les expériences sont accompagnées de schémas explicatifs. On veut prouver quelque chose par des preuves scientifiques	C'est une personne qui fait des recherches sur des sujets scientifiques, il cherche à prouver quelque chose via des expériences, en faisant des hypothèses qu'il va valider ou non et conclure ensuite	Un document est scientifique lorsqu'on peut retrouver des expériences, ou un schéma avec titre explicite, un texte explicatif aussi	Un scientifique est une personne qui étudie les sciences, qui peut faire des recherches sur les sciences naturelles-physiques ou technologiques.	Non, je savais déjà ce que c'était. C'est lorsqu'à partir d'un problème scientifique, on fait des expériences puis on émet des hypothèses, on cherche à les vérifier et on conclut sur le problème
94	6	Un document est scientifique lorsqu'il décrit une activité expérimentale ou donne des résultats et des données qui ont d'abord été testés et vérifiés. Il n'affirme rien sans test, il questionne	Un scientifique est une personne qui essaie de répondre à des questions en expérimentant. Il trouve et crée des choses en testant les réactions et cherche à percer les mystères de la vie	UN document scientifique s'appuie sur des données scientifiques, des expériences, thèses, hypothèses, réponses	Personne qui se consacre à l'étude d'une science avec des méthodes scientifiques. Il se pose des questions et essaie d'y répondre en testant	Non, démarche de recherche, hypothèses, expériences, affirmation/infirmation des hypothèses de départ

			encore non trouvés			
95	6	Un document est scientifique : s'il est publié ou recommandé par un magazine scientifique, si l'auteur est un scientifique, un chercheur appartenant à un laboratoire de recherche, donnant des cours à l'université	Un scientifique fait des recherches en utilisant une démarche scientifique quel que soit son domaine d'activité (Pb, hypothèses émises validées ou non par expériences mises en place, etc.). Un scientifique permet de nouvelles découvertes, élabore de nouvelles théories modifiables, falsifiables dans le temps			
96	6	Un document est scientifique lorsqu'il est par exemple le résultat de recherches scientifiques (hypothèses plus expériences)	C'est quelqu'un qui fait des expériences afin de prouver/ d'expliquer des phénomènes			
97	6	Le document est scientifique s'il parle de théorie physique, d'hypothèse de travail et d'expériences sur matières ou matériaux. Il est scientifique s'il aborde la notion de recherche de quelque chose : trouver une solution à un problème ou expliquer un phénomène	... cherche à apporter des réponses ou des solutions rationnelles à un problème ou un phénomènes donné. Il émet des hypothèses de recherche. Il réalise des expériences, observe, interprète et conclut			
98	6	En fonction de l'éditeur, des rédacteurs	... étudie des phénomènes, des cas pour pouvoir faire évoluer la société, la science			
99	6	Vocabulaire utilisé scientifique ou non, schéma accompagné d'une légende respectant les critères scientifiques. Le	... vous sa vie à la recherche scientifique, à la découverte de nouveaux horizon. Il			

		domaine traite : maths, physique, chimie	rencontre de nombreux échecs qui lui permettent d'avancer			
100	6			Lorsqu'il y a des termes scientifiques, des données	Un scientifique est une personne qui se consacre à l'étude d'une science ou des sciences et qui se consacre à l'étude d'un domaine avec la rigueur et la méthode scientifique	Non, démarche de recherche avec des expériences après avoir formulé des hypothèses
101	6			Un document est scientifique si les informations sont prouvées. Il peut être accompagné des sources telles que des expériences	Un scientifique est une personne qui fait des recherches et qui tente de valider ses hypothèses par des expériences qui peuvent les confirmer ou non	Moyennement. Il est intéressant de faire des expériences pour vérifier des hypothèses mais il manque des traces écrites pour confirmer cela. Selon moi, une démarche d'investigation permet de vérifier des hypothèses par des expériences
102	6			Chiffres, objectivité du document, faits scientifiques	Un chercheur sur des faits traitant de phénomènes scientifiques	
103	6			Suivant les sources utilisées, de l'émetteur du sujet. Je lis et je reconnais certaines normes. Quand il est asserti par des scientifiques et reconnu par des institutions publiques	Quelqu'un qui fait des recherche sur un sujet précis et quel que soit le domaine de recherche	Oui, car cela m'a permis de voir toutes les étapes par lesquelles il faut passer par cette démarche. Une démarche scientifique passe par plusieurs étapes : observation, les hypothèses, l'assertion d'un ???
104	6			Un document qui présente des expériences, des hypothèses, des solutions peut nous informer sur des notions scientifiques. Enoncé scientifique ne présente pas d'affirmation avant l'expérience.	Un scientifique est une personne qui travaille, fait des recherches ou enseigne dans les domaines des maths, des sciences et de la physique	(Oui). en appliquant la démarche, on se rend compte un peu mieux mais ce n’est pas toujours évident de l’appliquer en théorie
105	6				C'est quelqu'un qui fait des recherches afin d'élargir les connaissances scientifiques	(Non). Je connaissais déjà la démarche scientifique : expérimentation, observation, conclusion

106	6			Un document est scientifique lorsqu'il s'appuie sur des faits précis et scientifiques	Personne qui se consacre à l'étude d'une science avec de la rigueur et des méthodes scientifiques (par exemple les démarches d'investigation : thème, hypothèses, expériences, réponses, validation hypothèses)	Non (thème, hypothèses, expériences, réponses, validation hypothèses)

ANNEXE 6.A.b.

Réponses des participants du groupe 14 aux questionnaires posés en début et fin de formation

Un premier tableau présente les réponses des participants en début de formation et un second tableau les réponses des mêmes participants en fin de formation. Il n'a pas été possible d'associer les réponses d'un même participant en début et fin de formation : la numérotation des deux tableaux est indépendante.

	Groupe 14 SF	**Pré-questionnaire**	
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	**Qu'est ce qu'un scientifique ?**	**Pourquoi enseigner la science à l'école ?.**
1	Pas de réponse	Est quelqu'un qui ne prendra pas pour acquis une évidence.	Les sciences permettent de comprendre à la fois le monde naturel environnemental et son propre corps. Elles permettent une démarche expérimentale qui conforte ou remet en question l'opinion que l'enfant pouvait avoir.
2	Quelque chose est scientifique par rapport au monde environnant.	Une personne qui apporte une réponse, une démonstration, un raisonnement, une démarche.	Parce que l'enfant est confronté à la science en tant que personne passive (il subit) , en tant que personne active (il se questionne, se transforme, il perfectionne, il agit, il découvre).
3	Après avoir été prouvé par expériences, en variant les paramètres, en vérifiant les résultats sur la durée, ou bien les confrontant avec d'autres résultats.	Quelqu'un qui cherche, s'interroge, tente de valider ses hypothèses à travers ses expériences successives pour apporter des réponses.	L'enfant s'interroge, confronte ses idées avec celles des autres, construit une démarche pour essayer de répondre à une question. Il tente aussi d'expliquer sa démarche, vérifie…
4	Si on peut l'expliciter, le comprendre, le reproduire, l'améliorer.	Se pose des questions sur les comment, a des connaissances qui lui permettent de comprendre, émet des hypothèses, interprète des résultats.	Montrer aux enfants qu'il n'y a pas de magie. De comprendre le monde qui les entoure. Apprendre à émettre des hypothèses, vérifier les hypothèses, et surtout aux résultats trouvés, apprendre à les interpréter.
5	Si elle correspond à une démarche d'investigation : hypothèse, expérience qui infirme ou confirme, pose une problématique : résolve une question et en soulève une autre.	C'est peut être d'abord une attitude face au monde, une personne qui a une attitude d'interrogation.	Créer une ouverture sur le monde, démarche de curiosité intellectuelle, aller vers…
6	Phénomène que l'on peut explique par l'observation.	Personne que grâce à une méthode, un raisonnement, peut comprendre, expliquer certains phénomènes et les reproduire éventuellement.	Pour rendre les enfants curieux et leur permettre de commencer à comprendre ce qui les entoure grâce à une démarche.
7	Quand ce quelque chose a trait à un phénomène naturel ou pas pouvant	Une personne qui travaille à comprendre et à disséquer les mécanismes de fonctionnement	Par obligation.

	s'expliquer par un raisonnement.	de la nature.	
8	A partir du moment où elle permet de prouver le fonctionnement de certains phénomènes observables.	Quelqu'un qui cherche à comprendre les phénomènes observables et qui trouve des explications vérifiables.	Pour permettre aux enfants de comprendre le monde qui les entoure. Cela peut les aider à donner un sens à leur vie. Cela peut leur permettre aussi de contribuer à trouver des solutions aux grands problèmes de la planète.
9	Besoin de preuves, d'expériences variées, de vérifier par soi même.	Quelqu'un qui expérimente, parfois à partir d'éléments concrets ou non, une certaine démarche…	Pour avoir une certaine ouverture d'esprit, acquérir une démarche, remettre en cause certaines notions réfléchir par hypothèses, déduction…
10	Lorsque le résultat d'une étude démonte ou prouve les mécanismes d'un phénomène ou d'un état naturel.	Personne qui en fonction de connaissances acquises émet des hypothèses pour démontrer ou étudier des éléments non encore expliqués	Expliquer l'environnement.
11	Si l'on peut l'expliquer, le démontrer, le prouver.	Quelqu'un qui prouve, qui démontre, qui explique des faits, des évènements.	Pour développer une manière de penser, de raisonner, d'expliquer les choses.
12	Tout n'est il pas scientifique ?	Tout le monde est un scientifique à partir du moment où il se pose une question et qu'il expérimente pour trouver la réponse. C'est comme Mr Jourdain, on fait des sciences sans le savoir.	Enseigner les sciences pour donner aux enfants le goût du questionnement. Arrêter de dire je ne sais pas et mettre en place une démarche pour trouver sa réponse.
13	Elle peut être observée directement ou indirectement et expliquée mathématiquement, se reproduire.	Un expérimentateur.	Pour développer chez l'enfant la curiosité.
14	Démarche, partir de quelque chose de concret ; fait que l'on peut expliquer ; objet : comment a t il été conçu, il a été fabriqué, pourquoi, pour qui.	Qui se pose des questions, qui n'accepte pas ne pas comprendre l'origine d'un fait, d'un événement.	Pour qu'ils soient plus curieux, qu'ils aillent au delà de l'apparence. Esprit critique, contre leur passivité
15	Si quelque chose est démontrable, pas forcément prouvé, basé sur l'expérimentation et la recherche de la vérité.	Une personne qui recherche par l'expérimentation à vérifier ce qu'il pense ou re-vérifier ce que l'on pense savoir.	Pour susciter la démarche d'expérimenter pour valider les hypothèses ou questions que les élèves pourraient se poser.

	Post Questionnaire		
	Quand peut-on qualifier un énoncé de scientifique ?	**Qu'est ce qu'un scientifique ?**	**Votre pratique personnelle de la démarche d'investigation a-t-elle changé votre compréhension de la méthode scientifique ? En quoi ? Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?**
1	C'est un énoncé succinct, concis, précis avec un vocabulaire particulier, ciblé.	Une personne qui peut remettre en cause un principe établi.	Effectivement je pense que je n'avais jusqu'à présent pas exactement adopté cette démarche d'investigation. Si elle m'enthousiasme parce qu'elle est déroutante et qu'elle permet de

			conforter les connaissances, elle m'angoisse également face aux nombreuses incertitudes que je ressens maintenant (et encore plus qu'avant) – Les sciences permettent à chacun de prendre part à l'activité en apportant sa pierre à l'édifice.
2	Lorsqu'il incite à se baser sur l'observation pour répondre à la question que l'on se pose.	Une personne qui cherche à répondre à une question en se basant sur l'observation et la réponse apportée par l'expérience réalisée.	Oui en induisant moins la réponse. La réponse à toute question passe par la mise en place d'une expérience qui valide ou non notre hypothèse. On se sent moins détenteur d'un savoir à transmettre. La démarche est plus constructrice de sens. – Pour ainsi apprendre aux élèves à apprendre. Trouver les outils qui leur permettent de valider par eux même leurs hypothèses et les placer ainsi plu au cœur des apprentissages.
3	Il s'agit d'une question (d'une situation problème) à laquelle il va falloir répondre par une démarche d'investigation.	C'est celui qui tente de répondre à une question en s'appuyant sur une ou des expériences. Il devra d'abord émettre des hypothèses, confronter des résultats et les interpréter.	Non. Il faudrait sans doute le faire plus souvent… - Enseigner les sciences, c'est enseigner une démarche, favoriser aussi le dialogue, l'écoute et l'argumentation.
4	Lorsqu'on y retrouve une démarche du type : questions, hypothèses, expérimentations, conclusions.	C'est quelqu'un qui se pose des questions sur les phénomènes qui nous entourent, qui émet des hypothèses et qui cherche à les vérifier ou les infirmer par démarche expérimentale.	Jusqu'à présent j'osais très peu pratiquer en classe par crainte de ne pas être à la hauteur. Je le ferai désormais beaucoup plus facilement car je pense maintenant que les réponses aux questions que l'on se pose ne doivent pas être uniquement être apportées par l'enseignant. – Pour permettre aux enfants de construire leurs savoirs et de mieux appréhender les phénomènes qui nous entourent, pour développer leur esprit d'initiative, pour comprendre que les savoirs ne sont pas qu'une accumulation de connaissances.
5	Quand il pose une problématique. Quand la démarche est aussi importante que le résultat.	Quelqu'un qui pose des questions et met en place des modèles pour essayer de répondre aux problématiques.	Oui. Toute question doit être prise en compte. Tout questionnement ouvre des portes. Ne pas donner des réponses toutes faites mais amener à réfléchir, au delà des certitudes implicites. – Amener les élèves à réfléchir sur le monde dans lequel on vit, se poser des questions, avoir un esprit critique, acquérir quelques connaissances
6	L'énoncé scientifique pose une question, sur le monde du vivant et un non vivant.	La personne qui tente de répondre à la question et l'énoncé scientifique. Il est doté de curiosité et de patience, et ne se fige pas aux premiers problèmes techniques qui se posent à lui : tout ce que je ne suis pas.	Elle a indéniablement changé, car je me suis lancée, sans appréhension, dans un projet, où cette démarche a été menée. J'ai essayé d'évacuer lors des séances avec les élèves, la peur de dire une bêtise, sans m'en rendre compte. Pour m'améliorer, je sais que je dois encore laisser davantage de temps aux élèves, afin de ne pas les stopper dans un élan, porteur de découvertes. – C'est une question pour laquelle il peut sembler inutile d'expliciter, puisque c'est dans les I.O …Cependant, considérant que les sciences, au sens large, font partie intégrante des savoirs et des savoir-faire, elles sont indispensables à l'épanouissement et à la formation de tout individu, et leur compréhension permet de s'insérer au mieux dans la société d'aujourd'hui. Former des scientifiques permettre de relever les défis face à nous, si le pouvoir politique, sait soutenir les initiatives et investit dans l'intelligence et la recherche fondamentale.
7	Lorsqu'il impose une démarche s'appuyant sur l'émission	Une personne s'appuyant sur le raisonnement et la	Pas de réponse. – par obligation professionnelle.

	d'hypothèses et la recherche des moyens permettant de valider ou non ces hypothèses.	connaissance tente d'expliquer le fonctionnement de la matière et de la vie.	
8	Engage une démarche qui part de l'observation et suit des étapes graduelles, enchaînements intuitifs, logiques, pour parvenir à une « découverte ».	ESTELLE ! S'interroge à des faits, celui qui suit une démarche : hypothèse, expérience qui valide ou invalide l'hypothèse.	Oui, la méthode scientifique appliquée à la classe me semble plus « souple », plus « ouverte », moins exigeante que je ne le pensais avant. – Développer la curiosité intellectuelle, l'ouverture au monde, le raisonnement.
9	Un énoncé sera qualifié de scientifique quand il interrogera sur le comment, le pourquoi ; pour y répondre il faudra mettre en place une situation d'observation, d'analyse.	Quelqu'un qui cherche à comprendre, à expliquer, qui s'interroge.	Non, mais rassuré sur le fait qu'il faut pratiquer une démarche d'investigation même si c'est long, laborieux. – Pour développer un esprit critique, un sens de l'observation, une curiosité, un esprit de synthèse.
10	Un énoncé est scientifique quand il demande une réflexion personnelle, une démarche d'enquête, d'observations, et donc de déductions.	Une personne qui cherche à répondre à un questionnement donné par une expérience possible, une enquête personnelle.	Oui, car nous avons été confrontés nous-mêmes à des « expériences incroyables », très simples mais qui ont changé beaucoup de choses données (ex : expériences sur l'air).- Pour amener les enfants à faire des hypothèses, à concevoir par eux-mêmes, certaines données, mener l'enquête, rechercher des infos, faire appel à des témoins, des connaissances « les policiers de la science » pour trouver eux-mêmes, résoudre eux-mêmes l'énigme donnée.
11	Synthèse obtenue à la suite d'hypothèses, d'expérimentations, de conclusions mais qui ne constitue pas toujours une vérité figée.	« savant » toujours à la recherche de connaissances pour aller plus loin dans la découverte du monde qui nous entoure.	Oui. Plus d'expériences réalisées par les élèves. Acceptation de toutes les hypothèses émises par les élèves. – Pour faire acquérir par les élèves qu'il faut toujours se poser des questions et admettre qu'il n'y a pas toujours de réponses définitives.
12	Lorsqu'une question amène une recherche ou une démarche scientifique d'investigation. Lorsqu'on peut émettre une hypothèse et la vérifier.	Une personne qui est capable de partager avec les autres ses expériences (vulgarisation ?). Une personne curieuse.	Elle permet au préalable de mettre soi-même la « main à la pâte ». – Pour rendre les enfants curieux. Pour leur permettre de faire des erreurs.
13	Quand il induit une demande d'investigation.	Se pose toujours des questions. Quelqu'un qui cherche et met en place des expériences (pour trouver (éventuellement !) ce qui amène d'autres questions etc.	Pas de réponse. – Pour éviter aux enfants de toujours poser la question « pourquoi ? », aux adultes alors qu'ils peuvent mettre en place des expériences pour trouver la réponse eux-mêmes !
14	Quand il demande de mettre en œuvre une démarche scientifique (investigation).	Personne qui essaie d'expliciter des phénomènes, de répondre à des questions, par l'expérimentation et l'observation.	Privilégier davantage la manipulation. Insister davantage sur l'émission d'hypothèses. – Se poser des questions. Découvrir la démarche d'investigation ;

ANNEXE 6.A.c.

Réponses des participants du groupe 38 aux questionnaires posés en début et fin de formation.

Les trois premières questions ont été posées en début de formation (trois premières colonnes du tableau) et les trois dernières en fin de formation (trois dernières colonnes du tableau). A chaque numéro de ligne du tableau correspond les réponses d'un même participant.

N°	*A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une production scientifique d'une production qui ne l'est pas ?*	*A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une approche scientifique d'une approche qui ne l'est pas ?*	*Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique ? C'est quelqu'un qui...*	*Les situations d'investigation vécues ensemble ont-elles changé votre façon de voir les sciences ?*	*Les situations d'investigation vécues ensemble ont-elles changé votre façon de voir l'enseignement des sciences ?*	*Les situations d'investigation vécues ensemble ont-elles changé vos idées sur ce qu'il faut transmettre aux enfants sur la nature de la science ?*
1	Une production scientifique relate des faits avec objectivité. Il y a forcément un vocabulaire particulier (« scientifique ») et un déroulement faisant appel à un raisonnement.	Formuler une hypothèses et mettre en œuvre une expérimentation pour confirmer ou non cette hypothèse.	C'est quelqu'un qui appréhende le monde en faisant appel à sa raison. Il essaie d'écarter tout autre mode de fonctionnement (irrationnel, ressenti, croyances…).	Oui, car je suis encore plus convaincue de la nécessité d'une *vraie* démarche d'investigation. Même en étant adulte, un certain nombre d'idées reçues, de conceptions toutes faites se sont ancrées en nous. Ce n'est qu'en expérimentant que l'on comprend réellement les choses (et j'espère qu'on les retient). (Par exemple, j'étais convaincue qu'une poulie réduisait « la force exercée en tirant »).	Ce que j'ai énoncé plus haut est bien évidemment encore plus vrai pour les enfants où tous les apprentissages se construisent. Il faut vraiment manipuler, expérimenter (en sachant ce que l'on cherche) avant de donner des conclusions.	Grâce à ce tâtonnement, cette observation, cette expérimentation sur les objets, la matière, les enfants vont découvrir petit à petit que le monde qui nous entoure ne relève en rien de la magie. La science nous permet d'expliquer, de rationaliser, de comprendre ce que nous pensions avoir compris parfois.
2	Les termes utilisés ne seront pas les mêmes, l'approche sera différente, nécessité souvent de valider par différents moyens (schémas, expériences, etc.).	L'approche scientifique est cartésienne (claire et précise paraît-il), pas trop de place à l'imprévu. Une approche qui ne l'est pas est plus large, plus souple.	C'est une personne qui peut tout justifier, tout expliquer le pourquoi des choses, de leur existence, de leur réaction face à tel ou tel phénomène.	Oui, ma vision des choses a changé, je la trouve finalement moins rébarbative, plus à ma portée, j'ai envie d'aller plus loin dans la démarche d'investigation que j'ai mise en place dans ma classe. Ce monde que je croyais fermé l'est moins.	Je me sentirai plus à l'aise de l'enseigner puisque je la comprends mieux, je cerne mieux les objectifs, la finalité. J'avais déjà mis en place une démarche d'investigation qui sera peaufinée à l'avenir. J'avais tendance à vouloir en faire trop et peut-être, parfois, oublier l'essentiel !	En science, toute imagination n'est pas possible, l'hypothèse doit être cohérente, l'argumentation essentielle, faire en sorte que les sciences deviennent un plaisir et non plus une tâche fastidieuse. Autre question : une personne de science peut

						nous transmettre l'idée des sciences parce que convaincue du bien fondé, mais est-ce que nous, nous pouvons être convaincues de le transmettre aux enfants (et à quel âge ?)
3	Une production scientifique est la synthèse des résultats des expériences, des observations. Cette production doit arriver à une « vérité ».	Une approche scientifique permet de répondre à une interrogation en s'appuyant sur des expériences, des observations. C'est la mise en place du protocole des réponses possibles à une interrogation.	Un scientifique est une personne qui analyse des faits afin d'établir une vérité. Suite à un questionnement, il imagine des hypothèses, établit le protocole (=>approche scientifique). Il analyse les résultats afin de valider « sa » vérité (=> production scientifique).	Non	Oui, ma vision a évolué. La démarche a autant sinon plus d'importance que les savoirs. Il faut amener les enfants à interroger leurs observations, leurs conceptions. Il faut transmettre des savoirs mais uniquement lorsqu'ils sont construits par les enfants lors d'une démarche scientifique.	La science n'est pas une accumulation de savoirs à connaître, c'est une façon de penser.
4	Une production scientifique doit partir d'une question, d'un problème énoncé avec un vocabulaire scientifique ou à l'aide d'un schéma. Puis viennent les hypothèses, la démonstration éventuellement et enfin les conclusions. Pour moi une production scientifique doit être claire, *objective*, c'est à dire qu'elle doit s'appuyer sur un vocabulaire bien spécifique, ne faisant l'objet d'aucune interprétation possible. Schémas, compte-rendu d'observations,	Une approche scientifique, c'est partir d'un problème, suite à cela, on élabore des hypothèses que l'on cherche à vérifier. L'approche scientifique, c'est le besoin de connaître la vérité, la réalité.	Un scientifique c'est quelqu'un qui cherche à connaître la vérité pour éliminer toute idée reçue. Il doit faire avancer la connaissance.	(Oui). Une vision sans doute plus relative des sciences. Pas un seul point de vue mais encore faut-il posséder les outils adaptés à cette réflexion ?	Vers un enseignement des sciences plus expérimental. Mise en place d'une construction logique des savoirs.	Transmettre un savoir mais aussi une démarche, une méthode de réflexion sur les sciences.

	d'expériences, graphiques caractérisent la production scientifique. Tout ce qui n'est pas production scientifique autorise des digressions etc.					
5	Une production scientifique s'appuie sur des données qui ont été prouvées. On ne peut dire ou écrire que si c'est universellement admis ou bien si l'on cite un scientifique reconnu qui a démontré ce qui est en train d'être dit ou écrit. Une production non scientifique n'a pas besoin d'être « réelle », elle peut être artistique et inventée comme la science-fiction.	Une approche scientifique, c'est formuler une hypothèse de départ et ensuite lors de nombreuses (ou pas) expériences, justifier la véracité de cette hypothèse ou bien démontrer le contraire…	Un scientifique est une personne qui fait des recherches en rapport avec les sciences, ou une personne qui exerce un métier en rapport avec les sciences.	(Oui). Les sciences (pour moi) étaient des connaissances acquises par des recherches par les scientifiques, des faits établis, prouvés. Maintenant, c'est davantage une manière de rechercher et finalement pas un aboutissement, car il reste toujours des doutes. On accepte des « vérités » jusqu'à ce que quelqu'un d'autre vienne les contredire.	Oui dans la mesure où on (l'enseignant) ne transmet pas un *savoir* mais plutôt une attitude à prendre pour acquérir par soi-même une connaissance.	Oui. La nature des sciences peut être une « démarche » pour n'importe quel domaine, y compris en matière littéraire. C'est un comportement « scientifique ». Faire des essais, erreurs pour aboutir (peut-être) à ce qu'on pensait.
6	Les termes employés, on part d'un constat, on explique une démarche, une démonstration, on arrive à une conclusion que l'on peut généraliser	C'est une approche qui permet d'expliquer le fonctionnement d'un objet, d'une matière, l'évolution d'un organisme vivant… Le but est de regarder pour en comprendre le fonctionnement, et non d'un simple aspect esthétique ou utilitaire.	Un scientifique c'est une personne qui essaie de comprendre le mécanisme du vivant et du non vivant qui nous entoure d'un point de vue technique ou technologique ou biologique, quelqu'un qui répond à la question « comment ça marche ? », on essaie, quelqu'un qui ne s'arrête pas au visible et explore aussi le non-visible à l'œil nu.	Non, je savais que les sciences n'étaient pas une matière reléguée à un laboratoire obscur avec des chercheurs fous ! Pour moi les sciences sont autour de nous, tous les jours.	Oui et non. J'enseigne déjà les sciences par beaucoup de manipulations. Mais ce stage a permis de mieux structurer l'ordre des séances, les prérequis à aborder, une certaine programmation. La démarche d'investigation est plus claire. J'ai plus d'idées de séquences suivant les niveaux.	Oui. Il faut transmettre des bases simples qui aident à comprendre le monde qui nous entoure, ne pas se lancer dans des notions qui risquent de nous dépasser. Le monde et la nature expliquent la science, sont la science. Les sciences peuvent évoluer, on doit l'expliquer aux enfants, par exemple dans la trace écrite : « à ce jour les scientifiques pensent que… nous avons trouvé que… ». rendre l'enfant curieux de ce qui l'entoure.

7	Pour moi une production scientifique est le fruit, le résultat d'une recherche scientifique. C'est un compte-rendu des différentes étapes qui ont amené au résultat.	Pour moi, une approche scientifique est un cursus qui part d'un problème ou d'un constat à démontrer. Il doit y avoir des hypothèses, des expériences ou démonstrations pour les valider ou pas et une analyse des résultats pour amener une conclusion.	C'est quelqu'un de rigoureux qui s'interroge, cherche, met en place des expériences pour prouver, démontrer un phénomène.	Ma vision des sciences n'a pas changé. C'est pour moi un monde d'interrogation sur tout ce qui se passe autour de nous. Rien n'est magique, tout s'explique (même si la clef n'a pas encore été trouvée !).	J'essayais dans ma classe de faire s'interroger les élèves sur des phénomènes… Ce stage a été une bonne piqûre de rappel pour la démarche d'investigation. Je me suis rendue compte que souvent je brûlais les étapes, que je manquais de rigueur et que je ne posais pas les bonnes questions.	Je n'ai pas changé ma vision. Je continue à penser qu'il faut les rendre curieux du monde, les amener à s'interroger et avoir une démarche rigoureuse.
8	Une production scientifique est le résultat d'une recherche. Ses résultats sont vérifiables, mesurables ou quantifiables et peuvent être reproduits. Une production non scientifique ne présente pas les mêmes critères pour les résultats.	Avoir une approche scientifique c'est se poser une/des questions sur un problème. Elaborer des pistes de recherche avec des protocoles établis qui donneront des résultats exploitables.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches sur un problème donné.	Vision inchangée	On peut faire comprendre les sciences en manipulant, en expérimentant avec peu de moyens. Très facilement… pour mieux faire comprendre.	Faire des sciences, la science c'est se poser des questions, mettre en place des expériences pour tenter d'y répondre.
9	Une production scientifique comprend des données mesurables, des observations réalistes, des schématisations.	Une approche scientifique part d'un constat, d'une question, d'une hypothèse à vérifier.	Un scientifique est une personne sérieuse en tablier blanc qui par toutes sortes de calculs savants amène une réponse vérifiable et fiable.	Non, pas vraiment, je savais ce domaine difficile.	Ca m'a stressé ! Oui, prise de conscience de beaucoup plus de rigueur dans la démarche, beaucoup plus de préparation.	Plutôt oui. Avant : stimuler la curiosité des enfants. Maintenant : mettre en place un schéma pour répondre à leurs questions, la démarche d'investigation dans des domaines maîtrisés (par moi) ou selon un cheminement pensé par d'autres plus pro dans la matière. C'est offrir aux enfants un état d'esprit, celui de chercher des réponses à leurs questions et vérifier les réponses

						trouvées.
10	Une production scientifique est un document résultat d'une recherche, d'expérimentations mises en place à partir d'une question que s'est posée le chercheur ou une personne même non scientifique de formation. La production est base sur des observations, des faits et sur la description de ces faits ou des ces observations. Elle peut comprendre une conclusion, une interprétation de l'observation. Une production non scientifique est basée sur des impressions, des croyances, un sentiment à propos d'un phénomène ou d'une observation. Il manque la justification par la preuve, comme en maths.	Une approche scientifique comprend au moins les trois phases : un questionnement, un point de départ (conceptions initiales), une ou un ensemble d'hypothèses qui vont être vérifiées par l'expérimentation et enfin leur description et une conclusion.	Un scientifique est la personne qui met en œuvre l'ensemble des cette démarche.	La démarche d'investigation me semblait être déjà une façon d'enseigner bénéfique. Pourtant, l'avoir vécue sur des questionnements simples (les notions scientifiques abordées me semblent très simples) m'a apporté quelque chose de plus : un vécu de véritable chercheur. Je pense que les « sciences » sont « un » outil nécessaire à notre culture.	Je pense que je pourrai maintenant m'appuyer sur ce vécu : essais, expérimentations, réflexion… Je mettrai en place, sans doute de façon plus systématique, cette démarche qui permet à chacun et à chaque élève de se construire peu à peu.	Ce qu'il me semble important de transmettre c'est la façon d'arriver à acquérir une nouvelle notion, avec la démarche d'investigation, de façon autonome.
11	La réponse à une problématique constitue, à mon avis, le préalable à tout production scientifique. La réponse à cette problématique va générer une approche particulière qui distingue une	Une approche scientifique est une approche organisée, afin de démontrer des hypothèses de départ.	Un scientifique essaie de comprendre et d'expliquer en mettant en place une démarche scientifique.			

	production scientifique de celle qui ne l'est pas. On part d'un certain nombre d'hypothèses que l'on vérifie pour répondre à la problématique et on peut conclure en proposant une question ouverte qui prolongera la réponse donnée à la problématique.					
12	Production avec argumentation et faits (éléments). Discours, ordonner la pensée, synthétiser les éléments, constater, expérimenter.	C'est dans la démarche : constat, hypothèse, chercher à la valider ou l'invalider.	C'est un chercheur qui procède avec une méthodologie.			

ANNEXE 6.B.a.

Réponses des différents groupes sondés aux questionnaires portant sur la nature de la science

Les réponses du groupe 63 sont fournies en Annexe 6.P.

	Groupe 5 PE1 4		
	D'après vous qu'est-ce qu'un fait scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***
1	Un fait scientifique est une expérience qui a été réalisée avec des critères précis, observables et justifiables (basés sur les sciences) et reconnus par les autres scientifiques.	Un scientifique est une personne qui étudie les sciences, c'est une personne qui base ses recherches sur des faits scientifiques à l'aide des sciences (quantifiables, observables grâce à de multiples expériences).	Les sciences font partie intégrante des enseignements à l'école, elles permettent d'ouvrir l'esprit de l'élève sur ce qui se passe autour de lui. Expliquer des choses simples. Elles sont aussi intéressantes à enseigner sous la forme d'expériences simples afin que l'élève, par le biais des expériences, trouve en partie par lui-même les solutions et réponde ainsi à différentes problématiques posées par ses expériences.
2	C'est un fait qui a été validé après expérimentation.	Quelqu'un qui travaille dans les sciences (chercheur, enseignant….) Ce sont des personnes qui favorisent l'expérimentation car ils partent souvent d'hypothèses.	Pour qu'on sache faire autre chose que lire et écrire, les sciences permettent aussi de développer la démarche d'expérimentation chez l'enfant. Cela permet de lui prouver que tout n'est pas écrit, mais que chaque chose peut faire l'objet d'une vérification.
3	Quelque chose est scientifique si on peut le démontrer ou le supposer d'après d'autres faits scientifiques connus, ou s'il permet par la suite une réflexion ou une démarche scientifique.	Un scientifique est un Homme qui étudie les sciences (phys., bio, math...) qui fait des expériences, démontre des théorèmes...	Les sciences permettent aux élèves de comprendre davantage ce qui les entoure et développent leur esprit de réflexion et de logique.
4	Tout événement dûment justifié qui répond à des lois, des principes des règles établies grâce à des expérimentations par des chercheurs qualifiés dans le domaine des sciences.	On peut qualifier de « scientifique » une personne qui s'intéresse à la recherche de l'exactitude de faits, d'évènements liés à la vie terrestre et extra-terrestre.	L'enseignement des sciences à l'école permet la découverte du « monde vivant et non vivant » aux enfants.
5	Un fait scientifique est une notion relative aux sciences qui a été prouvée par une observation, une expérience.	Un scientifique est une personne qui étudie les sciences dans des domaines spécifiques en se basant sur des faits expérimentés aboutissant à des définitions précises.	Il est nécessaire d'enseigner les sciences à l'école (par la méthode de l'expérimentation) pour que les enfants puissent, à partir d'une hypothèse faire une expérience, une recherche ou une observation afin de réfuter ou confirmer son hypothèse. Les sciences leur permettraient d'apprendre des choses de la vie quotidienne de façon active.
6	Un fait scientifique est un événement ou une situation qui peut être expliquée par les lois physiques et chimiques, et qui peut ensuite être recrée par l'expérience.	Un scientifique est un chercheur capable d'utiliser ses connaissances pour expliquer un fait scientifique et en découvrir de nouveaux.	Pour développer une démarche de réflexion très tôt et acquérir un esprit critique. D'abord observer, essayer de comprendre puis expliquer. Les sciences permettent un éveil et beaucoup de sens et développent l'envie de deviner le « pourquoi » que les enfants se demandent si souvent.

7	Un fait scientifique s'explique de manière logique et contrôlée : en ne faisant varier qu'un seul facteur à la fois par exemple.	C'est quelqu'un qui fait des hypothèses sur des phénomènes observables et qui tente de les confirmer ou de les infirmer via divers moyens reconnus par la communauté scientifique.	Pour les mêmes raisons qu'on enseigne la Littérature ! Pour permettre de faire comprendre aux enfants que les actes ont des conséquences : ce qu'on observe est le résultat d'actions qu'on peut modifier si c'est important pour la planète par exemple. Elles permettent au développement de l'esprit critique, le la compréhension de soi et des autres dans l'espace et le temps.
8	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Quelque chose est scientifique lorsque cela est fait par l'humain et qu'il y a de la recherche derrière.	Un scientifique c'est quelqu'un de logique, qui fait des recherches et y travaille toute sa vie sur un projet bien précis. Cela fait avancer le monde soit au niveau des maladies, soit au niveau des machines pour que l'homme vive mieux.	On l'enseigne à l'école pur faire ressortir d'abord la logique aux élèves. Mais aussi pour que l'élève puisse se débrouiller dans la vie. Lorsqu'il a des problèmes d'électricité à la maison ou qu'il comprenne les choses autour de lui comme les choses qui avancent lorsqu'il ne bouge pas (2 trains). Pour qu'il puisse suivre sa génération avec la télévision, les nouvelles machines, les avions…
9	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Un fait scientifique est une conclusion ou déduction tirée d'une expérimentation.	Un scientifique est une personne travaillant dans les sciences. Il expérimente, puis suite à un raisonnement logique déduit à partir de l'expérimentation, conclue et dégage un fait scientifique.	Tout d'abord, de nos jours, il est important de posséder une culture générale. Les sciences permettent donc de l'enrichir. Ensuite, cela permet à l'enfant de comprendre les éléments qui l'entourent : le corps humain, l'électricité, la matière, etc.…Les expérimentations permettent d'éveiller la curiosité des élèves et ainsi de s'intéresser au monde de la science, de comprendre l'Univers qui les entoure.
10	Un fait scientifique est quelque chose que nous pouvons expliquer, démontrer par des théories, des règles plus ou moins strictes, toutes étant pour la plupart liées les unes aux autres.	Un scientifique est une personne effectuant diverses recherches en laboratoire (ou en extérieur) en vue d'expliquer un fait observé. Pour se faire, il peut soit s'appuyer sur des théories déjà existantes (ou de lois) ou autrement, débuter en soumettant une hypothèse de départ, effectuant la démarche expérimentale associée, lui permettant ainsi de confirmer ou infirmer son hypothèse de départ.	Enseigner les sciences à l'école permet de développer chez l'enfant ce qu'on appelle une démarche. Si hypothèse, démarche expérimentale, observation du résultat, conclusion. Il change le regard de l'enfant, lui montrant alors que ce n'est pas quelque chose que l'on apprend bêtement telles les mathématiques.
11	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Un fait est dit scientifique s'il est possible de redémontrer le résultat voulu à l'aide d'expériences et de nombreux calculs.	C'est une personne pratiquant de nombreuses expériences, tentant de redémontrer et expliquer tous ces résultats (en décrivant également tous les phénomènes mis en jeu), mais aussi essayant de faire avancer la recherche (sans arriver forcément à un résultat final).	Les sciences permettent de comprendre et expliquer les phénomènes se produisant autour de nous ; il est donc important de transmettre ce savoir à des élèves afin qu'ils puissent comprendre « le monde qui nous entoure » et qu'ils puissent réaliser des expériences pur appuyer les connaissances qu'ils devront acquérir.
12	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Tout d'abord cela se rapporte à une démarche scientifique avec à la clé une théorie, une nouvelle conception d'un fait existant à l'aide d'arguments.	Un scientifique est une personne qui cherche à comprendre les éléments qui l'entourent. Pour cela il cherche, argumente et établit des hypothèses.	Les sciences sont une matière qui permet l'éveil de l'élève. Cela lui permet de comprendre des éléments, d'émettre des hypothèses à l'aide d'arguments et aussi d'apprendre à avoir une démarche scientifique.
13	Un fait scientifique est quelque chose que l'on	Un scientifique est une personne qui manipule les hypothèses et les	Pour apprendre aux enfants à mettre en place un certain raisonnement. Savoir

	peut démontrer avec une expérience. Ou quelque chose qui va servir dans la réalisation d'une expérience. Les scientifiques peuvent s'en servir pour émettre des hypothèses.	expériences pour arriver à un but.	émettre des hypothèses, vérifier ces hypothèses avec l'aide d'expériences et tirer des conclusions suivant les résultats des expériences.
14	Un fait scientifique est une hypothèse que l'on se pose sur une événement naturel et qu'il faudra démontrer par une batterie d'expériences. Toute théorie est scientifique si l'on peut en démontrer le contraire.	C'est quelqu'un qui va mettre en œuvre des démarches pour valider une théorie qu'il pose comme vraie, pour cela il émet des hypothèses et va essayer de démontrer sa théorie.	Pour éveiller les enfants à la curiosité, pour leur apprendre à réfléchir, à acquérir une démarche de compréhension. Tout cela visant à développer leur indépendance et esprit d'initiative.
15	Un fait scientifique c'est une expérience qu'on a pu confirmer grâce à des équations. Au début, on part d'hypothèses puis on fait des expériences permettant de trouver la bonne hypothèse qui peut s'avérer fausse par la suite.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches grâce à des expériences. Il nous permet de comprendre des choses complexes ou banales. Un scientifique se remet toujours en question car les sciences ne font qu'avancer donc ses hypothèses s'avèrent souvent fausses un jour.	Pour que l'enfant trouve des expériences pour comprendre des choses qu'il voit tous les jours. Pour apprendre à réfléchir par soi même. Pour savoir travailler en équipe.
16	Un fait scientifique est quelque chose qui suit un raisonnement logique avec différentes étapes : hypothèses et vérification fondée sur des choses connues et reconnues. Pour qu'un fait scientifique soit reconnu il faut qu'il soit démontré avec des expériences ou des méthodes de calculs s'il est abstrait.	Un scientifique c'est une personne qui émet des hypothèses sur des questions aujourd'hui sans réponse et qui pour y répondre met en place une démarche de recherche pour démontrer que sa réponse est bonne.	Les sciences permettent de répondre à la curiosité des élèves et cela leur apprend à avoir leur propre opinion, à ne pas se fier à tout ce qu'il y a d'écrit dans les manuels. Eux aussi peuvent répondre à une question souvent guidée par l'enseignant.
17	Quelque chose est scientifique si on arrive, à partir d'expériences à comprendre un phénomène et à en tirer une conclusion.	Un scientifique est une personne qui réalise des expériences pour essayer de comprendre un phénomène, une réaction, et son but est de trouver une solution, une explication.	Il faut enseigner les sciences à l'école car elles font partie de la vie, elles permettent de faire comprendre aux enfants pourquoi telle ou telle chose se passe ainsi et pas autrement.
18	C'est un fait prouvé par l'expérience après une période de recherche soit simplement intellectuelle, soit en s'appuyant sur d'autres recherches et d'autres expériences dans le même domaine. Il ne doit pas contredire d'autres expériences déjà prouvées.	Un scientifique, c'est celui qui réfléchit, à partir d'une intuition ou d'une question posée, à la démarche à mettre en œuvre pour prouver son intuition et qui réalise des expériences pour arriver à un fait scientifique après une démarche logique.	Les sciences à l'école servent à répondre de façon scientifique aux questions que se posent les élèves sur les phénomènes du monde qui l'entoure, mais servent aussi à lui apprendre à construire une démarche scientifique, logique, pour prouver à son niveau les principes scientifiques simples.
19	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? C'est un fait étudié par des procédés	Une personne qui étudie des faits naturels, les explique et les généralise.	L'étude des sciences permet une observation différente du monde, la compréhension de phénomènes.

	scientifiques.		
20	Un fait scientifique est un fait qui a été démontré à partir d'expériences. Le scientifique s'est appuyé sur des choses concrètes pour avancer ce qu'il dit.	Un scientifique est une personne qui cherche à prouver ce qu'il avance à l'aide d'expériences. Il n'accepte pas les choses directement mais cherche à comprendre pourquoi les choses sont ainsi.	On enseigne les sciences à l'école pour faire réfléchir les enfants, leur montrer que les choses évoluent et les inciter à se poser des questions sur ce qu'ils voient
21	C'est un fait qui fait référence à une étude préalable sur la nature de ce fait. Un fait scientifique ne résulte pas du hasard mais suit des lois	Un scientifique étudie le caractère non aléatoire des choses et cherche à démontrer la nature et l'explication de ce qu'il peut observer.	Pour développer la curiosité des élèves, leur faire découvrir le fonctionnement de certains objets qui les entourent. Pour leur faire découvrir que les sciences suivent des règles.
	Groupe 12 PE1 8		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
22	Quelque chose est scientifique si cela peut être démontrer par le biais d'analyses, de recherches, de travaux méticuleux effectués par des personnes assez expérimentées.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches. Son travail doit apporter des réponses par des expériences, des expérimentations. Son travail est une démarche.	Les sciences doivent être enseignées à l'école afin d'expliquer aux enfants l'Univers dans lequel ils évoluent pour comprendre son fonctionnement et les enjeux des recherches scientifiques.
23	Tout peut être scientifique à partir du moment où on l'étudie à travers le prisme des sciences : biologie, chimie, physique, technologie.	Un scientifique est une personne qui observe, expérimente, cherche à comprendre et expliquer différents objets d'études à travers une démarche méthodologique précise.	Pour apprendre à observer, raisonner, voir au delà des apparences, forger un esprit scientifique.
24	Quelque chose est scientifique si des « lois scientifiques »peuvent expliquer ce phénomène, si on peut expliquer son origine, son fonctionnement de façon certaine, objective.	Un scientifique est une personne qui analyse des phénomènes en établissant des lois.	Les sciences doivent être enseignées à l'école pour apprendre aux élèves la démarche scientifique : démarche d'investigation, et comprendre certains phénomènes.
25	Une chose est dite scientifique lorsqu'elle est démontrable, elle est fondée sur des hypothèses qui sont vérifiables par le biais d'expériences qui viennent appuyer et conforter ou infirmer l'hypothèse.	Une Personne étudiant l'ensemble des sciences par un travail de recherches qui prennent des différentes formes de recherches expérimentales, analyses etc.…	Afin de pouvoir mettre en lumière un sens de l'analyse ainsi que pouvoir démontrer les choses.
26	L'objectivité, la démonstration, c'est quelque chose qui relève d'une analyse et qui a été prouvé.	C'est quelqu'un qui cherche des réponses sur des domaines appartenant aux sciences. Nécessite une analyse. C'est quelqu'un qui tente d'ajouter des connaissances supplémentaires à ce que l'homme connaît déjà.	Pour développer l'esprit scientifique des enfants, leur donner le goût de la recherche et de l'observation. Développer leur curiosité.
27	Cela doit répondre à une	C'est une personne qui établit des	Pour donner aux enfants le goût de la

	expérience. Le résultat doit être fondé sur des résultats.	liens entre des expériences et en fait des généralités.	recherche, de la découverte, de la compréhension de ce qui les entoure.
28	Une chose est scientifique si elle peut être matériellement démontré (cf. laboratoires)	Un scientifique est une personne qui s'emploie à démontrer des faits afin d'accroître notre connaissance du monde (et parfois de l'améliorer).	Il faut enseigner les sciences à l'école pour que les élèves comprennent le monde dans lequel ils vivent.
29	Quelque chose est scientifique lorsqu'on peut le prouver par l'expérience.	Un scientifique est quelqu'un qui n'accepte que les vérités, les savoirs qui ont été prouvés, qui ont une valeur validée sur le terrain.	Enseigner les sciences permet une ouverture d'esprit, une vision différente du monde qui nous entoure, la compréhension des éléments et du fonctionnement.
30	Pour moi ce qui est scientifique c'est quelque chose que l'on peut expliquer, qui peut se démontrer.	Un scientifique est une personne qui va toujours vouloir prouver ce qu'elle fait, et ne laisse pas de place à l'inexplicable.	Pour développer l'esprit scientifique des élèves, leur faire comprendre certaines choses de la vie courante.
31	Rationnellement démontrable	Some ugly guy with glasses	Pour développer l'esprit cartésien de nos chères petites têtes blondes, s'entraîner à raisonner, comprendre le monde qui nous entoure à défaut de saisir le sens de nos vies.
32	Quelque chose est scientifique si on a la possibilité de faire une démarche d'investigation, vérifier ou réfuter par l'expérience.	Quelqu'un qui est spécialisé dans un domaine scientifique, recherches.	Enseigner les sciences à l'école : faire prendre conscience aux enfants la réalité des choses qui les entourent. Expliquer des phénomènes. Faire l'expérience des choses.
33	Quelque chose de reproductible, que l'on peut démontrer et justifier.	Quelqu'un qui entreprend une démarche de recherche et qui tente de répondre aux questions concernant le monde dans lequel nous vivons.	Pour développer l'esprit de recherche chez les enfants, les amener à se poser des questions sur leur environnement et les aider à les comprendre.
34	Quelque chose de scientifique c'est quelque chose qui a une démarche donnée et qui a été validée par des scientifiques.	Pour moi un scientifique c'est un peu un savant fou, c'est quelqu'un qui teste et essaye plein de choses avant de trouver.	Pour permettre à l'enfant de comprendre « comment ça marche » et ce dans différents domaines.
35	Quelque chose est scientifique dès lors que cette chose peut être démontrée par différentes expériences.	Un scientifique est une personne qui cherche toujours à aller plus loin que ce que l'on voit au premier abord.	On enseigne les sciences à l'école afin de montrer aux élèves comment les choses fonctionnent afin qu'ils comprennent l'environnement dans lequel ils évoluent et afin de les sensibiliser.
36	Lorsqu'on utilise une réflexion réfléchie, raisonnée comme démarche de recherche.	Un scientifique est un homme qui mène des recherches dans des domaines variés, math, sciences diverses.	Pour permettre aux enfants d'acquérir des connaissances et ouvrir leur esprit au monde extérieur.
37	En vérifiant à l'aide d'expériences.	Un scientifique c'est quelqu'un qui mène des démarches d'investigation afin de prouver quelque chose.	Il est important que les enfants connaissent le monde qui les entoure, comment l'être humain et plus largement les êtres vivants fonctionnent.
38	Pas de réponse.	Un scientifique est une personne qui fait des travaux, des recherches en rapport avec les domaines suivants : biologie, physique, chimie, astronomie, mathématiques… et ou dans des sous domaines en relation.	Il est important d'enseigner les sciences à l'école pour expliquer aux élèves le monde qui les entoure, comment il fonctionne, les interrelations qui existent… qu'ils prennent conscience de tous ses intérêts.

	Groupe 11 PE1 7		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
39	Un fait scientifique c'est quelque chose qui peut être vérifié, reproduit. On émet une hypothèse qui sera validée ou invalidée.	Un scientifique c'est quelqu'un qui étudie un des domaines scientifiques (science physique, biologie, psychologie) qui fait des recherches dans ce domaine pour faire avancer les connaissance.	Pour la culture, pour comprendre le monde qui nous entoure.
40	On peut démontrer grâce à des propriétés qui répondent au problème posé.	Un scientifique c'est quelqu'un qui d'après des hypothèses fait des démonstrations pour prouver quelque chose.	Afin de développer un esprit critique, formuler un raisonnement et comprendre les choses qui nous entourent.
41	Quelque chose de scientifique doit répondre à des critères précis (raisonnement, rigoureux…). Il doit pouvoir être prouvé et vérifié.	Un scientifique c'est quelqu'un qui fait de la recherche pour une discipline scientifique.	Pour développer une culture scientifique.
42	C'est quelque chose qui nécessite une recherche, un questionnement.	Quelqu'un qui fait des recherches dans les domaines physiques, mathématiques.	Pour ouvrir l'esprit sur le monde qui nous entoure.
43	Quelque chose qui obéit à des lois, des critères dans le domaine de la science.	Quelqu'un qui fait des la recherche dans un domaine relatif aux sciences.	Pour initier les élèves à une démarche expérimentale : émettre des hypothèses, chercher, trouver des solutions, valider ces solutions.
44	Quelque chose est scientifique s'il est réel, prouvable, vérifiable.	Quelqu'un qui se base sur des fondements réels pour établir des théories, ou les appliquer.	Car les sciences font parti de la vie quotidienne, d'une culture générale à connaître.
45	Quelque chose est scientifique lorsque c'est avéré, prouvé par des études, des observations, des calculs et que cela a été démontré plusieurs fois.	Quelqu'un qui formule des hypothèses, fait des expériences, des expérimentations, des recherches, analyse les résultats…Un scientifique c'est aussi quelqu'un qui communique ses recherches, ses résultats, qui les partage avec le corpus scientifique.	Afin de permettre aux élèves de comprendre les éléments constitutifs de notre environnement (éléments naturels, matériaux, objets…) comment ils fonctionnent, ce que ça nous apporte…
46	Quelque chose est scientifique quant il a été expérimenté plusieurs fois et que des lois peuvent être déduites de ces expériences, soit des constantes, soit des variantes, quelque chose est scientifique quand il peut être prouvé , démontré.	Quelqu'un qui se pose des questions cherche, cherche à comprendre des mécanismes, des systèmes, des constantes et des variables.	Les sciences permettent de comprendre le monde qui nous entoure, ses mécanismes, son système, de prévoir et d'adapter notre attitude par rapport à celui-ci, d'optimiser son fonctionnement.
47	Quelque chose est scientifique si cela répond à des critères qui relèvent de l'étude des sciences. On part d'un questionnement, on émet des hypothèses, on essaie de prouver.	Quelqu'un qui cherche des réponses à une problématique dans un domaine qui relève de la science.	Pour favoriser la démarche analytique, les apprentissages par le recherche, la confrontation d'idées et l'expérience.

48	Quelque chose est scientifique si il a été démontré et prouvé et admis par la communauté scientifique.	Quelqu'un qui a effectué une recherche nouvelle dans un domaine particulier, histoire, géographie, physique, mathématiques.	Donner une culture aux élèves.
49	Si il prend en compte des éléments mathématiques, physiques et naturels.	Fait de la recherche dans le domaine des sciences.	Pour montrer aux élèves le fonctionnement de l'environnement dans lequel ils vivent.
50	Quelque chose est scientifique lorsqu'on peut le prouver par des démonstrations.	Quelqu'un qui émet des hypothèses et tente de les vérifier par l'expérimentation.	Pour éveiller la curiosité des élèves sur des question auxquelles ils ne penseraient même pas.
51	Ce qui est vérifié par un fait ou une action prouvée.	Quelqu'un qui étudie les phénomènes entraînant des actions ou faits relatifs à une science donnée.	L'enseignement des sciences permet d'acquérir des compétences dans les domaines précis qui permettront une ouverture d'esprit et au monde qui nous entoure et permettent de comprendre les relations et réactions du monde et les influences sur celui-ci.
52	Quelque chose est scientifique quand on peut le prouver et qui se déroule toujours de la même façon.	Quelqu'un qui émet des hypothèses sur une propriété, qu'il peut prouver.	Pour apprendre à adopter une démarche scientifique, à émettre des hypothèses, les vérifier et en tirer des conclusions. Pour découvrir et comprendre des phénomènes scientifiques.
53	Quelque chose est scientifique lorsqu'on peut le prouver.	Quelqu'un qui étudie la science afin de mieux comprendre et d'expliquer le monde qui nous entoure.	Pour tenter d'expliquer par la pratique aux élèves les phénomènes du monde. Pour démontrer, prouver, faire des expériences et donner un coté concret à la théorie.
54	Expérimentation, démonstration.	Fait des recherches, expériences, écrit des hypothèses et cherche à les prouver.	Développer un esprit de recherche et un esprit logique.
55	Correspond à une vérité.	S'interroge sur le fonctionnement du monde, expériences, mène des investigations, expériences.	Pour que les enfants réfléchissent aux différents phénomènes.
56	Quelque chose de scientifique repose sur des recherches et implique une vérité valable jusqu'à preuve du contraire.	Quelqu'un qui cherche, produit des résultats puis les vérifie, jusqu'à être sûr de leur validité.	Pour donner une explication rationnelle du monde.
57	C'est quelque chose de rationnel que l'on peut expliquer.	Quelqu'un qui étudie les sciences exactes, qui cherche à donner une réponse exacte, étudie des phénomènes physiques, chimiques, mathématiques.	Pour amener les élèves à réfléchir donc se poser les questions pourquoi, comment…
58	Quelque chose d'explicable, de rationnel, de posé de manière exacte (opposé aux sciences humaines).	Quelqu'un qui expérimente, cherche, tente de répondre ou trouver des solutions aux phénomènes (naturels ou mécaniques).	Notion de démarches, de logique, compréhension du monde qui nous entoure, comment ça marche, pourquoi ?
59	Est scientifique ce qui correspond à une vérité.	Pratique la science.	Pour inculquer le raisonnement scientifique, pour expliquer ce qui nous entoure.
	Groupe 6 PEI 2		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***

60	Quelque chose est scientifique quand ça a nécessité une démarche de recherche pour trouver quelque chose, et que cela fait partie du domaine des sciences, c'est à dire qu'i l y a eu des mesures et des démonstrations.	Quelqu'un qui démontre des faits en les prouvant concrètement. Ce sont des faits appartenant au domaine scientifique.	Pour apprendre la démarche de démonstration et de recherche et les développer. Pour faire connaître le monde des sciences qui est omniprésent dans l'environnement.
61	Pour savoir si quelque chose est scientifique il faut passer par la démonstration, il faut le démontrer.	Un scientifique fait de la recherche. Il cherche à démontrer des faits scientifiques.	On enseigne les sciences pour permettre aux enfants de s'ouvrir sur le monde, d'aborder un certain nombre de connaissances.
62	C'est scientifique quand ça répond à un problème et que c'est validé ou pars par des hypothèses.	Quelqu'un qui recherche des solutions valides à un problème posé en émettant des hypothèses et en les vérifiant dans des expérimentations diverses, ce qui permettre de les confirmer ou de les infirmer .	Pour développer l'esprit critique, pour acquérir des connaissances générales dans ce domaine qui nous serviront dans la vie future.
63	Quelque chose est scientifique quand il répond à un problème que l'on peut vérifier, démontrer, prouver par une réponse scientifique, c'est à dire par une expérience, une démarche avec formulation d'hypothèses et vérification de celle-ci	Quelqu'un qui cherche à répondre à des problèmes scientifiques par une démarche type : expériences, validation ou non des hypothèses, conclusion et réponses au problème.	Enseigner les sciences permet d'expliquer le monde qui nous entoure, les phénomènes qui s'y produisent. Cela permet de « mieux nous connaître » grâce à l'étude des sciences de la vie (fonctionnement de notre corps…)
64	Il faut que le concept soit démontrable par expérimentation.	Quelqu'un qui à partir d'une supposition est capable de mettre en œuvre des expériences et démarches scientifiques afin d'établir une modélisation de l'hypothèse de départ qui repose sur des preuves tangibles et incontestables.	Pour acquérir un savoir faire basé sur la démarche scientifique, pour comprendre le monde et ses phénomènes.
65	Quelque chose est scientifique s'il concerne des propriétés chimiques, physiques, biologiques, géologiques, mathématiques…	Transmet des savoirs par le biais de ses recherches.	Pour la découverte des propriétés physiques, chimiques et biologiques de la terre et du monde qui nous entoure. Pour la recherche, pour le développer l'esprit de recherche, d'hypothèse…
66	C'est scientifique si ça été prouvé, démontré le plus souvent par une formule mathématique.	Quelqu'un qui se pose des questions sur les phénomènes biologiques, physiques, chimiques et nucléaires qui l'entourent et tente d'y répondre ou cherche une réponse.	Pour comprendre la vie et ses phénomènes naturels, autant celle qui est en nous que celle qui se trouve au dehors. Pour être en perpétuel questionnement à son égard.
67	On peut dire que quelque chose est scientifique si on peut relever une démarche scientifique auparavant (lors de sa construction), également si c'est le résultat d'une recherche.	Cherche des réponses à des problèmes sur le monde qui n'ont pas été encore trouvées.	Pour développer l'esprit d'investigation. Permettre à l'enfant de se poser des questions et lui donner des pistes de réponses sur le monde qui l'entoure.
68	Il relève d'une expérimentation, d'une	Cherche à découvrir par l'expérience, l'expérimentation.	Pour développer chez l'enfant la curiosité sur le monde qui l'entoure. Lui faire

	découverte		connaître ce qu'est une expérience.
69	C'est scientifique lorsque l'on a pu le démontrer, le prouver suite à des expériences, par des formules.	Cherche à démontrer, à découvrir quelque chose à l'aide de recherches, d'expériences.	Pour développer la démarche de recherche, de démonstration chez l'enfant, pour attiser sa curiosité et répondre à certaines questions qu'il se pose.
70	Quelque chose de scientifique répond à un problème. Pour cela cette chose doit être démontrée selon une démarche, une procédure d'investigation.	Réalise cette démarche d'investigation.	Enseigner les sciences dans le but de faire découvrir le monde qui nous entoure, d'expliquer et de comprendre certaines parties du quotidien des enfants.
71	Un élément scientifique résulte de la mesure ou de l'observation d'un élément ou d'une manifestation de la matière, du vivant.	Effectue des recherches sur un domaine pour en produire des modèles et des interprétation.	Pour maîtriser et mieux comprendre les éléments qui nous entourent.
72	Si cette chose est régit par des lois physiques.	Etudie des phénomènes physiques ou chimiques.	Pour comprendre le fonctionnement du monde qui nous entoure.
73	Une chose est scientifique si elle peut être démontrée par un ensemble de lois.	Un scientifique est une personne qui mène une démarche d'investigation sur des objets. Il cherche à en définir les propriétés.	Il est nécessaire d'enseigner les sciences car cela permet de développer une démarche particulière, un certain raisonnement.
74	Si on peut le démontrer et si cela répond à un problème posé. Une démarche d'investigation est souvent faite sur un projet.	Réalise des recherches sur la science. Ils expérimentent des solutions trouvées à un problème. Ils font des expériences pour affirmer ou non leurs hypothèses.	Pour transmettre un savoir et trouver des solutions à des problèmes. La science évolue de plus en plus et rapidement donc il faut s'adapter aux nouveaux résultats trouvés.
75	Pour savoir si quelque chose est scientifique il faut passer par une démarche d'investigation pour permettre de voir si ce qu'on affirme est vrai et scientifique.	Fait des démarches d'investigation. Emet des hypothèses. Vérifie ce qu'il émet.	Pour les apprendre à ceux qui ne les connaissent pas. Enlever les a priori ou erreurs pouvant exister sur la matière. Définir clairement ce terme.
76	Pas de réponse.	S'interroge sur un domaine particulier du savoir. Il répond à des questions en s'appuyant sur une analyse rationnelle des faits dans le but de prouver des hypothèses. Il cherche à produire de nouveaux savoirs.	Pour apporter des notions relatives aux connaissances scientifiques (aspect culturel). Pour transmettre une démarche d'analyse d'un problème objective et rationnelle (aspect méthodologique, démarche d'investigation).
	Groupe 10 PE I 6		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
77	Quelque chose est scientifique quand elle touche aux choses de la terre, aux phénomènes naturels. La science explique les choses, elle est concrète.	Un scientifique est un homme de recherche, qui trouve (la plupart du temps) des réponses à des questions essentielles sur la nature, sur le fonctionnement de la vie etc. Un scientifique se rattache à un monde concret, il est « terre à terre » et n'accorde aucun crédit au surnaturel.	Les élèves doivent connaître leur corps, doivent savoir de quoi l'air est constitué, comment les fleurs naissent. Il est nécessaire d'attiser sa curiosité sur le monde qui l'entoure. Les sciences sont indispensables à l'école rien que pour que l'enfant enrichisse sa culture.

78	Un fait scientifique est un fait concret qui traduit un phénomène, une manifestation que l'on cherche à étudier.	C'est une personne qui cherche des réponses à expliquer des faits scientifiques, qui pratique des expériences.	Enseigner les sciences à l'école est nécessaire car celles-ci expliquent des phénomènes concrets auxquels les élèves peuvent être confrontés.
79	Une chose est scientifique si elle touche au domaine chimique, mathématique, sciences naturelles…	Le scientifique est une personne qui fait des recherches sur un sujet ou une matière précise.	Il est important d'enseigner les sciences à l'école pour notre culture générale. Les sciences sont dans notre quotidien. Elles permettent notre évolution et elles suivent notre développement.
80	Quelque chose est scientifique dans la mesure où pour étudier ce fait, il est nécessaire d'avoir une méthode scientifique : recherche, constat, explications rationnelles amenant à une conclusion.	Est une personne travaillant sur des choses touchant aux maths, à la biologie et à la physique. Un scientifique fait un travail de recherches normé.	Pour développer l'esprit rationnel des enfants.
81	A partir de recherches, quelque chose qui a été prouvé, qui peut être reproduit dans des conditions définies (sortes de vérités générales). Fait suite à une investigation.	C'est une personne qui fait de la recherche en suivant une démarche d'investigation.	Pour apprendre à chercher (à partir de l'observation et de la manipulation), savoir comment fonctionnent les choses. Intégrer les progrès scientifiques. Faire des expériences.
82	Un fait scientifique peut être prouvé par des expériences, ce n'est pas un fait surnaturel, imaginaire. Il est démontrable objectivement, il peut être observé.	Une personne qui fait des recherches sur un ou plusieurs sujets. Cherchant à découvrir un nouveau fait scientifique ou a en approuvé un. Il fait des recherches à partir de cobayes avec des manipulations ;	C'est ouvrir les enfants au monde qui les entoure, leur faire découvrir les principes essentiels de fonctionnement de notre planète et de son système. Les éveiller à la vie, les sensibiliser sur l'environnement qui les entoure.
83	Un fait est scientifique quand, après des recherches, on peut prouver son existence et décrire son fonctionnement grâce à différentes expériences. Un fait scientifique est rationnel, s'oppose à l'irrationnel.	Est une personne qui fait des recherches, des expériences pour prouver quelque chose dans une discipline particulière comme la biologie, la physique , l'économie etc.	Il faut enseigner les sciences à l'école pour ouvrir les enfants à des connaissances sur la vie (biologie) et sur leur environnement, les intéresser à des expériences qui enrichissent leur vision du monde.
84	Un fait scientifique répond à des lois scientifiques, à des propriétés.	Un scientifique est quelqu'un qui fait des expériences pour prouver, démontrer, expliquer, une théorie, des phénomènes. Il fait des recherches.	Pour que les enfants aient une première approche du fonctionnement du monde pour qu'ils comprennent, connaissent leur environnement.
85	On sait que quelque chose est scientifique si elle requiert des connaissances spécifiques en matière de sciences, si elle répond à des formules mathématiques et logiques.	Un scientifique est un homme habillé en blouse blanche et capable de réfléchir et de faire des expériences sur des fondements et des faits scientifiques. Il travaille dans un laboratoire.	On doit enseigner les sciences à l'école pour sensibiliser les enfants à leur environnement et ses phénomènes pour qu'ils en tirent des explications rationnelles. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas car les sciences apparaissent souvent comme une masse cde connaissances sans réelle explication.
86	Fait trouvé par observation, investigation. Qui peut être reproduit ou dont les conséquences sont	Personne qui établit des procédures d'investigation afin de reproduire certains faits. Procédure : comment	Pour comprendre comment ça marche. Pour ne pas croire que tout est magique. Pour pouvoir prendre des décisions en

	observables, reproductibles.	ça marche.	connaissant les conséquences.
87	Un fait est scientifique lorsque : des hypothèses de départ ont été émises. Ces hypothèses ont été vérifiées par des expériences. Une « loi » théorique a pu être formulée (valeur universelle).	Est une personne dont la profession est de « chercher » pour parvenir à expliquer et vérifier des phénomènes non encore élucidés dans le cadre d'une démarche scientifique (cf. 1).	Faire comprendre les phénomènes scientifiques. Les familiariser avec démarche scientifique. Pour les aider à chercher.
88	Quelque chose est scientifique si elle appartient à une science, qui est un groupe à thème, qui a subit des recherches. 9a peut être aussi une science exacte comme les maths, la physique… ou une science humaine.	Est quelqu'un qui fait des recherches dans un domaine spécifique.	A l'école les sciences servent à mieux connaître les particularités de l'environnement qui nous entoure et les phénomènes naturels qui agissent sur nos vie (forces, gravités…)
89	Une chose est scientifique si elles concerne un domaine technique spécial comme les mathématiques ou la biologie.	Est une personne qui fait des recherches dans son domaine de prédilection. Ces recherches peuvent aussi bien porter sur les « sciences dures » que dans les sciences humaines	Les sciences sont importantes à l'école. Elles éveillent l'élève à son environnement, elles donnent des clés pour mieux comprendre le monde. De plus, elles placent l'élève au centre de l'apprentissage puisque l'enseignement des sciences se fait très souvent par le biais d'expériences.
90	Un fait scientifique est obtenu par expériences et preuves. Il doit être accepté par la communauté scientifique.	Est un chercheur qui tente d'expliquer le monde qui nous entoure de façon rationnelle.	Développer le goût pour la recherche. Développer l'esprit scientifique des élèves et le goût pour les sciences. Ouvrir les élèves sur le monde qui les entoure et au cycle 3 sur des démarches scientifiques plus complexes. Développer l'autonomie par la démarche d'investigation.
91	Pour savoir si un fait est scientifique, il faut d'abord se demander s'il est démontrable, et explicable par des faits rationnels ou des théories ayant été validées. Si c'est le cas, il s'agit alors d'un fait scientifique.	Un scientifique est quelqu'un qui essaie de comprendre comment se produisent des faits, en utilisant des méthodes et des expérimentations afin de pouvoir les expliquer.	Enseigner les sciences à l'école permet aux élèves d'avoir un esprit dit scientifique, à savoir de ne pas toujours accepter les faits tels qu'ils le sont sans essayer de comprendre comment ils se produisent.
92	Un fait scientifique est un fait qui peut s'expliquer, ou l'on peut trouver une raison à un phénomène.	Est quelqu'un qui étudie les sciences et qui cherche des réponses à des phénomènes se produisant dans notre milieu.	On enseigne les sciences à l'école pour permettre aux enfants de se familiariser avec une matière hermétique. Le fait de faire des expériences et de prendre du temps pour leur expliquer des phénomènes, développe leur imagination et leur envie d'apprendre.
93	Un fait est scientifique dès lors qu'il se rapporte aux différentes sciences. Il s'appuie sur une démarche expérimentale fondée sur une hypothèse. Le fait affirme ou infirme l'hypothèse. Cela correspond à un ensemble de domaines correspondant aux maths,	Un scientifique est une personne qui se pose des questions sur le monde qui l'entoure et y répond par des expériences, une démarche qui tente de comprendre le pourquoi des choses.	Enseigner les sciences à l'école va permettre aux élèves d'acquérir une certaine culture générale scientifique, mais au delà, les sciences permettent une certaine ouverture sur le monde, éveillent la curiosité et montrent que par l'expérimentation il est facile (plus ou moins) de comprendre.

	st, physique et aux sciences sociales qui fonctionnent aussi par démarche scientifique.		
94	Un fait est considéré comme étant scientifique dès lors où il a trait aux éléments naturels d'une part (la Terre) et aux éléments physiques (l'électricité, le son…) d'autre part.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches à partir d'hypothèses prédéfinies et qui en tire une conclusion pertinente. Importance de l'expérience.	Enseigner les sciences permet aux élèves de s'ouvrir sur le monde, la nature. A partir d'une expérience, l'élève pourra analyser et comprendre un processus particulier
95	On peut savoir que quelque chose est scientifique quand on peut le prouver.	Est un chercheur, quelqu'un qui cherche des explications ou des solutions à un problème (maladie…) grâce à la science.	Enseigner les sciences à l'école, dans le but de faire acquérir aux élèves une certaine logique et également de leur apprendre à ordonner et à trier les informations comme leurs idées (acquérir un esprit pragmatique).
96	Un fait est scientifique lorsqu'il touche à un phénomène biologique, chimique ou mettant en jeu les forces de la nature.	Est quelqu'un qui s'intéresse à ces domaines, y exerce sa profession ou effectue des recherches sur ces sujets.	Il est important d'enseigner les sciences à l'école car cela permet d'ouvrir les élèves au monde qui nous entoure, au fonctionnement de leur corps , aux forces qui régissent l'Univers. Cela leur apprend aussi à rechercher, mener une démarche d'investigation, expérimenter.
	Groupe 9 PEI 5		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
97	Une chose est scientifique si elle est en rapport avec les sciences : biologie, physique, chimie…	Etudie un ou plusieurs domaines des sciences.	On peut enseigner les sciences pour pouvoir donner à l'élève une certaine culture générale sur ce qui l'entoure, sur le fonctionnement de son corps… mais aussi pour apprendre une autre façon de travailler, de réfléchir (démarche d'investigation, TP, …).
98	Si cette chose peut être analysée avec des instruments, si ça peut être démontré.	Est censé se posé des questions sur ce qui l'entoure et qui essaie de répondre à ces questions par des éventuelles expériences.	Cela permet de développer un esprit d'observation de l'évolution des choses, de recherche.
99	Ce quelque chose doit avoir été vérifié et démontré.	S'appuie sur l'expérience et le calcul. Il observe aussi le monde qui l'entoure.	Les sciences permettent de comprendre les choses qui nous entourent, des faits de la vie quotidienne. Dès le plus jeune âge les enfants se posent des questions (pourquoi l'ampoule s'allume ? pourquoi l'eau dans la casserole fait des bulles ? …) De plus, je pense qu'avoir un raisonnement (rigoureux) (pas seulement dans les sciences) est important.
100	Quelque chose qui utilise la science. Notion de démarche qui permet d'affirmer quelque chose avec une quasi certitude.	A besoin de voir les choses pour les croire. Qui cherche à comprendre le fonctionnement de ce qu'il ne comprend pas.	Pour développer chez les élèves un esprit scientifique. Pour leur donner une curiosité et une culture sur le monde qui nous entoure.
101	Quelque chose est scientifique si l'on effectue une démarche	Va essayer, à l'aide de différents moyens de prouver des résultats, de chercher des moyens de comprendre	Enseigner les sciences permet aux élèves de comprendre comme fonctionne le « monde », les choses de la vie. Cela sert à

	d'investigation pour arriver à prouver un résultat.	comment fonctionne telle ou telle chose.	développer sa capacité à réfléchir, à chercher à comprendre. C'est une ouverture d'esprit sur le monde qui les entoure.
102	Dès lors qu'une démarche peut explique ou tenter d'expliquer un phénomène, une situation, cela est scientifique.	Va chercher à expliquer, à découvrir et ou établir des règles de science.	L'enseignement des sciences permet de développer un esprit d'investigation et critique.
103	Quelque chose est scientifique si elle se réfère au monde des sciences, c'est à dire de l'étude de notre environnement (nature, espace…).	Effectue des recherches dans le domaine des sciences physique, biologie, astronomie… Il expérimente, il fait des hypothèses, les vérifie et tire des conclusions (démarche scientifique).	Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'homme et de la Terre.
104	Cela doit être basé sur l'observation objective, suivie d'une analyse puis interprétation des résultats. Mais à priori d'après moi on ne peut pas dire « quelque chose » est scientifique, car la démarche scientifique est une abstraction.	Entreprend des démarches scientifiques, c'est à dire observe, analyse et interprète les résultats qu'il obtient.	Afin de mieux comprendre le monde qui nous entoure, et développer une certaine rigueur d'esprit et une certaine rationalité.
105	Il relève d'une règle, d'une loi, il peut s'expliquer de façon rationnelle.	Cherche, démontre, explique, fait des expériences sur tout ce qui est attrait aux sciences.	Pour permettre aux enfants , aux plus grands de comprendre, de s'intéresser aux choses de la vie.
106	Quelque chose est scientifique si elle peut être vérifiée par des expériences ou démonstration rigoureuse.	Démontre des phénomènes scientifiques grâce à ses connaissances, après plusieurs expériences et une démonstration.	Le but de l'enseignement des sciences est, à mon avis, non seulement donner une culture générale, mais aussi apprendre une certaine rigueur de raisonnement , une logique.
107	Pas de réponse.	Aime faire de la recherche, mettre en place des expériences pour répondre aux problématiques qu'il se pose.	Pour que l'on comprenne le monde qui nous entoure.
108	Quelque chose de scientifique est quelque chose dont on sait expliquer son existence , sa formation, son fonctionnement, son évolution…	Est capable d'expliquer les choses et de connaître ses origines et son évolution. Exemple : chercheurs, ingénieurs…	Les sciences permettent de connaître et de comprendre le monde dans lequel on vit et d'acquérir une certaine logique intellectuelle.
109	Il faut vérifier que cette chose a suivi une procédure spécifique liée aux sciences (Pb, hypothèse, observation suite aux expériences, conclusion).	Fait une démarche spécifique mentale et manuelle (expériences, …) C'est quelqu'un qui a un œil critique sur ce qui l'entoure et qui veut savoir le pourquoi des choses, pour pouvoir éventuellement l'expliquer en le démontrant aux autres.	Cela permet d'avoir une meilleure compréhension du monde qui nous entoure et donc comprendre l'origine des choses, le pourquoi du comment.
110	Quelque chose est scientifique quand il peut être prouvé mathématiquement, empiriquement. C'est quelque chose qui tend à relever de la vérité.	C'est quelqu'un qui par un raisonnement logique, des expérimentations, des observations cherche à démontrer, prouver une vérité. Il cherche à comprendre notre environnement.	Elles permettent une meilleure compréhension du monde. Les sciences permettent la réflexion, la remise en question de soi-même, l'ouverture de l'esprit. Elles permettent le travail de raisonnement logique et développent l'observation.
111	Une chose est scientifique si elle est régie par des lois,	Quelqu'un qui étudie les sciences (physiques, maths, biologie,	Pour comprendre le monde qui nous entoure. Avoir une ouverture d'esprit,

	des principes.	technologie…) qui cherche, qui établit une démarche d'investigation afin de trouver les solutions.	développer une culture commune.
112	Une chose est scientifique du moment qu'on peut étudier la « chose », l'objet ou le phénomène… Pour cela, on pourra produire des expérimentations diverses et variées sur le sujet.	Un scientifique est quelqu'un qui cherche continuellement de nouvelles connaissances sur un sujet, une situation…	On doit enseigner les sciences pour faire comprendre aux élèves le fonctionnement des choses qui les entourent, le mode d'organisation…
113	Quelque chose est scientifique si elle fait appel à une certaine technicité, une rigueur et un savoir qui peuvent s'appliquer à différentes situations pour comprendre le fonctionnement des choses.	Qui étudie et s'intéresse aux sciences de manière approfondie.	Les sciences apportent des connaissances mais elles permettent d'acquérir une certaine rigueur.
114	Quelque chose de scientifique, doit être le résultat d'une démarche scientifique telle que la démarche d'investigation (questionnement, hypothèse ,expérience…)qui aboutit à une conclusion prouvée par les expériences faites.	Qui se pose des questions sur l'environnement qui l'entoure, et tente d'y répondre en émettant des hypothèses qu'il prouvera (ou pas) avec des expériences. Il sait aussi revenir sur ses premières hypothèses suite aux expériences sans succès.	L'enfant, en jouant dans la cour ou autre va se poser naturellement des questions sur son environnement. Le fait d'enseigner les sciences éveille d'une part sa curiosité et lui permettront d'être capable de suivre une démarche méthodique pour trouver des réponses. Souvent les sciences commencent avec les questionnement des élèves.
115	Quelque chose est scientifique si on peut l'appliquer de façon expérimentale et qui suit un protocole défini.	Quelqu'un qui a acquis un savoir dans sa matière et qui peut l'appliquer et l'enseigner.	Pour la culture générale mais surtout pour comprendre le fonctionnement d'un certain nombre de choses.
116	Quelque chose est scientifique si on peut l'expliquer, le matérialiser.	Fait des recherches sur ce qui l'entoure. Il cherche à expliquer les phénomènes qui l'entourent. Il fait des expériences ou des modélisations pour valider ou réfuter des hypothèses.	Pour avoir une ouverture d'esprit sur le monde qui nous entoure. Pour comprendre comment nous fonctionnons et comment fonctionne tout ce qui nous entoure. Egalement pou avoir un esprit critique.
117	Quelque chose est scientifique si cela résulte de rapports avec la science : biologie, géologie, physique, chimie, …	Qui étudie les sciences ; qui étudie des phénomènes à partir d'expériences.	Les sciences doivent être enseignées car elles permettent aux élèves d'acquérir des connaissances sur ce qui les entoure et de pouvoir faire des démarches d'investigation.
118	Quelque chose est scientifique si on a pu prouver son existence, sa fonction dans le monde qui nous entoure, de façon expérimentale.	Un scientifique est une personne qui va se servir des notions scientifiques acquises auparavant pour émettre des hypothèses, expérimenter puis valider ou non ces hypothèses afin de découvrir de nouvelles choses et ainsi faire avancer le monde des sciences.	C'est avant tout permettre aux élèves d'acquérir une démarche scientifique, un raisonnement logique qui leur servira pour leur scolarité mais aussi dans leur vie. C'est aussi répondre aux questions qu'ils se posent sur le monde. Ex : pourquoi le ciel est bleu ?
119	Quelque chose de scientifique est quelque chose que l'on essaie de prouver ou qui l'est déjà, de façon rigoureuse.	Cherche à expliquer ce qui se passe dans la nature ou chez l'être vivant, à en trouver la cause, les raisons. Il cherche à expliquer tout ce qu'il voit des choses macroscopiques à la plus	On enseigne les sciences tout d'abord pour donner un minimum de culture scientifique aux enfants, parce que les sciences tiennent une place importante dans la vie actuelle.

		petite particule. Il cherche aussi à remédier aux problèmes qui peuvent se poser, problèmes qui peuvent par exemple concerner l'environnement ou la médecine par exemple.	
	Groupe 8 PE I 4		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
120	Une chose est scientifique si elle a été prouvée.	Essaie de valider ou d'invalider des hypothèses en les testant.	Les sciences peuvent être une première approche pour la compréhension du monde dans lequel on vit.
121	C'est quelque chose qui se prouve ou qui a déjà été prouvé dans le domaine des sciences.	Etudie les sciences, fait des recherches des expériences afin de faire avancer la science.	Afin de comprendre un peu mieux le domaine des sciences (corps humain, électricité…)
122	C'est quelque chose qui peut se démontrer car il répond à une convention universelle.	Quelqu'un qui est objectif, qui cherche grâce à l'expérimentation afin de valider ou de prouver une idée pour tenter d'expliquer le monde qui nous entoure et le traduire objectivement.	Culture générale. Comprendre et appréhender le monde qui les entoure. Développer l'esprit de recherche et adopter une démarche scientifique. Supposition questionnement hypothèse expérience validation avec synthèse ou de nouveau hypothèse.
123	Quelque chose est scientifique quand on peut le démontrer par l'expérience, le prouver et le reproduire.	Qui cherche à comprendre, à démontrer et à expliquer les choses, en émettant des hypothèses, en faisant des expériences et des calculs.	Pour apprendre à démontrer, à justifier, ne pas se contenter des faits, permet un travail de recherche et permet d'expliquer les choses de la vie.
124	Si on peut le soumettre à une démarche d'expérimentation.	Qui fait de la science	Pour réfléchir sur le phénomènes qui nous entourent. Pour permettre aux élèves d'acquérir une démarche réflexive et une ouverture d'esprit.
125	Si il est démontrable plus rapport aux sciences.	Qui est rationnel logique prouver tout ce qu'il dit.	Démontrer certains phénomènes. Expliquer. Vulgariser des phénomènes, des informations qui ne sont pas à la portée de tous.
126	Quelque chose est scientifique lorsqu'il est étudiable, discutable et relève donc du domaine de la science.	Qui étudie, recherche et s'intéresse au monde qui l'entoure.	Pour ouvrir les élèves au monde, les faire découvrir par eux même et comprendre
127	Quelque chose est scientifique s'il peut être démontré par un calcul ou une démarche rationnelle.	Qui fait des recherches.	On enseigne les sciences pour permettre à l'élève de développer une certaine autonomie. Pour qu'il réfléchisse et réussisse à s'instruire par lui-même au travers d'une expérience par exemple.
128	C'est quelque chose de rationnel, qu'on peut prouver.	Qui étudie les sciences, une personne qui fait des expériences.	Parce que c'est intéressant et ludique (pour celui qui comprend).
129	Quelque chose de scientifique est quelque chose d'exact, qui ne peut pas être autrement.	Fait des recherches sur des sujets pour en trouver une explication.	Il est important d'enseigner les sciences car elles font partie de la vie. Elles nous permettent de comprendre notre monde. Elles nous permettent d'expliquer de multiples choses.

130	Quelque chose est scientifique lorsqu'elle répond à un postulat dans une science donnée. Est quelque chose de prouvé.	Qui réfléchit, fait des recherches sur une notion particulière dans une science, qui souvent est amené à engager des travaux dont le but est de pousser plus loin la réflexion sur un sujet et qui est à l'origine de découvertes qui permettent de faire évoluer la science concernée.	Les sciences ont un rôle primordial dans la compréhension du monde dans lequel on vit, sa genèse et son évolution.
131	Quelque chose est scientifique quand c'est basé sur une démarche organisée, sur un raisonnement, des concepts.	Un scientifique est un chercheur. Il travaille sur une matière scientifique.	L'enseignement des sciences est essentiel il permet de comprendre les mécanismes naturels, comprendre pourquoi telle ou telle chose se produit sur notre planète.
132	Une démarche est scientifique lorsqu'il s'agit d'une démarche d'investigation, d'enquête qui mène à une étude particulière et qui amène à tirer des conclusions plus ou moins justes mais néanmoins vérifiées grâce à l'expérience mise en place.	Cherche justement à étudier les choses de la nature, qui fait des expériences qui le conduise à en tirer les conclusions. C'est un savant qui fait des recherches sur le monde qui l'entoure et qui cherche avant tout à découvrir les phénomènes de la nature.	L'enseignement des sciences c'est l'enseignement de la vie, de la nature, cela permet d'ouvrir l'enfant sur le monde qui l'entoure et de lui faire comprendre les choses de la nature dans une démarche personnelle de découverte.
133	Une chose est scientifique si elle ne relève pas d'un argument d'autorité mais si elle a été prouvée à l'aide d'expériences.	Qui cherche à donner une explication sur un fait naturel ou non en faisant des expériences.	Pour expliquer aux enfants comment fonctionne le monde dans lequel ils vivent. Ex : le cycle des saisons ou encore le cycle de l'eau.
134	Pas de réponse	Pas de réponse.	Pourquoi pas.
135	Quelque chose est scientifique c'est quelque chose qui est exact, qui à trait à tout ce qui nous entoure.	Etudie les sciences.	L'enseignement des sciences permet de connaître et apprendre tout ce qui se passe autour de nous, tout ce qui nous entoure.
136	C'est basé sur un raisonnement, quelque chose que l'on peut démontrer, une démarche.	Qui fait de la recherche, démontre, explique comment les choses fonctionnent.	Je n'ai pas d'idée, je ne me suis jamais posée la question.
137	Elle doit pouvoir se prouver, se vérifier scientifiquement c'est à dire par expérience (par ex) et reposer sur des fondements scientifiques (règles, normes, calculs…) Doit pouvoir s'expliquer et se vérifier.	Elabore des règles scientifiques et qui les vérifie par des expériences dont les résultats se prouvent par la science.	Pour comprendre certains phénomènes qui nous entourent que ce soit sur la terre ou dans les airs.
138	Quelque chose est scientifique lorsque c'est exact. C'est lorsqu'on suit une démarche objective, concrète. Lorsqu'il n'y a pas d'autres réponses que celles apportées.	Qui fait des recherches sur les domaines de la science. Il cherche sans cesse de nouvelles réponses dans ces domaines.	Il est indispensable d'enseigner les sciences car cela nous permet de mieux comprendre le monde qui nous entoure mais aussi comment on en est arrivé jusque là. Connaître l'origine des choses « qu'est ce qu'il fait qu'une ampoule s'allume, pourquoi les arbres cherchent la lumière pour se développer.
139	Il faut savoir s'il y a eu des recherches dessus, si il y a	Fait des recherches sur le monde vivant. Cherche à valider des	Pour développer la curiosité des enfants et provoquer l'intéressement pour tout ce qui

	eu des expériences, si des hypothèses ont été validées.	hypothèses lors de ses recherches et expériences.	nous entoure et pour certains phénomènes, mécanismes.
140	S'il y a une grandeur physique. Si on utilise des instruments de mesure.	Aime ou exerce un domaine scientifique (maths physique, technologie…) Porte une blouse blanche.	Pour faire des expériences afin d'analyser et de comprendre ce qui nous entoure, par exemple expliquer pourquoi du bois flotte et du métal coule, le phénomène des saisons, pourquoi le jour il y a le soleil et la nuit la lune, comment un enfant est il arrivé dans ce monde.
141	Les sciences ne s'inventent pas. Elles font appel à des connaissances qui résultent d'études préalables sur un thème donné. Ces études peuvent être des expériences, des calculs qui vont démontrer que…. Ex les cellules en biologie.	Qui possède des compétences particulières dans un domaine scientifique. Un physicien, un archéologue, un mathématicien. Il va étudier son domaine à l'aide des connaissances qu'il possède dans celui-ci.	Les sciences vont permettre à l'enfant de développer un processus de raisonnement qui va l'aider dans sa construction intellectuelle.
142	Quelque chose est scientifique s'il entre dans le cadre d'une démarche expérimentale, qui s'explique rationnellement.	Qui fait des recherches et expériences, qui tente d'expliquer par une démarche expérimentale et rationnelle des éléments.	Afin de mettre en avant l'importance de celles-ci, leur rôle dans le quotidien, pour découvrir les mécanismes mis en jeu dans le vie de tous les jours.
	Groupe 7 PEI 3		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
143	Quelque chose de scientifique c'est quelque chose qu'on peut vérifier grâce à une formule ou à un fait prouvé.	Un scientifique c'est une personne qui étudie la science.	On enseigne la science à l'école pour développer chez les élèves un esprit de recherche. Grâce à une méthode cela leur permet de prouver un fait.
144	Quelque chose de scientifique est un phénomène qui possède un certain nombre de paramètres et qui peut se reproduire. C'est quelque chose qui est vrai, que l'on peut prouver et vérifier.	Pour moi un scientifique est une personne qui étudie les sciences donc qui fait des expériences, c'est un chercheur qui essaie de prouver et de démontrer des faits.	Les sciences doivent être enseignées à l'école pour développer l'esprit de recherche, de réflexion des enfants. La science se trouve dans la vie de tous les jours, donc il est important que les élèves l'étudie.
145	Quelque chose est scientifique s'il peut être reproduit une deuxième fois avec les mêmes effets et paramètres. En somme si on peut les vérifier et cela soit le même phénomène.	C'est un homme qui réfléchit sur ses phénomènes et qui va chercher à les expliquer, les prouver par des expériences.	Il est nécessaire d'enseigner les sciences à l'école pour permettre aux élèves de réfléchir et comprendre les phénomènes qui nous entourent.
146	Quelque chose de scientifique doit pouvoir se vérifier à l'aide d'une expérience et donner lieu à une définition, une propriété, un constat qui se vérifie à chaque fois de la	Un scientifique est une personne qui effectue des expériences, recueille des données à propos d'un phénomène, afin d'établir un fait, vérifiable et renouvelable (démonstration).Le scientifique étudie des phénomènes, recueilles	Il est nécessaire d'enseigner les sciences à l'école (biologie physique) pour que les enfants comprennent le fonctionnement du monde qui les entoure.

	même façon et donne le même résultat à chaque expérience. Il s'agit de prouver une théorie.	des données…)	
147	Quelque chose est scientifique lorsqu'on peut le démontrer par une expérience qui donnera toujours le même résultat.	Le scientifique est un homme qui fait des recherches en rapport avec la science.	Les sciences nous entourent par conséquent il es intéressant de les étudier.
148	Quelque chose est scientifique s'il peut être prouvé. Un texte est scientifique si, ce qui a été avancé dedans a été vérifié et prouvé par des recherches, des expériences, des calculs.	Est une personne qui fait des recherches pour expliquer un phénomène, pour prouver ou donner des réponses à un fait.	Les sciences à l'école sont enseignées pour expliquer et familiariser et sensibiliser les enfants aux phénomènes.
149	Quelque chose est scientifique si il peut se reproduire de façon identique en respectant certains paramètres, certaines propriétés. C'est un phénomène qui est vérifié (ou pas) par des lois, des formules.	Un scientifique est une personne qui utilise la science comme objet d'étude. Il effectue des expériences pour obtenir certaines vérités.	Pour développer le raisonnement de l'élève. pour comprendre le fonctionnement des différents phénomènes qui nous entourent.
150	Correspond à quelque chose de rationnel, qui se calcule, qui ne fait pas appel à notre subjectivité.	Est une personne qui effectue des démarches scientifiques.	Enseigner les sciences pour faire découvrir aux élèves une autre façon de raisonner.
151	On peut le savoir si le phénomène a été observé par un scientifique et défini comme tel. Si il est possible de faire une expérience sur ce quelque chose et qu'on peut prouver le phénomène ou le quelque chose.	C'est une personne qui fait des expériences, qui étudie quelque chose pour en trouver son fonctionnement, sa compréhension. Il doit trouver le pourquoi et comment cela marche.	Enseigner les sciences à l'école permet à l'enfant de comprendre l'environnement qui l'entoure, pourquoi telle chose marche comme cela. On éveille sa curiosité et on développe son raisonnement.
152	Quelque chose est scientifique quand ce sont des critères physiques, chimiques. Cela comprend tous les phénomènes de réactions. Cela va de l'espace à l'atome.	Un scientifique est quelqu'un qui fait des expériences physiques ou chimiques, qui fait des observations et qui arrive à des résultats concrets et mathématiques pour expliquer tel ou tel phénomène ou matière.	Enseigner les sciences à l'école est important car cela permet aux élèves de comprendre le corps humain et son environnement, et de donner des réponses à leurs questions quotidiennes.
153	Quelque chose est scientifique quand il est le fait de recherches. C'est quand c'est quelque chose de prouver, de démontrer.	C'est quelqu'un qui fait de la recherche, des expériences afin de démontrer certains phénomènes. C'est une personne qui démontre, qui cherche le fonctionnement des choses.	Il faut enseigner les sciences à l'école pour montrer aux enfants que les choses ont une explication. Ils peuvent ainsi comprendre le fonctionnement des êtres vivants mais également d'autres phénomènes. Les sciences permettent de répondre à leurs questions.
154	C'est quelque chose qui est sûr, qui est exact. C'est quelque chose qui peut s'expliquer par un théorème, une loi physique.	C'est quelqu'un qui étudie les sciences, qui utilise les sciences dans son métier. C'est quelqu'un sui fait des recherches, des expériences.	Les sciences naturelles sont importantes pour la connaissance du corps humain et son fonctionnement, mais aussi pour la connaissance des autres êtres vivants et de l'environnement. La physique et la technologie sont aussi intéressantes pour l'étude de l'électricité par exemple,

			comprendre un mécanismes, manipuler, faire des expériences.
155	C'est quelque chose qui relève du domaine des sciences. Ces sciences sont la physique, la chimie, la technologie, la biologie. L'étude de ces sciences permet de comprendre des phénomènes et le monde dans lequel on vit. C'est quelque chose qui relève de l'expérimentation.	C'est une personne qui étudie les sciences, fait des expériences pour comprendre un phénomène.	L'enseignement des sciences à l'école amène l'enfant à mieux comprendre le monde dans lequel il vit. Il va développer chez lui des compétences comme le raisonnement. Il va apprendre à émettre des hypothèses pour expliquer tel ou tel phénomène relevant des sciences.
156	Il faut une démarche fondée sur l'expérimentation , sans oublier l'intuition qui permet de se poser des questions. Il faut que des données de l'expérience, une proposition puisse être exprimée puis vérifiée avant d'émettre une règle.	Un scientifique est un chercheur qui met en œuvre la démarche scientifique avec la volonté de s'approprier les connaissances acquises dans le domaine qui l'intéresse et de les faire progresser.	Pour permettre aux élèves de mieux comprendre le monde dans lequel ils vivent et éveiller des envies de faire progresser les connaissances.
157	Quelque chose est considéré comme scientifique si l'on peut donner une explications concrète à sa raison d'être, c'est à dire si l'on peut expliquer le phénomène en lui même ou ce qu'il en découle par une raison concrète.	Un scientifique est quelqu'un qui fait des expériences et ou qui a émis des théories sur un phénomène scientifique.	Il est important d'enseigner les sciences à l'école pour de multiples raisons comme : comprendre des phénomènes simples qui nous entourent, développer son esprit critique, sensibiliser pour susciter des vocations, sensibiliser pour des questions de sécurité
158	Quelque chose est scientifique lorsque l'on peut le prouver par des raisonnements, des formules.	Est Quelqu'un qui utilise les sciences pour développer d'autres théories, formules encore inconnues, c'est un chercheur.	Enseigner les sciences à l'école permet aux enfants de comprendre le monde dans lequel ils se trouvent. Permet de développer leur esprit critique.
159	Si cette chose a été démontrée, et qu'elle fait partie d'un enseignement, approuvée et reconnue par « tous ».	Un professeur de maths, de physique chimie, de technologie… quelqu'un qui étudie la science, un chercheur…	Pour susciter l'envie chez certains élèves d'eux mêmes les enseigner plus tard. Pour les doter d'une culture scientifique parce qu'elles peuvent leur servir dans la vie courante.
160	Quelque chose est scientifique si cela peut être prouvé et vérifié par des formules.	Est un chercheur, il maîtrise des formules de science.	Les sciences sont enseignées à l'école pour développer les capacité de l'enfant à connaître et comprendre son environnement
161	Si on peut déterminer l'objet ou le phénomène de façon exacte, en le prouvant.	C'est une personne qui effectue des recherches dans un domaine spécifique.	Pour apprendre aux élèves à comprendre les phénomènes qui les entourent.
162	Quelque chose est scientifique lorsqu'il a trait aux lois de la nature, de la physique et qu'il fait intervenir des phénomènes naturels relativement explicables.	Est un chercheur qui tente d'expliquer des phénomènes naturels et essaie d'en déterminer les causes, conséquences et leur teneur.	Pour sensibiliser les enfants aux phénomènes naturels, physiques, pour les aider à mieux comprendre la planète.
163	Quelque chose qui peut	Quelqu'un qui s'interroge sur la	Les sciences sont l'étude des phénomènes

	être prouvé et vérifié.	science, qui fait de la recherche.	physiques, technologiques et des vivants (animaux, homme, végétaux) De plus elles permettent de faire des hypothèses et de les vérifier par des manipulations. Ainsi cela éveille leur esprit critique et leur regard sur les choses qui sont pour eux naturelles comme la lumière ou la respiration.
164	Quelque chose est scientifique lorsqu'il est possible de prouver (de démontrer par des preuves concrètes).	Est une personne qui a fait des recherches sur un phénomène afin de l'expliquer et ou de trouver des solutions.	Pour faire découvrir et pour faire comprendre aux élèves certains phénomènes.
	Groupe 13 PE 2		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
165	Un élément scientifique est un élément vérifiable après de nombreuses recherches et observations.	Un scientifique est une personne qui observe des phénomènes, vérifie et émet des règles concernant ces phénomènes. C'est un chercheur.	L'enseignement des sciences à l'école permet aux élèves d'apprendre à se poser des questions et après un temps de recherche et d'observation d'y répondre. Cela leur permet de développer leur esprit d'analyse, de prendre du recul par rapport aux idées reçues et afin d'attiser leur curiosité.
166	Un élément est dit scientifique s'il est vérifiable (une théorie vérifiée par expérimentation).	Un scientifique est une personne qui élabore des théories, rendues applicables par une expérience, ou à plus large échelle pour la population.	L'apprentissage des sciences à l'école permet de : conduire les enfants à une démarche d'investigations, d'avoir des résultats, projets, plus « concrets » (bilan d'une expérience, travaux de biologie…).
167	On met en place la démarche scientifique en énonçant un problème qui commence par comment ? on émet des hypothèses puis on les teste à l'aide d'expériences ou de tests. On regroupe ces résultats et on vérifie ses hypothèses pour donner une réponse au problème posé.	Se pose des questions sur un problème qu'il fait émerger et qui met tout en place pour répondre à ce problème.	Pour développer l'esprit critique et la part de déduction et de raisonnement qu'elles provoquent. Cela ouvre au monde extérieur et permet de comprendre ce qui nous entoure.
168	C'est démontré par des règles que l'on est capable d'appliquer et de reproduire. Si on connaît les règles ou propriétés, on sera capable d'anticiper les résultats.	C'est quelqu'un qui fait des sciences. Quelqu'un de rigoureux avec la démarche qu'il met en place.	Donner le goût de la recherche, de se poser des questions « comment ça marche », « Pourquoi » Donner des réponses. Ouvrir sur le monde, sur la vie. Prévention santé.
169	Suit un raisonnement du type : problème, hypothèse, vérification (affirmation ou négation) conclusion ou nouvelle hypothèse.	Se pose des questions à réponse complexe qui vérifie l'hypothèse et la vérification, qui conclue en fonction de ses paramètres, qui est rigoureux et qui est déterminé.	Rigueur, goût de la découverte, connaissance scientifique, résolution de problèmes, connaissance sur le monde, ouverture.
170	Si on peut l'expliquer, le démontrer. C'est rationnel.	Cherche et trouve des explications sur des phénomènes, des objets. Analyse, observe, manipule…	Pour développer la curiosité, l'envie de savoir, de comprendre les choses qui se passent autour des enfants.

171	Quelque chose est scientifique s'il est rationnel, s'il a été prouvé.	Qui a une véritable démarche de recherche, d'investigation.	Pour développer l'esprit scientifique : apprendre aux élèves à mettre en place une démarche, à la suivre, à être organisé.
172	Une chose est scientifique lorsqu'elle est régie par une loi.	Quelqu'un qui s'interroge sur le monde qui l'entoure et cherche à le comprendre.	Les sciences sont un domaine de la culture c'est pourquoi elles font l'objet d'un enseignement. L'enseignements des sciences permet également de répondre aux questions que se posent les enfants sur le monde qui les entoure.
173	Une chose est scientifique si on peut la démontrer, l'expliquer par une cause (ou plusieurs).	Quelqu'un qui cherche à expliquer les choses et à les démontrer, qui cherche des solutions à des problèmes…	Pour ouvrir l'esprit des élèves à de nouvelles choses, à une démarche particulière (la démarche scientifique), et de leur permettre de voir le monde différemment (comme quelque chose que l'on peut expliquer, et montrer que chaque chose à une cause, une origine.

174	Quelque chose de scientifique est quelque chose qui résulte d'une démarche réfléchie, qui est testé et approuvé.	Quelqu'un qui élabore une démarche (hypothèse, expérimentation, conclusion) sur un questionnement qu'il s'est posé.	Acquérir une culture dans le domaine de la physique et du vivant. Apprendre à structurer. Manipuler et se rendre compte d'un résultat, le confronter à la situation de départ. Chasser les idées reçues.
175	Quelque chose est scientifique s'il est rationnel et prouvé.	Quelqu'un qui étudie ou travaille dans un domaine scientifique.	Pour permettre d'apprendre aux élèves à raisonner, observer, se questionner, émettre des hypothèses et les tester, acquérir des connaissances.
176	Quelque chose est scientifique si cela peut s'expliquer par la raison.	Tente de comprendre le monde, l'environnement qui l'entoure par des explications rationnelles.	Il faut enseigner les sciences à l'école pour éveiller l'enfant, favoriser sa curiosité vis à vis de son environnement.
177	Il y a des mots clefs scientifiques. Il y a des données chiffrées et ou mesures. C'est sur un thème ou notion qui est en rapport avec la nature ou la physique. C'est fait par des chercheurs.	C'est une personne qui étudie des faits, qui cherche pourquoi (causes) les faits, comment ils se forment (paramètres) et les conséquences (avenir)	Comprendre son corps et les mouvements (santé). Comprendre et apprécier le monde qui nous entoure. Comprendre des phénomènes naturels simples.
178	Il faut pouvoir prouver la théorie scientifique.	Quelqu'un qui cherche de nouvelles vérités et qui essaye de mieux comprendre le monde dans lequel on vit.	Pour développer l'esprit critique des enfants et pour leur faire comprendre des choses rationnelles.
179	C'est quelque chose qui pousse vers l'objectivité et dont la démarche est expérimentale, objective mais qui peut toujours se remettre en question.	Qui analyse les faits de manière la plus objective possible selon des démarches précises et définies.	Pour développer le sens critique, l'autonomie, l'initiative, pour permettre aux élèves de mieux comprendre le monde. L'état d'esprit et la façon dont on aborde la science sert dans la vie de tous les jours dans différents domaines.
180	Observer cette «chose » , l'analyser et constater si elle possède des propriétés.	Un scientifique est une personne qui s'intéresse au monde qui l'entoure en tentant de trouver des réponses à des phénomènes.	Afin de permettre aux élèves de comprendre certains mécanismes, propriétés, phénomènes en manipulant (autant que possible)
181	C'est quelque chose dont on peut prouver l'existence	Qui se pose des questions sur le monde qui l'entoure, qui expérimente pour valider ou non ses hypothèses.	Pour participer à l'éveil des enfants, attirer leur curiosité, découvrir le monde et essayer de le comprendre. Développer leur esprit critique.
182	Nécessite une expérience, recherche, à partir	Cherche la réponse à une	Apprendre à se poser des questions sur ce qui nous entoure. Trouver la réponse à une

	d'hypothèses.	problématique.	question par soi-même, par l'expérimentation. L'enfant est actif lors des activités de sciences.
183	Tout est scientifique : tout objet est fait de matière, celle-ci constituée d'atomes obéissant à des lois physiques.	Un scientifique est une personne dont le métier est dédié à la science : cela peut être un chercheur en biologie, un professeur de mathématiques, un ingénieur…	Découverte de ce qui nous entoure, esprit critique, logique, expériences (on apprend par soi-même et non en suivant des théories).
184	Parce qu'il est reconnu comme tel par les scientifiques, que ça prend appui sur des connaissances testées et approuvées et qu'on peut le démontrer.	S'occupe de ce qui est scientifique.	Pour rendre les enfants curieux du monde qui les entoure, et commencer à le comprendre.
185	C'est quelque chose reconnu par la communauté des scientifiques.	Fait des sciences, des expériences, qui explique le pourquoi des choses et comment ça marche.	Pour apprendre à manipuler, à comprendre, pour acquérir un raisonnement, un savoir faire face à quelque chose que l'on ne comprend pas.
186	Si ce quelque chose a été rigoureusement étudié, prouvé, démontré.	Qui étudie méthodologiquement ses centres d'intérêt.	Pour montrer aux élèves une manière de penser.
187	L'objet scientifique doit avoir été reconnu comme tel par une communauté de scientifiques. Touche au domaine de la matière en tout genre…	A une réflexion sur les tenants et aboutissements d'un procédé. Qui analyse dans le détail les processus.	Cela permet de développer chez l'enfant une autre vision du monde qui l'entoure, de le comprendre, de se l'approprier. permet de faire comprendre les notions de stades, d'avant après, de transformations.
188	Si cette chose peut être prouvée, démontrée, expliquée.	Qui cherche à comprendre le pourquoi des choses et à les expliquer.	Pour comprendre les évènements, le fonctionnement, le fondement de tout ce qui nous entoure, et éventuellement agir sur certains facteurs.
189	Quelque chose est scientifique quand on peut le vérifier par une expérience.	Par une démarche de recherche et d'expérimentation valide ou non un phénomène, tente de l'expliquer.	Découvrir les différentes manifestations de la nature. Elargissement de la culture et des connaissances. Forger l'esprit de recherche questionnement expérimentation.
190	Etudier ses composantes, sa place.	Etudie les sciences, et qui a une certaine démarche (investigation).	Découverte du monde. Travail en groupe, coopérer, respecter et écouter l'autre. Manipulation.
191	Quelque chose qu'on peut vérifier par une expérience. On peut le démontrer contrairement à un dogme.	Travaille les sciences. Il utilise une démarche scientifique pour trouver des réponses aux problèmes.	cela permet de développer la curiosité et l'esprit critique des élèves. De plus ça leur apprend des choses essentielles de la vie (notion de temps, reproduction, etc.)
192	Scientifique si quelque chose qui s'observe, se démontre, s'explique.	Se trouve face à un problème, qui se pose un problème, et qui par le biais de démarches cherche à le résoudre.	Mettre l'enfant face à un obstacle. Faire manipuler les élèves pour parvenir à un changement (d'état par ex) Afin que les élèves se posent des questions.
193	Quelque chose qui se vérifie.	S'interroge sur le pourquoi d'une chose, d'un concept.	Elargir les connaissances, apprend à se questionner, chercher, vérifier.
194	C'est quelque chose que l'on peut démontrer, expliquer, expérimenter.	Cherche des réponses sur le fonctionnement de quelque chose, sur les causes d'un phénomène. C'est quelqu'un qui fait des hypothèses et essaie de les valider par l'expérience.	Pour développer la curiosité des élèves sur le monde qui les entoure, structurer leur esprit et leur façon de penser, éveiller leur esprit critique.
195	Quand cela fait l'objet d'une démonstration,	Effectue des recherches, qui travaille sur ce qui relève du vivant, de la	L'enseignement des sciences à l'école permet aux élèves de mieux comprendre le monde

	quand cela est soumis à des lois.	physique, des mathématiques.	qui les entoure afin de mieux l'appréhender. Il amène des enfants à être plus curieux et modifie rectifie leurs représentations du monde.
196	Quelque chose devient scientifique à partir du moment où il elle s'explique de manière rationnelle.	Qui observe les mouvements du monde, qui expérimente à partir des constats qu'il a fait en posant une hypothèse puis qui valide ou invalide ses hypothèses pour en tire une conclusion.	Enseigner les sciences à l'école permet à des enfants de comprendre le monde qui les entoure en leur offrant la possibilité de faire des expériences mais aussi de ne pas croire tout ce qu'ils voient.
197	C'est quelque chose qui est observable, qui peut se répéter, se théoriser ou encore se schématiser.	Qui raisonne par étapes, par validation ou non de ses questionnements et théories. Il aboutit seul par étapes successives à répondre à ses questions.	Pour rendre les élèves curieux, observateurs, essayer de rendre leur esprit rigoureux et logique, dans une démarche de questionnement.
198	Il faut que ce soit reconnu comme scientifique par la communauté scientifique et que ce quelque chose en question soit reproductible ou en mesure de se reproduire.	Qui étudie ou et travaille sur les sciences.	Car c'est un domaine sur lequel on ne peut faire l'impasse si l'on vise à la formation d'adultes éclairés, instruits et car les sciences permettent de comprendre bien des phénomènes de la vie de tous les jours.
199	Si le fait a été vérifié selon une démarche expérimentale (et donc reproductible…).	Etudie un champs disciplinaire (même géographie, langage…) sous un angle (et donc une démarche) scientifique.	Pour les sciences en tant que contenu (culture générale, caractère utilitaire de certains savoirs…) et en tant que discipline participant à la construction de certaines notions (temps, espace, vie, mort…)
200	C'est quelque chose qui a été démontré (à travers une démarche d'investigation) répondant à une problématique observée.	Qui possède une certaine rigueur et une certaine logique et qui met ses capacités au service de la recherche. Selon moi, le métier et l'esprit scientifique son fortement liés.	Pour faire découvrir aux enfants le monde qui les entoure (matière, vivant, temps, espace) pour leur apporter une certaine rigueur, les aider à répondre à leurs curiosités, leurs questionnements, pour les structurer…
201	S'il est susceptible d'être analysé de manière objective.	Cherche à comprendre divers phénomènes nous entourant.	Permet de faire découvrir le monde aux enfants et leur apprendre à raisonner.
202	Cela dépend de la définition que l'on donne au mot « scientifique ». Pour moi, quelque chose de scientifique est une chose que l'on peut démontrer. Ce n'est pas quelque chose qui « tombe du ciel » sans savoir d'où elle vient, ni pourquoi elle comme ça.	Démontre, qui cherche et parfois trouve. C'est quelqu'un qui s'interroge, qui sait se remettre en question. C'est quelqu'un qui apprend constamment.	Indispensable pour développer la démarche scientifique : partir de l'observation, faire des hypothèses, les tester et en déduire une « loi », une règle. Toute personne est capable d'observer un phénomène. Les sciences doivent être enseignées pour développer un esprit logique, déductif et critique.
203	Quelque chose est scientifique lorsqu'il a été démontré ou lorsqu'il a été objet d'expérimentation.	C'est quelqu'un qui a un esprit rigoureux, de synthèse et qui réfléchit sur certains phénomènes qui l'entourent.	Enseigner les sciences à l'école permet aux élèves de développer un esprit scientifique et critique. Cela permet également de leur faire prendre conscience du monde scientifique et technique qui les entoure.
204	C'est une chose logique, démontrable, qui peut faire l'objet d'une expérimentation.	Quelqu'un de logique, qui a une très bonne connaissance de tout ce qui l'entoure.	Pour faire découvrir aux enfants ce qui les entourent, comment ils fonctionnent, comment fonctionnement les choses, les faire manipuler.
205	Pas de réponse.	Observe le monde et les éléments qui le composent afin de les analyser et les comprendre.	Pour apprendre aux enfants à émettre des hypothèses, les vérifier et en tirer des conclusions.

206	Pas d'idée précise.	Pas d'idée précise.	Pourquoi enseigner les sciences à l'école ? intéresser les enfants sur leur environnement proche ou lointain. Pour permettre une ouverture d'esprit.
207	Si des expériences ont été menées afin d'expliquer tel ou tel phénomène grâce aux résultats observés.	C'est quelqu'un qui essaie de comprendre des phénomènes en émettant des hypothèses, conduisant des expériences et en tirant des conclusions.	Permettre aux enfants de mieux comprendre le monde qui les entoure, développer leur esprit critique, leur capacité de raisonnement, leur donner l'envie d'apprendre.
208	Elle peut se vérifier par l'expérience. Elle est expliquée par phénomène naturel et vérifiable.	Est celui qui se pose des questions sur des phénomènes naturels observables. Il mène des recherches, des investigations avec des outils précis. Il élabore une méthode scientifique et analyse ses résultats selon plusieurs variables	L'enseignement des sciences permet aux élèves d'avoir un raisonnement scientifique. Il participe à l'ouverture de leur esprit ainsi qu'à leur enrichissement culturel.
209	Pour moi, quelque chose est scientifique dans la mesure où elle peut être vérifiée par une démarche d'investigation.	Un scientifique démontre une vérité par cette même démarche.	Enseigner aux élèves les sciences leur permet d'apprendre à connaître leur environnement, leur corps.
210	On peut s'intéresser à un phénomène (quelque chose) et l'analyser pour voir s'il peut être démontrer par la science. C'est à dire un objet peut avoir été fabriqué avec des aspects scientifiques.	C'est quelqu'un qui cherche à démontrer qu'un objet est scientifique.	Permet d'ouvrir le champ d'analyse des enfants, leur faire découvrir le monde.
211	Une expérience reproductible indépendamment de la personne qui la conduit.	Une personne qui cherche à établir des modèles, qui recherche des corrélations, qui s'appuie sur le logique et l'expérience.	Pour développer la curiosité des élèves, les amener à comprendre le fonctionnement des objets qui les entourent, le vivant, l'univers. Pour leur permettre de développer leur esprit critique.
212	Suit une démarche scientifique (OHERIC de Claude Bernard par ex) ou est accepté par la communauté scientifique, différent selon les époques.	Personne qui suit la démarche scientifique.	Réflexion sur le monde, aspect concret.
213	S'il est possible de reproduire le phénomène.	Une personne qui cherche à comprendre le fonctionnement du monde qui l'entoure.	Pour développer l'esprit critique et la curiosité des enfants.
214	Une réponse à un problème, qq chose de logique, quand il y a une démonstration possible.	Quelqu'un qui cherche des réponses à un problème, avoir une méthode rigoureuse.	Pour comprendre le monde qui nus entoure, développer une méthode d'investigation, savoir mener une expérience avec un témoin.
215	Est scientifique quelque chose qui touche à la matière, la science est très concrète (différent de l'abstraction littéraire, les idées).	Quelqu'un qui aime tout ce qui touche aux sciences, il n'en n'a pas fait un blocage) ça l'intéresse, il veut découvrir.	Enseigner les sciences à l'école permet un apprentissage qui est polyvalent, cela permet d'élargir le champ de connaissances de l'enfant qui a besoin de comprendre son environnement pour mieux l'appréhender.
216	Quand il se rapporte à une certaine logique, une explication, une démonstration…	Est une personne qui s'intéresse au pourquoi et comment, des phénomènes qui nous entourent.	Le monde qui nous entoure est fait de phénomènes scientifiques (le temps, les saisons, les heures, la pluie, l'eau, le mouvement, le corps…) , pour pouvoir vivre pleinement dans ce monde il est important de le comprendre et de le

			connaître. Les élèves arrivent dans ce monde sans le connaître c'est pourquoi il est important d'enseigner les sciences à l'école et tous les autres aspects de la vie comme l'espace, les autres ,la collectivité…
217	Si c'est le résultat d'investigations.	Qui essaye de trouver un fonctionnement, une explication à une observation.	Pour développer l'envie de comprendre le monde qui nous entoure, et développer l'esprit logique.
218	Quelque chose est scientifique quand il est le point de départ à des questionnements sur l'origine, la nature ou les conséquences d'un phénomène.	C'est une personne qui questionne le monde dans lequel il vit pour essayer de mieux le comprendre.	Pour que les enfants apprennent à ne pas accepter des résultats tels quels mais qu'ils se remettent en question et acquièrent des réflexes d'investigation.
219	Si cette même chose peut être prouvée par un raisonnement ou par une expérience.	Une personne qui étudie et effectue des recherches en sciences.	Donner et transmettre l'amour des choses rationnelles ! (Je ne pense pas avoir reçu un bon enseignement malheureusement).
220	Quelque chose est scientifique si on peut expliquer tout ou partie de son fonctionnement.	Un scientifique c'est quelqu'un de curieux.	Pour ouvrir les élèves au monde.
221	Quelque chose que l'on peut vérifier.	Pas de réponse.	Les sciences permettent de faire acquérir aux élèves la démarche scientifique. Elles permettent de faire le lien avec l'éducation civique.
222	Si elle concerne les sciences, c'est à dire si il y a eu une preuve (fait scientifiquement prouvé).	Quelqu'un qui a une démarche scientifique un raisonnement par la preuve.	Enseigner pour développer la curiosité, développer l'esprit critique, développer un raisonnement déductif, Apporter des connaissances sur le monde qui nous entoure, permettre de développer l'argumentation.
223	Une chose scientifique est basée sur des faits concrets que l'on peut vérifier. Elle peut être liée aux mathématiques, à la physique, à la chimie, à la médecine.	Est une personne qui a l'esprit critique, le goût de la recherche, qui est méthodique et minutieux dans son travail, qui s'informe sur les nouvelles découvertes, qui vérifie ses résultats avant de tirer une conclusion.	Les sciences à l'école permettent aux élèves de s'ouvrir au monde, de le comprendre, de s'intéresser à ce qui les entoure, de développer leur sens critique, apprendre à observer et à adopter une démarche de recherche.
224	Si celle ci peut être expliquée de manière rationnelle après avoir été observée, étudiée.	Une personne qui fait des observations, émet des hypothèses sur celles ci et tente d'expliquer ces phénomènes.	Permettre aux élèves de s'ouvrir au monde qui l'entoure, curiosité, pouvoir faire émettre des hypothèses et questionnements à partir d'observations : développer l'esprit critique.
225	Lorsqu'elle est liée à des phénomènes rationnels pouvant être expliqués, démontrés et justifiés par la science.	Est une personne qui s'intéresse à ces phénomènes scientifiques, qui les analyse et qui essaie de les expliquer grâce à des expérimentations puis des démonstrations. C'est une personne qui analyse les choses de manière objective et rationnelle et qui cherche des preuves scientifiques pour les expliquer.	Il est important d'enseigner les sciences à l'école pour amener les enfants à cette réflexion rationnelle et objective et pour leur faire connaître le monde qui les enture et leur faire mieux comprendre.
226	S'il fait l'objet ou a fait l'objet d'une étude, d'une analyse selon une certaine démarche et que son	Est une personne qui utilise des méthodes particulières pour analyser, démontrer ou constater un phénomène.	Sont utiles pour permettre aux élèves de découvrir le monde qui les entoure et comprendre les principaux phénomènes scientifiques et se familiariser avec la

	observation est répétable.		démarche scientifique.
227	Quelque chose est scientifique dans la mesure où elle répond à des critères, normes que l'on peut mesurer et vérifier. Concept stable et noué.	Est une personne qui s'intéresse aux sciences, les côtoie il joue et travaille sur certaines lois.	Permet d'établir une rigueur dans la démarche d'investigation (OHERIC). L'élève apprend ainsi à observer, manipuler, expérimenter, vérifier.
228	Est quelque chose qui a été démontré par la raison, le développement logique, la justification et qui a été vérifié par l'expérience.	Est une personne qui essaye d'expliquer le fonctionnement du monde en s'appuyant sur des recherches fondées sur la raison	Construire une culture scientifique, faire que l'élève adopte une posture face au monde, qu'il se pose des questions et émette des hypothèses face aux événements qu'il rencontre.
229	Un fait est scientifique à partir du moment où on considère un événement (constaté dans l'environnement) à un instant et que l'on cherche à en explique l'origine.	Un scientifique est une personne qui va chercher à explique un fait constaté à un instant T. Il recherche les causes ayant engendré le fait constaté.	L'intérêt d'enseigner les sciences à l'école est de conduire les enfants à se poser des questions sur l'origine d'un fait et à chercher les réponses.
230	Ce qui est scientifique est concret et répond à une démarche, une méthode. Pour tout ce qui est scientifique, on peut établir une règle.	Est une personne qui cherche des explications aux phénomènes naturels.	On enseigne les sciences à l'école pour que les élèves comprennent les phénomènes naturels tel que le cycle de l'eau. Cela permet aussi de leur donner une autre vision du monde, de développer leur esprit scientifique.
231	A partir du moment où l'expérimentation, l'expérience, l'analyse, l'observation et le questionnement sont à la base de la réflexion.	Est quelqu'un qui cherche à démontrer, à prouver, à rechercher, à innover dans des domaines peu connus ou inconnus.	Cela permet d'éveiller la curiosité des enfants, d'accroître leur ouverture d'esprit, notamment sur leur environnement proche, de manière à les sensibiliser à certains domaines.
232	Si son fonctionnement ou sa logique peut s'expliquer à partir des domaines que sont les maths, la SVT, la technologie ou la physique.	Il s'agit de quelqu'un qui a des connaissances dans le domaine scientifique et qui sait les mettre en pratique ou les exploiter.	Car le domaine des sciences concerne tout ce qui nous entoure et qu'il est donc primordial de sensibiliser les enfants à cela. Cela permet également de développer leur esprit critique et bien entendu d'acquérir des connaissances.
233	Ce qui est prouvé par l'expérience, rationnel, raisonné.	Est une personne qui observe, fait des hypothèses puis vérifie ses hypothèses par expérimentation, pour en arriver à une conclusion valable universellement.	Enseigner les sciences à l'école permet à l'élève d'apprendre la démarche d'investigation (observation, hypothèses, vérification par l'expérience…), de mieux connaître et comprendre le monde qui l'entoure.
234	Est quelque chose de prouvé, rationnel.	Est une personne qui effectue des recherches, réalise des expériences afin de vérifier certaines hypothèses, questions qu'il se pose. Prouve un fait rationnellement.	Pour que l'enfant puisse découvrir le monde, répondre à certaines questions qu'il se pose : ex fonctionnement de son corps, questionnement sur la nature, les animaux, le système solaire.
235	Quelque chose peut sembler scientifique si elle se rapporte à un des grands domaines des sciences comme par exemple l'astronomie, l'électricité…	Serait une personne qui va se pencher sur une question (toujours en rapport avec les sciences) et qui va essayer de trouver des preuves, des faits… afin d'essayer d'y répondre.	Vont permettre aux enfants d'ouvrir leur esprit, de découvrir de nouvelles choses afin d'aiguiser leur sens critique et leur sens de l'observation. pour cela, ils vont alors se placer en position de chercheurs ce qui leur demandera de faire abstraction de leurs préjugés.
236	Lorsqu'il répond à une règle (ou loi), lorsqu'on peut l'expliquer, le comprendre.	Est une personne qui est capable de réfléchir concrètement, de développer une réflexion sur ce qu'il voit et comment il l'explique par	Permettent le développement de la raison, de l'esprit critique et de la capacité à se remettre en question. De plus, elles apportent beaucoup de savoirs pour mieux

		une démarche de causes à effets.	comprendre le monde qui nous entoure et devenir ainsi quelqu'un d'autonome.
237	Est scientifique quelque chose qui confronte le raisonnement à l'expérimentation et inversement.	Une personne qui cherche à donner une explication rationnelle à un phénomène.	Permet d'ouvrir l'esprit des enfants en leur permettant d'affûter leur esprit critique.
238	Objet d'étude, émissions d'hypothèses, recherches, validation ou non des hypothèses	Est un chercheur qui concentre son énergie sur un objet d'étude particulier.	C'est la possibilité pur les enfants de mieux comprendre le monde qui les entoure. C'est aussi leur permettre de les initier à l'observation, l'émission d'hypothèses, l'expérience vécue, la validation ou l'infirmation des hypothèses.
239	Quand il est possible de trouver une réponse vérifiable. Cette réponse est basée sur une expérience dont les résultats sont vérifiés plusieurs fois.	Une personne qui pratique la démarche expérimentale pour résoudre une situation, problème.	Permet de développer la curiosité, le goût pour la recherche, la sensibilité à certains problèmes écologiques. Cela leur apprend aussi à ne pas se contenter de réponses toutes faites mais à chercher la solution.
240	Si elle s'appuie sur des faits concrets ; si elle a été testée plusieurs fois dans des circonstances différentes (c'est à dire démontrée ou démentie plusieurs fois).	Est quelqu'un qui suit une démarche d'investigation. il émet des hypothèses et tente de les démontrer ou démentir en s'appuyant sur des faits rationnels.	Permet de donner le goût aux élèves de chercher par eux mêmes ; les rendre curieux ; leur faire comprendre que ce que l'on voit n'est pas toujours la vérité (le soleil ne tourne pas autour de la terre).
241	S'il est possible d'en amener la preuve.	Est un chercheur de preuves, de raisons, d'un phénomène.	Permettent d'acquérir une culture scientifique mais permettent également d'appréhender une démarche fondée sur la curiosité et l'expérimentation.
242	Il est possible de prouver par un calcul, un raisonnement que telle ou telle chose est vraie.	Quelqu'un qui part de résultats scientifiques pour en dégager d'autres.	Pour apprendre aux élèves à différencier croyances populaires et des choses vraies, prouvées. Pour leur faire acquérir un raisonnement logique, leur apprendre à chercher des informations, les organiser et tisser des liens entre elles.. Pour leur donner la possibilité de mieux appréhender le monde, le comprendre. Pour éveiller leur curiosité.
243	Si elle obéit à des lois, d'après ces lois et divers paramètres, on peut prévoir ce qui va se passer (phénomènes, réactions…)	Une personne qui procède par raisonnement, par investigation.	Enseigner le fait scientifique contrairement à la croyance et faire découvrir le monde qui nous entoure.
244	Comment savoir si quelque chose est scientifique ? Science : compréhension du monde et des phénomènes physiques et naturels. Une approche scientifique consiste donc à expliquer ces phénomènes.	Une personne qui émet des hypothèses pour expliquer les phénomènes et expérimente ces hypothèses pour tester leur validité.	Il faut très tôt amener l'enfant à s'interroger sur le monde qui l'entoure, éveiller sa conscience aux travaux scientifiques, éveiller sa curiosité en développant son sens de l'observation…
245	Si elle répond à une démarche d'investigation rigoureuse, et a été validée par d'autres personnes compétentes.	Quelqu'un qui s'interroge sur des faits observables, émet des hypothèses et cherche à les valider par des expériences les plus rigoureuses possibles. Mais une	Pour éveiller la curiosité des enfants. Susciter chez eux des interrogations. Les amener à observer le monde qui les entoure. Leur montrer que rien n'est aussi simple qu'il y paraît, et que donc, le monde est

		hypothèse validée n'est pas forcément la bonne. Un scientifique doit donc être quelqu'un qui doute toujours.	assez extraordinaire (s'émerveiller).
246	Elle repose sur de la théorie, sur une réflexion, elle résulte d'une démarche d'investigation (questionnement expérience conclusion) Elle est révisable.	Une personne qui s'intéresse aux domaines des sciences et qui contribue aux avancés des connaissances dans ce domaines, il utilise les aspects et méthodes développés ci-dessus.	Développer une culture scientifique. Développer une intelligence logique, une capacité d'organisation, une manière de penser.
247	Il faut savoir si la notion en question est régie par des lois universelles, des lois mathématiques. Cette notion peut être considérée comme scientifique suite à des expériences elles mêmes issues d'hypothèses émises par des scientifiques en toute partialité.	Qui émet des hypothèses afin de vérifier des théories, s'appuie sur des notions concrètes (mathématiques, lois naturelles…) en toute objectivité.	Afin que les enfants puissent découvrir le cheminement des scientifiques et se l'approprier.
248	Si on peut le prouver ; le valider par des expériences si possible.	Une personne qui fait des recherches sur les phénomènes naturels. Qui cherche à expliquer le pourquoi et le comment des choses.	Enseigner les sciences à l'école permet de mettre en place chez l'enfant un raisonnement expérimental basé sur la formulation d'hypothèses, la mise en place d'expériences et la validation ou non de ces hypothèses. Ce type de raisonnement amène les enfants à prendre conscience de ce qui les entoure. Cela permet de développer la curiosité et l'aspect critique.
249	Quelque chose de démontrable, vérifiable par une, des expériences.	Une personne très logique qui a une vision peut être plus pratique qu'un littéraire.	Intégrer les sciences à l'école permet d'élargir les connaissances des enfants, d'ouvrir de nouveaux horizons et de dispenser des connaissances pratiques sur le monde. Les sciences peuvent éveiller les enfants et leur donner le goût de la recherche, du questionnement et de la découverte.
250	Si on peut le démontrer, le prouver.	Une personne qui se questionne, observe et fait des essais pour prouver ou valider son questionnement. Il fait des recherches.	Permet de développer la curiosité, l'observation du monde qui l'entoure. Cela permet de leur faire acquérir une démarche scientifique (observation, questionnement, hypothèse, investigation, validation).
251	C'est pouvoir comprendre un phénomène en établissant d'abord un questionnement puis émettre une hypothèse et enfin réaliser des expériences pour trouver une réponse sur l'origine de ce phénomène.	Personne intelligente, capable de réfléchir, de se poser des questions sur l'origine d'un phénomène et de trouver les solutions d'un problème grâce à des expériences ou des calculs.	Pour rendre l'enfant curieux, lui permettre de se poser des questions, permettre l'éveil.
252	Quelque chose qui est explicable, vérifiable par une démonstration et qui se base sur des faits.	Quelqu'un qui suit une démarche de réflexion, démonstration (vérification) et conclusion	Pour développer l'esprit de recherche, la démarche d'investigation. Pour développer la curiosité et le champ culturel des enfants. Pour expliquer des phénomènes sur lesquels ils se posent des questions.
253	Est expliqué de façon rationnelle par des faits	Qui cherche à expliquer des phénomènes.	Susciter l'intérêt des enfants pour les sciences, développer l'esprit critique, mettre

	clairement établis, selon une démarche précise.		en place un raisonnement rigoureux et argumenté.
254	Une chose scientifique suscite un questionnement sur des origines, son évolution, son utilisation… Toute chose peut devenir objet scientifique.	Une personne spécialisée dans un domaine, qui étudie de façon approfondie un phénomène.	Développer un esprit critique et la curiosité des élèves concernant des phénomènes et des choses qui leurs sont familières.
255	C'est l'explication d'un phénomène par des théories (scientifiques) ou des expériences qui valident les hypothèses faites.	Une personne qui cherche des solutions à un problème posé, en se basant sur des théories (ou en les créant) et ou sur des expériences.	Il est important que les élèves découvrent des phénomènes nouveaux, cherchent des explications à ces phénomènes en menant leurs propres démarches d'investigation. C'est également une ouverture vers le monde extérieur. Cela permet des échanges entre les élèves.
256	Quelque chose qui peut être étudiée et qui relève de notre vie.	Quelqu'un qui étudie les phénomènes liés à notre vie, notre environnement (proche ou lointain), notre histoire aussi.	Pour la culture mais surtout pour la démarche : créer une habitude de réflexion scientifique qui peut être utilisée dans d'autres disciplines.
257	Si ce quelque chose obéit à une loi et peut être reproduit.	Une personne qui observe, en fonction d'une grille d'observations, afin de comprendre certains phénomènes ou de les mettre en évidence. Il s'appuie sur une culture, des règles scientifiques.	Afin de développer chez les enfants une démarche d'observation de ce qui les entoure ainsi qu'une démarche critique.
258	Si cette chose relève du vérifiable (observable, expérimental). Il ne s'agit pas de croyances mais de réalité. On se situe dans l'objectif et non pas dans le subjectif.	Quelqu'un qui travaille sur des faits qui sont empiriquement analysables et donc démontrables.	Permet d'ouvrir les enfants au monde, de leur montrer que certains phénomènes ont des résultats attendus, car ils obéissent à des lois qui sont irréfutables. Les sciences comme les mathématiques ne sont pas démocratiques. Ce sont des données sur lesquelles les enfants peuvent s'appuyer pur construire d'autres savoirs.
259	Quelque chose qui suscite une interrogation, qui pose un problème auquel on peut répondre de façon rationnelle.	Une personne qui tente de répondre à ses interrogations de façon rationnelle par le biais d'une preuve (expérience, modélisation, observation…).	Il est nécessaire que les élèves bénéficient d'un tel enseignement afin d'apprendre à voir le monde avec un œil objectif et de le comprendre.
260	Si en partant d'hypothèses de départ, et après expérimentations on peut valider ou non valider de façon formelle l'hypothèse de départ.	C'est une personne qui adopte une démarche scientifique, qui part d'hypothèses, fait des expérimentations et valide ou ne valide pas les hypothèses de départ. C'est une personne qui n'a pas de certitudes et sait remettre les choses en cause.	Pour avoir un esprit critique, savoir observer, réagir, critiquer, émettre des hypothèses, analyser. Ce sont des savoir faire indispensables pour toutes les disciplines et pour sa vie d'adulte.
261	A partir du moment où il y a une démarche d'investigation. Observation, hypothèses, expérimentation, résultats, interprétation, conclusion.	Toute personne qui effectue une démarche d'investigation de ce type.	Meilleure approche du monde dans lequel nous vivons ; ouverture d'esprit, connaissance de soi, respect de l'environnement.
262	A partir du moment où il repose sur des preuves cartésiennes, un raisonnement rigoureux.	Etudie les phénomènes réels à partir d'une démarche expérimentale, cartésienne.	Pour développer un esprit rigoureux, la logique (démarche d'investigation) , pour augmenter la connaissance du monde (vivant, végétaux…).
263	Lorsque l'on peut prouver son existence.	Une personne qui essaie de trouver des réponses à des questionnements, qui cherche des preuves tangibles	Pour mieux comprendre le monde, pour acquérir un raisonnement logique, pour apprendre à argumenter, justifier, parce que

		pour expliquer. Qui a un raisonnement logique, qui argumente.	c'est ludique.
264	Il s'agit d'expériences, de questionnements, d'hypothèses sur la matière ou sur des phénomènes aboutissant à une conclusion des recherches.	Est un chercheur qui expérimente dans un laboratoire pour comprendre et expliquer un phénomène.	Pour développer la curiosité, l'envie de comprendre les fonctionnements, les origines, le goût de la recherche.
265	Si elle s'inscrit dans une démarche de type hypothèse, expérimentation, conclusion permettant de comprendre un phénomène de manière rationnelle.	Une personne qui applique cette démarche (expérimental, observation) pour en tirer des règles, des lois ou expliquer des phénomènes.	Permettent d'éveiller les élèves à la démarche expérimentale.
266	Quand cela peut s'explique grâce à une démarche d'investigation.	Quelqu'un qui formue des hypothèses à partir d'un questionnement initial. Puis, à l'aide d'expériences il confirme on non son postulat.	Cela permet aux enfants de découvrir le monde qui les entoure, avec un regard différent de celui du quotidien. Cela permet également d'éveiller leur curiosité et de se poser des questions.
267	En faisant des essais, en émettant des hypothèses et en recherchant des réponses, en étudiant les rapports de cause à effet.	C'est une personne qui s'interroge sur les phénomènes, naturels ou non, et cherche à comprendre leur fonctionnement, leur origine… afin de les expliquer et les reproduire	Pour amener les enfants à développer une curiosité à l'égard des sciences. Par ailleurs cet enseignement permet de mettre en place une démarche scientifique avec une phase de questionnement, une phase de recherche et la formulation d'hypothèses. la curiosité scientifique ne touchera d'ailleurs pas que le domaine des sciences mais s'étendra à tous les domaines tels que l'entourage, l'environnement, la nature, le temps…
268	Appartient aux différents phénomènes que l'on rencontre au quotidien et dont l'étude est basée sur une recherche.	Une personne s'intéressant aux sciences sous différentes formes (hypothèse, recherche, résultat constat).	Pour ouvrir les élèves sur le monde qui les entoure, développer leur curiosité.
269	Qui se base sur un raisonnement.	Quelqu'un qui travaille dans le domaine scientifique.	C'est une discipline au même titre que les maths ou le français. Elargir leur mode de représentation (ouverture d'esprit), acquérir une méthode rigoureuse.
270	Tout est science. Ce qui est scientifique c'est ce qui demande une maîtrise, une étude, une réflexion.	Est quelqu'un qui cherche ou qui étudie quelque chose de concret que l'on ne connaît ou ne connaissait pas.	Les sciences permettent de découvrir le monde à travers différents regards, différents points de vue.
271	Tout ce qui est scientifique est vérifiable par l'expérience.	Une personne qui fait des sciences.	Pour enseigner l'expérience, la rigueur, le doute aux élèves. Pour qu'ils comprennent par eux même des faits, qu'ils émettent des hypothèses, les vérifient.
	Groupe 14 SF		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner la science à l'école ?***
272	Pas de réponse	Est quelqu'un qui ne prendra pas pour acquis une évidence.	Les sciences permettent de comprendre à la fois le monde naturel environnemental et son propre corps. Elles permettent une

			démarche expérimentale qui conforte ou remet en question l'opinion que l'enfant pouvait avoir.
273	Quelque chose est scientifique par rapport au monde environnant.	Une personne qui apporte une réponse, une démonstration, un raisonnement, une démarche.	Parce que l'enfant est confronté à la science en tant que personne passive (il subit) , en tant que personne active (il se questionne, se transforme, il perfectionne, il agit, il découvre).
274	Après avoir été prouvé par expériences, en variant les paramètres, en vérifiant les résultats sur la durée, ou bien les confrontant avec d'autres résultats.	Quelqu'un qui cherche, s'interroge, tente de valider ses hypothèses à travers ses expériences successives pour apporter des réponses.	L'enfant s'interroge, confronte ses idées avec celles des autres, construit une démarche pour essayer de répondre à une question. Il tente aussi d'expliquer sa démarche, vérifie…
275	Si on peut l'expliciter, le comprendre, le reproduire, l'améliorer.	Se pose des questions sur les comment, a des connaissances qui lui permettent de comprendre, émet des hypothèses, interprète des résultats.	Montrer aux enfants qu'il n'y a pas de magie. De comprendre le monde qui les entoure. Apprendre à émettre des hypothèses, vérifier les hypothèses, et surtout aux résultats trouvés, apprendre à les interpréter.
276	Si elle correspond à une démarche d'investigation : hypothèse, expérience qui infirme ou confirme, pose une problématique : résolve une question et en soulève une autre.	C'est peut être d'abord une attitude face au monde, une personne qui a une attitude d'interrogation.	Créer une ouverture sur le monde, démarche de curiosité intellectuelle, aller vers…
277	Phénomène que l'on peut explique par l'observation.	Personne que grâce à une méthode, un raisonnement, peut comprendre, expliquer certains phénomènes et les reproduire éventuellement.	Pour rendre les enfants curieux et leur permettre de commencer à comprendre ce qui les entoure grâce à une démarche.
278	Quand ce quelque chose a trait à un phénomène naturel ou pas pouvant s'expliquer par un raisonnement.	Une personne qui travaille à comprendre et à disséquer les mécanismes de fonctionnement de la nature.	Par obligation.
279	A partir du moment où elle permet de prouver le fonctionnement de certains phénomènes observables.	Quelqu'un qui cherche à comprendre les phénomènes observables et qui trouve des explications vérifiables.	Pour permettre aux enfants de comprendre le monde qui les entoure. Cela peut les aider à donner un sens à leur vie. Cela peut leur permettre aussi de contribuer à trouver des solutions aux grands problèmes de la planète.
280	Besoin de preuves, d'expériences variées, de vérifier par soi même.	Quelqu'un qui expérimente, parfois à partir d'éléments concrets ou non, une certaine démarche…	Pour avoir une certaine ouverture d'esprit, acquérir une démarche, remettre en cause certaines notions réfléchir par hypothèses, déduction…
281	Lorsque le résultat d'une étude démonte ou prouve les mécanismes d'un phénomène ou d'un état naturel.	Personne qui en fonction de connaissances acquises émet des hypothèses pour démontrer ou étudier des éléments non encore expliqués	Expliquer l'environnement.
282	Si l'on peut l'expliquer, le démontrer, le prouver.	Quelqu'un qui prouve, qui démontre, qui explique des faits, des évènements.	Pour développer une manière de penser, de raisonner, d'expliquer les choses.
283	Tout n'est il pas scientifique ?	Tout le monde est un scientifique à partir du moment où il se pose une question et qu'il expérimente pour trouver la réponse. C'est comme Mr Jourdain, on fait des sciences sans le	Enseigner les sciences pour donner aux enfants le goût du questionnement. Arrêter de dire je ne sais pas et mettre en place une démarche pour trouver sa réponse.

		savoir.	
284	Elle peut être observée directement ou indirectement et expliquée mathématiquement, se reproduire.	Un expérimentateur.	Pour développer chez l'enfant la curiosité.
285	Démarche, partir de quelque chose de concret ; fait que l'on peut expliquer ; objet : comment a t il été conçu, il a été fabriqué, pourquoi, pour qui.	Qui se pose des questions, qui n'accepte pas de ne pas comprendre l'origine d'un fait, d'un événement.	Pour qu'ils soient plus curieux, qu'ils aillent au delà de l'apparence. Esprit critique, contre leur passivité
286	Si quelque chose est démontrable, pas forcément prouvé, basé sur l'expérimentation et la recherche de la vérité.	Une personne qui recherche par l'expérimentation à vérifier ce qu'il pense ou revérifier ce que l'on pense savoir.	Pour susciter la démarche d'expérimenter pour valider les hypothèses ou questions que les élèves pourraient se poser.
	Groupe 15 Animation Pédagogique		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***
287	Pas de réponse	Qui essaye d'expliquer les choses du réel en utilisant une certaine démarche (cf. ci-dessus)	Pour que les enfants commencent à se bâtir une culture scientifique (connaissances simples), pour commencer à leur faire appréhender la démarche scientifique (questionnement, hypothèses, expérimentation, validation ou non de l'hypothèse de départ…).
288	Qui met en jeu des processus quantifiables, observables.	Qui consacre son temps à l'étude de phénomènes scientifiques.	Compréhension du monde qui nous entoure.
289	Répond à des données spécifiques dans le domaine des sciences. Objet qui sert à comprendre les phénomènes physiques par ex (enfin très dur à comprendre).	Fait de la recherche (scientifique…), s'intéresse aux thèses scientifiques et en élabore par rapport aux expériences.	Pour donner aux élèves quelques bases dans le domaine scientifique. Expliquer les données scientifiques dans le monde qui les entoure. Leur donner envie de faire des sciences par le biais des expériences.
290	A un lien avec les domaines dits scientifiques, démarche : répond à un certain nombre de critères, résultat : doit avoir été établi dans le respect de ces règles, différence entre sciences expérimentales et autres (type math).	Commence par douter, se pose des questions, expérimente, cherche, explique, dans une démarche construite et dont les résultats sont reproductibles.	Pour améliorer la connaissance de soi, de ce qui nous entoure et pour développer la curiosité, le goût de la recherche, de la découverte.
291	Un savoir est scientifique s'il est basé sur l'observation et	A conscience de l'apparence trompeuse de ce qui nous entoure. Il s'interroge en construisant une	Pour mettre à mal la pensée magique. Comprendre le monde qui nous entoure de manière rationnelle. Apprendre à se méfier

	l'expérience. Une technique est scientifique si elle s'appuie sur un savoir scientifique.	expérience capable de mettre en évidence la validité ou la non validité d'une hypothèse. Le scientifique se doit de mettre en évidence des relations de causes à effets.	de corrélations.
292	On peut l'explique rationnellement…? Développer des hypothèses, faire des expériences, des conclusions…	Se pose des questions sur le monde qui l'entoure… cherche à comprendre le pourquoi des choses…	Pour que les enfants se posent des questions sur le monde qui les entoure. Développer l'esprit critique.
293	Pas de réponse.	Qui cherche à comprendre le fonctionnement du monde.	Développer l'esprit critique des enfants. Leur faire découvrir le fonctionnement des choses. Aider les enfants à comprendre les choses.
294	Tout est scientifique. La science découle du naturel, elle dévie ou détourne le primitif, mais elle se veut au service de l'homme.	Ne s'arrête pas au constat de la réalité mais qui va au delà et qui cherche à comprendre les tenants et les aboutissants des choses et des êtres.	Peut être parce que sans considérer la notion de programme, on peut ouvrir l'enfant sur son être et son devenir.
295	A partir du moment où elle peut faire l'objet d'observations, d'expérimentations de manipulations et ou qui permet d'observer des transformations.	Qui fait des sciences. Va faire interagir différents éléments afin d'observer les réactions obtenues et de dégager des propriétés. Va observer divers éléments pour en dégager les caractéristiques.	Matière au programme. Faire prendre conscience de certains phénomènes aux enfants.
296	Quelque chose qui se démontre avec des expériences.	Expérimente pour pouvoir proposer des pistes de travail.	Parce que c'est au programme.
297	Dès qu'il y a un problème à résoudre, des hypothèses à émettre.	Fait des sciences, qui s'intéresse de très près au pourquoi des choses, qui élabore de thèses, des hypothèses sur des sujets précis, pour apporter des solutions.	Eveiller les enfants au monde qui les entoure. Les enfants s'intéressent au pourquoi et comment des choses, ils cherchent des réponses que l'on peut peut-être apporter par des petites expériences qui vont les marquer plus qu'une leçon de théorie.
298	Observable, mesurable, reproductible.	Décrit un phénomène, mesure ce phénomène.	Les sciences sont de plus en plus prégnantes dans nos sociétés. L'impasse est impossible. Les défis de demain (énergétiques, alimentaires…) seront résolus peut-être par les sciences (si le politiques s'en donnent les moyens…)
299	C'est un fait que l'on peut connaître par l'observation, par le calcul.	Observe beaucoup, calcule, formule des déductions pour comprendre des phénomènes.	Nous vivons avec, pour, par les sciences.
300	Il faut que cette chose ait été soumise à l'expérience, que l'expérience vérifie les hypothèses de départ.	Qui fait des hypothèses, expérimente pour vérifier ses hypothèses et en tire des conclusions pour valider ou non ses hypothèses.	Pour que chacun puisse mieux appréhender le monde dans lequel il vit et participer à son évolution dans le bon sens.
301	Complexité, née d'une réflexion, répondre à un besoin, aboutissement.	Se pose des questions, vérifie ses hypothèses.	Amener à la réflexion.
302	Démarche scientifique : recherches, expériences, déductions, preuves. Quelque chose est	Fait des recherches dans un domaine précis.	Pour développer un esprit scientifique : observation, expérience, déduction.

	scientifique si elle a été scientifiquement prouvée.		
303	Lorsqu'il y a eu des hypothèses et qu'elles ont été vérifiées par le calcul, l'expérience.	Se pose des questions sur une réalité ou et qui recherche des réponses en éprouvant chaque réponse à des tests, des calculs. Il démontrera que sa ou ses réponses ont été prouvées ou démontrées.	Pour donner le goût de la recherche, pour apprendre à se poser des questions sur le monde qui nous entoure, pour mieux comprendre comment fonctionne le monde qui nous entoure intérieur et extérieur.
304	Tout objet est scientifique par définition cela dépend du regard que l'on pose sur lui.	Analyse le monde, les relations, les objets en suivant une démarche de questionnement, analyse du rapport des objets, des notions les uns vis à vis des autres.	Aider l'enfant à comprendre le monde qui l'entoure et l'amener à une meilleure maîtrise de son environnement et de son évolution dans cet environnement.
305	Je ne sais pas.	Se pose des questions et tente d'y répondre en faisant des expériences.	Développer la curiosité, l'observation, l'analyse, répondre à des questions sur le monde qui l'entoure.
306	Est sujet à observations, recherches, calculs, expériences…	Qui fait des recherches, observe.	Pour que les enfants prennent plaisir à faire des recherches, des expériences…
307	Si on peut la prouver, justifier par l'observation, l'expérience.	Prouve ses hypothèses à partir d'observations, manipulations.	Pour que les élèves apprennent à observer, à se poser des questions sur l'environnement extérieur et à manipuler pur vérifier ou non ce qu'ils pensent.
308	Si on peut apporter par l'expérimentation une réponse à un problème initial posé.	Qui par l'expérimentation fait des recherches pour apporter des solutions à un problème ou découvre quelque chose de nouveau	Pour éveiller les enfants à la recherche, pour apprendre des notions scientifiques, pour respecter les programmes.
309	Si on se pose une question dessus et que l'on peut répondre par une expérience.	Qui fait des sciences.	Pour développer une démarche scientifique.
310	Définir d'abord le quelque chose, peut être que cela est déjà scientifique car il y faut de la méthode, des protocoles. Je ne pense pas que qq chose soit scientifique en soi, cela le devient par son étude.	Qui étudie un, tous les quelque choses, qui se pose des hypothèses.	Pour savoir ce qu'est quelque chose de scientifique.
311	Si c'est vérifiable : on peut le prouver par des observations ou expériences. Si c'est en lien avec des phénomènes naturels et des éléments (eau, air…).	Qui par le biais de recherches, d'observations et d'expériences prouve l'existence de différents phénomènes, rend le quotidien rationnel.	Pour appréhender le monde et la vie d'un œil averti, pour apprendre à réfléchir et à raisonner, à observer et à comprendre des faits quotidiens, à argumenter et développer son esprit critique.
312	Si l'on se pose des questions.	Quelqu'un qui sait répondre à la première question sans hésiter.	Pour développer une démarche scientifique.
313	Si elle a fait l'objet d'une démarche scientifique (hypothèse, expérience, démonstration, validation, invalidation). Si elle fait partie d'un domaine scientifique.	Qui fait des sciences (voir plus haut dans la démarche).	Occasion de manipuler, de chercher, d'expérimenter, d'observer, puis de se mettre à distance (trace écrite, réflexion abstraite…) transversalité .
314	C'est ce qui peut s'expliquer, se tester d'un point de vue expérimental.	Qui tente d'expliquer un phénomène d'un point de vue expérimental. C'est un chercheur de	Il s'agit de permettre aux enfants d'avoir un comportement scientifique. De faire en sorte qu'ils ne soient pas tentés de qualifier un

		réponses. Il n'est pas dans le subjectif mais dans l'objectif. Il se pose des questions : pourquoi, comment. Il fait des hypothèses et cherche à les vérifier, confirmer ou infirmer.	phénomène de magique. Leur permettre d'observer et d'avoir une démarche d'investigation…
315	Cela doit relever de trois passages, les hypothèses, l'expérience et les résultats attendus qui valident ou réfutent les hypothèses.	Qui s'interroge sur le monde qui l'entoure et qui fait des expériences pour répondre à ses interrogations.	Cela permet de développer chez l'enfant l'esprit critique, s'interroger, développer son esprit logique…
316	Si ce quelque chose a fait l'objet d'une hypothèse, d'expériences permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.	Dans un domaine bien défini, se pose des questions précises, émet une hypothèse pour y répondre, élabore des expériences selon un processus bien établi, fait ces expériences, y apporte sa conclusion.	Pour éveiller la curiosité des enfants sur le monde qui les entoure, leur apprendre à se poser des questions, à imaginer des expériences pour tenter de répondre à ces questions.
317	Démontrable par l'expérimentation, l'observation. Active des connaissances propres à une science ou plusieurs ;	Détient des connaissances dans un domaine scientifique, qui émet des hypothèses à partir de questions et qui tente de les valider.	Donner aux enfants l'habitude de se poser des questions sur le monde qui les entoure. Les aider à comprendre les phénomènes. Les familiariser avec la démarche expérimentale.
318	On pense à la notion d'expérience. Réaction de cause à effet.	Est capable de comprendre, de découvrir les phénomènes scientifiques.	L'enfant doit se poser des questions, être curieux, avoir envie de savoir, ouverture d'esprit.
319	Lorsque ça peut être expliqué et démontré par des expérimentations, des faits réels.	Cherche à comprendre des phénomènes en se basant sur une démarche expérimentale. Il établit des hypothèses puis cherche à les affirmer ou les réfuter en se basant sur des résultats concrets qui peuvent être expliqués à d'autres personnes.	Pas de réponse.
320	Si la démarche part d'un questionnement, se base sur des hypothèses et demande une recherche sans obligation de résultat.	Applique une démarche, un protocole dans un but de validation ou d'invalidation d'hypothèses.	Pour donner aux enfants un esprit critique, un désir de recherche, développer le sens de la curiosité, apporter des éléments de culture générale.
321	Une démarche scientifique s'appuie sur des hypothèses, des expériences pour vérifier ou non ces hypothèses et une conclusion à l'issue de ces expériences ;	Etudie le milieu dans le quel nous vivons, les différents états de ces milieux (milieu biologique, géologique…) C'est aussi quelqu'un qui fait des recherches, met en place des expériences, pose des postulats et les vérifie.	Pour que les enfants comprennent les relations des individus à l'environnement dans lequel ils évoluent, les relations et les évolutions des différents êtres vivants. Pour qu'ils se posent des questions.
322	Quelque chose qui soulève des interrogations.	Qui se pose des questions sur le monde qui l'entoure et se sert de l'expérience pour tenter d'y répondre.	Pour apprendre à se poser des questions et à mettre en place des démarches expérimentales pour trouver les réponses
323	Si on peut l'expliquer de façon rationnelle. Si on peut faire des expériences.	Réfléchit, qui explique les phénomènes terrestres, qui essaie d'améliorer les techniques, la protection de la nature, le bien être des gens et l'environnement.	Pour comprendre le fonctionnement de ce qui nous entoure, matière, objet, vivant et faire évoluer les démarches, les recherches… Créer des vocations futures.
324	Lorsque l'on fait des expériences en changeant un élément à chaque fois.	Fait des expériences.	Pour développer l'esprit critique et la réflexion des enfants.

325	Pas de réponse.	Essaye d'explique des phénomènes.	Pour développer la démarche d'investigation des enfants, pur qu'ils prennent conscience qu'il existe des lois scientifiques.
326	Qui relève de l'étude des phénomènes naturels.	Etudie les sciences.	Pour que l'enfant s'interroge sur ce qui l'entoure et ai un comportement actif de recherche sur les phénomènes (explications) qu'il observe.
327	Cela s'appuie sur des expériences pratiques ou des calculs qui répondent à des lois mathématiques, des théorèmes.	Etudie, cherche à comprendre le pourquoi, le comment des choses.	A apprendre à chercher soi-même le pourquoi, le comment des phénomènes qui nous entourent. Enlever le côté magique, irrationnel…
328	Si tout ce qui découle d'une théorie peut se vérifier par des mesures.	Vérifie ses hypothèses (livres déjà existants, expériences) et mesures. Si quelque chose ne peut pas s'expliquer par les hypothèses, il faut changer la théorie.	Faire distinguer aux enfants l'imaginaire des films (vampires, star wars…) et ce qui existe réellement (dinosaures, avions…). Les faire se poser des questions sur le pourquoi, comment ça marche…
329	Pas de réponse.	Cherche à comprendre le fonctionnement des choses, qui démontre, qui expérimente, qui déduit…	Pour que l'enfant comprenne son environnement, le monde dans lequel il vit, pour qu'il se pose des questions (qu'il ne perçoive pas les choses comme toutes faites).
330	Pas de réponse.	Qui étudie le monde vivant, se pose des questions sur ce qui l'entoure et tente d'y apporter des réponses par l'étude approfondie ou par des expériences.	Pour éveiller l'enfant au monde qui l'entoure, lui faire prendre conscience qu'il y a parfois des différences entre ce qu'on imagine et la réalité. Lui faire se poser des questions. Lui faire imaginer des démarches expérimentales.
331	Pas de réponse.	Est essentiellement curieux, observateur qui cherche toujours le pourquoi des choses.	Pour mieux appréhender son milieu de vie, s'y intégrer, le respecter.
332	Pas de réponse.	Cherche à démontrer dans un domaine précis.	Pour que les enfants entrent dans une démarche et se posent des questions, que tout ne soit pas accepté d'emblée. Pour que les enfants apprennent à démontrer des faits et se les approprient.
333	Cela dépend de la méthode utilisée. Il faut une démarche particulière élaborée à partir d'une question : avec des expériences multiples destinées à vérifier ou non des hypothèses.	Qui étudie les différents champs (ou un des champs) scientifiques : physique, chimie, biologie.	Pour donner aux enfants le goût d'expérimenter, de chercher, de se questionner. Pour commencer à leur donner des explications à certains phénomènes. Parce qu'ils s'y intéressent beaucoup
334	Pas de réponse	Observe, manipule, réfléchit, essaye… et en tire des conclusions, des résultats.	Pour connaître le monde qui nous entoure : le vivant, la matière, les objets, pour avoir un esprit de réflexion à travers une démarche d'investigation.
335	Emettre des hypothèses, les vérifier, maîtriser les différents paramètres et conclure sur son expérience	Qui fait des recherches.	Pour montrer aux enfants comment fonctionne le monde animal, végétal… Leur donner cette démarche scientifique.
336	Pas de réponse.	Se pose continuellement des questions et cherche des réponse en émettant des hypothèses et en vérifiant par des manipulations, des expériences.	Pour l'enfant c'est développer la curiosité, favoriser le questionnement, émettre des hypothèses et les vérifier.

337	C'est une matière, une discipline où on peut faire des expériences, donner des théories, observer, analyser et conclure.	Pratique une science qui observe et essaie de tirer des conclusions sur son observations	Les sciences permettent d'acquérir une démarche intellectuelle spécifique : observations, analyse, conclusion, expérimentation.
338	Quand il y a un rapport de cause à effet.	Fait des expériences pour démontrer ses hypothèses.	Apprendre l'expérimentation.
	Groupe 16 Animation pédagogique		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***
339	A été soumis à des expériences selon des critères définis. Ces expériences ont donné lieu à des observations et à des conclusions. On peut représenter quelque chose de scientifique en décrivant les critères et conditions de l'expérience, ce qui se passe et enfin en donnant des conclusions sur les phénomènes observés.	Est quelqu'un qui met en expérience certains phénomènes, les observe et en dégage des propriétés.	La démarche scientifique à l'école permet aux enfants de structurer une démarche d'expérimentation, de réflexion et d'esprit de synthèse sur ce que l'enfant a observé.
340	Il faut que l'on puisse faire des expériences comparatives, on doit avoir une classification.	Une personne qui par des expériences ou manipulations de donnés vérifie des hypothèses (utilise la démarche scientifique).	Car cela ouvre la démarche du questionnement, de la curiosité, l'envie de comprendre pour les enfants.
341	Une question que l'on se pose à laquelle on essaie de répondre en faisant unes expérience à partir d'hypothèses et les résultats de cette expérience viennent valider ou non cette hypothèse.	Une personne qui mène des expériences sur des phénomènes de la nature et qui fait des interprétations à partir des résultats qu'elle a obtenus.	Pour ouvrir l'esprit des enfants et développer leur esprit critique et leur imagination.
342	A partir du moment où l'on peut faire des expérimentations pour vérifier ou non un fait.	Une personne qui élabore des hypothèses, les vérifie en mettant en place des expériences.	Pour apprendre la démarche scientifique, hypothèse, vérification par des expériences. Apprendre à avoir un esprit critique, s'ouvrir sur le monde scientifique.
343	Dans le cadre de séances mises en place dans différents domaines, je pense au côté scientifique lorsque l'approche développe des différentes phases de la démarche scientifique (émission d'hypothèses, déroulement, vérification des hypothèses).	Intérêt dans toutes les phases d'explications, de déroulement, d'émission, vérification d'hypothèses.	Faire apparaître la démarche scientifique (utile dans tout).
344	Quelque chose qui interroge, qui se mesure, qui s'étalonne, qui	Se poser des questions sur quelque chose, émettre des hypothèses, mettre en place des expériences	Pour comprendre notre monde, avoir une attitude scientifique, se poser des questions, trouver des réponses.

	s'observe, il y a différents états.	pour répondre aux hypothèses, tirer des conclusions, trouver des réponses aux questions de départ.	
345	Si dans la répétition de l'expérience, mêmes données, même contexte, le résultat est le même. Démontrer, retrouver dans la répétition le même résultat.	Qui voit autrement le monde abstrait, qui s'interroge, observe, émet des hypothèses, les vérifie pour faire aboutir un problème concret, une préoccupation faisant avance l'humanité à travers les progrès de la science.	Enseigner la rigueur mathématique, l'interrogation sur le monde qui nous entoure, former l'esprit rigoureux, logique ,inventif et créateur.
346	Qui peut être vérifié, démontré, qui résolve des problèmes.	Qui se pose des questions sur sa spécialité. Qui recherche, analyse, fait avancer les connaissances	Emettre des hypothèses sur un fait, développer la réflexion, le langage, l'écoute de l'autre
347	On peut le démontrer.	Qui s'intéresse à la science, qui cherche des explications aux phénomènes observés.	Pour intéresser l'enfant à la science et répondre à des questions qu'il se pose, pour l'amener à se poser des questions.
348	Variables identifiées, reproductibles dans le domaine du vivant il y a du scientifique mais beaucoup d'inconnue…	Qui analyse et décortique les pourquoi et comment des choses vivantes et matérielles.	Pour éveiller l'esprit critique et la volonté de vérifier ce qui est dit.
349	Utilisation de la démarche expérimentale, hypothèse, expérimentation (répétabilité), conclusion (réajustement des a priori).	Une personne qui utilise la démarche expérimentale pour répondre aux interrogations qu'il se pose sur le fonctionnement du monde qui l'entoure.	Afin de développer les capacités d'observation, d'esprit critique et de réflexion sur le monde.
350	S'il s'apparente à des phénomènes naturels.	Qui étudie les phénomènes qui se trouvent dans la nature. Qui essaie d'expliquer ces phénomènes.	Pour avoir un esprit critique, pour avoir une démarche de réflexion (hypothèse, expérience, conclusion).
351	Il faut faire des hypothèses, vérifier si cela se confirme d'une manière que l'on peut démontrer plusieurs fois.	Se pose constamment des questions, émet des hypothèses et vérifie par des expériences pour conclure des vérités.	Pour faire des petits scientifiques en herbe.
352	Ce qui passe par l'expérimentation, la découverte.	Hervé This me semble un scientifique pédagogique, vulgarisateur de l'expérimentation applicable au domaine de la cuisine.	Une façon d'appréhender le monde.
353	Si on peut mettre en place des expériences, des hypothèses, des vérifications, une démarche pour trouver une vérité.	Qui part d'une hypothèse et cherche à la vérifier par une série d'expériences.	Pour développer chez l'enfant, une attitude, une démarche.
354	S'il s'apparente à la science, science : savoir.	Quelqu'un qui s'occupe de science… qui cherche à savoir.	Eveiller la curiosité, le questionnement, initier une démarche expérimentale, scientifique à travers des questionnements, approche de la vie, du concret.
355	Si elle a été vérifiée par l'expérience et le raisonnement.	Quelqu'un de rare en France. Il vérifie les hypothèses qu'il émet sur son environnement, il a des théories qu'il essaie de mettre à l'épreuve de la réalité.	Pour que les scientifiques soient moins rares en France. Pour éveiller l'intérêt des enfants à la recherche.
356	Il provoque le questionnement, la prise de tête.	Quelqu'un de lointain, qui fait de longues marches dans la montagne, qui vit en ermite, avec qui on ne peut rien échanger car le quotidien est trop problématique.	Cela développe le questionnement, la curiosité.

357	Quand on suit la démarche scientifique : hypothèse, expérimentation, conclusion.	Qui met en place des expériences à partir d'hypothèses afin de les valider ou non.	Afin d'éveiller et de développer l'esprit critique.
358	C'est quelque chose de démontrable, peut s'expérimenter et qui est généralisable.	Une personne qui se pose des questions sur le monde.	Pour amener les enfants à raisonner , à doper leur esprit critique, citoyen pour ne pas se laisser influencer par des croyances.
359	Le raisonnement, la logique.	Celui qui manipule, qui fait des recherches.	Pour apprendre la vie animale, végétale, faire des expériences.
360	Vérifient hypothèses par l'expérience.	Elabore des hypothèses à partir d'expériences.	Développer l'esprit scientifique, nouvelle vision d'aborder le monde.
361	Comment savoir si quelque chose est scientifique.	Quelqu'un de curieux qui s'intéresse à tous le phénomènes naturels vivants ou pas.	Donner le goût très tôt des sciences, développer l'esprit scientifique, donner le goût, l'envie de faire des expériences, favoriser des vocations car il manque des scientifiques dans les facultés.
	Groupe 17 Animation pédagogique Maternelle		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***
362	Si on a besoin de faire des expériences.	Qui effectue des recherches, des expériences.	Cela permet aux enfants de réfléchir sur des sujets souvent inconnus par les enfants.
363	Quand il est démontré via des propriétés précises	Manipule, travaille et recherche des concepts scientifiques.	Car il s'agit de créer des apprentissages premiers et de développer les premiers concepts scientifiques chez les élèves de l'école maternelle.
364	En se basant sur des données fondamentales pour vérifier et tester.	Une personne ayant des connaissances scientifiques, effectuant des tests, soit pour vérifier des « vérités », soit pour trouver d'autres règles.	Habituer les enfants à se poser des questions sur leur environnement pour essayer de le comprendre, et les amener à vérifier par des expériences et des expérimentations.
365	S'il pose un problème, un questionnement qu'on va essayer de résoudre en apportant une ou des solutions en faisant des expériences, de la manipulation.	Est amené à chercher des solutions à un problème qu'il se pose en faisant des expériences	Pas de réponse.
366	Réponses doivent mettre en place une démarche de vérification ou d'hypothèses.	Applique les techniques des sciences.	Pour développer une démarche curieuse, phase d'étonnement, questionnement, curiosité ; faire des expériences, tâtonner et vérifier ses hypothèses
367	Mesurable, quantifiable, démontrable.	Doute, cherche, remet en question, analyse, vérifie ses hypothèses.	Pour former des esprits libres (libérés des idées reçues et des superstitions populaires).
368	Du moment où il peut être vérifié et ou quantifié.	Sont des chercheurs, des personnes qui s'intéressent aux pourquoi du comment. Qui ont besoin de mettre en place des expériences pour justifier ou trouver des réponses.	Former des esprits chercheurs, se poser des questions et s'interroger sur le monde. Réaliser des expériences.
369	Tout peut être scientifique à partir du moment où on en tient compte dans son expérience. Or, tout peut	C'est une personne qui s'inscrit dans une démarche scientifique c'est à dire qui a une problématique, de celle-ci en découle des hypothèses,	Permet de rendre l'élève actif dans sa découverte du monde. Et, cela lui permet de s'inscrire dans un protocole expérimental, c'est à dire de prendre en compte une

	être considéré comme une variable. Donc, tout peut influer sur une problématique.	des expériences (avec différentes variables, une qui varie par expérience) et des conclusions.	variable par expérience, de faire des hypothèses, des expériences, des schémas, des conclusions.
370	Parce que l'on peut le prouver, le démontrer.	Qui applique une démarche scientifique qui tend à démontrer ce qu'il affirme.	Car il est important pour les enfants de comprendre ou d'être mis en confrontation avec la démarche scientifique et de la comprendre.
371	Quand : régit par une loi issue de la science, domaine des sciences (naturelles, bio, réact dans la nature, enchaînement bio mécanique. On lui trouve une explication plus ou moins logique découlant de faits.	Bac plus 8 que ne trouve pas d'emploi. Chercheur. Administratif.	Acquérir une logique. Eveil au monde. Des scientifiques y ont trouvé de bons arguments et des effets positifs sur l'enfant.
372	A partir du moment où il y a de la recherche et qui demande des réflexions.	Qui s'interroge sur les différentes manifestations qui l'entourent et qui se pose des questions sur les phénomènes.	Pour découvrir le monde et éveiller tous ses sens.
373	Lorsque nous avons une question et l'on peut prouver par une démonstration, expérience pour en tirer une conclusion.	Une personne qui conçoit une chose comme vraie uniquement quand elle est prouvée.	Pour développer le raisonnement logique et la capacité à se poser des questions et trouver une manière d'y répondre.
374	Lorsqu'il peut s'expliquer au travers d'expériences et s'expliquer.	Une personne qui met en œuvre des démarches expérimentales pour expliquer ou démontrer des faits naturels.	Pour permettre aux enfants d'avoir une première démarche expérimentale : observer, dessiner, recherche une ou des explications au travers de documents, conclure.
375	Si d'une cause précise on obtient un effet qui se renouvelle toujours.	C'est quelqu'un qui s'en tient aux faits, qui expérimente, qui s'en tient aux causes et aux effets.	Pour donner aux enfants le goût de l'observation à un moment où ils sont encore capable d'être émerveillés.
376	Si la chose a été vérifiée, testée, analysée plusieurs fois avec des résultats similaires réguliers.	Un chercheur, testeur, analyste, et qui est en danger de perte de salaire et de poste en ce moment.	Pour répondre aux interrogations et ouvrir l'esprit des enfants vers un monde cartésien et lutter contre le fanatisme religieux.
377	A l'origine une question puis une observation, une analyse et tenter de donner une réponse de causes à effets.	Un homme dont l'objectif est de trouver une explication à une question (d'après une observation).	Permettre dès le plus jeune âge d'adopter une attitude scientifique face au monde ; question, observation, analyse, réponse (si possible).
378	Doit être prouvée par une expérience.	Pas de réponse	Ouverture d'esprit, se questionner, manipuler, trouver des réponses (ou pas !) à des questions que l'on se pose.
379	Peut être soumis à l'expérience et vérifié. Répond à une interrogation en nécessitant une expérience.	Qui s'interroge et qui fait des recherches et des expériences pour répondre à ses interrogations.	Pour leur donner les clés de la compréhension du monde qui les entoure. Pour leur apprendre à avoir un raisonnement. Pour susciter leur curiosité.
380	Quand on peut l'expliquer, le démontrer, l'expérimenter.	Une personne qui se pose des questions et qui veut toujours trouver les réponses. L'envie de découvrir en premier.	Pour éveiller l'enfant et lui faire comprendre le monde qui l'entoure, et l'inciter à se poser des questions et aussi expérimenter.
381	Pas de réponse.	Une personne qui étudie, analyse et cherche à comprendre des	Pour développer l'esprit critique et d'analyse des enfants.

		phénomènes scientifiques.	
382	Si cela peut se vérifier grâce à des observations, des expériences.	Qui fait des expériences, qui a besoin d'essayer et de vérifier ses théories.	Pour développer la réflexion chez les enfants. Pour leur faire faire des essais, des observations, se poser des questions et chercher à y répondre.
383	Est vérifiable, réfutable, reproductible.	Dont le métier est de faire avancer les connaissances.	Pour susciter la curiosité pour les sciences à un âge où les enfants sont naturellement curieux, et pas encore pleins d' a priori contre les sciences.
384	Lorsqu'une démarche expérimentale a été mise en œuvre : questionnement, puis hypothèses, puis expérimentation et enfin conclusion.	Qui adopte une démarche expérimentale pour essayer de valider une hypothèse.	Pour inciter les enfants à se poser des questions, puis à adopter une démarche afin de valider ou invalider les hypothèses émises.
385	Lorsqu'une théorie est vérifiée par l'expérience (réitérée dans différentes conditions) et ce jusqu'à ce que une nouvelle théorie vienne contre dire la première. De façon générale est scientifique quelque chose qui peut être vérifié (expérimenté) à partir de différentes hypothèses.	Un vieux monsieur très ennuyeux (stéréotype) toute personne capable de vérifier ses hypothèses.	Parce que c'est écrit dans les programmes !
386	Que l'on peut remettre en cause dans le sens où l'on peut le vérifier ou le contredire, mettre en place des expériences concrètes pour cela.	Une personne qui fait des recherches, qui expérimente, qui cherche des informations qui l'aideront à avancer dans sa propre recherche. C'est quelqu'un qui prouve des choses.	Pour développer l'esprit critique. Apprendre l'enfant à chercher, rechercher, approfondir sa pensée, formuler des hypothèses, affirmer ses choix, dire pourquoi. Pour apprendre à travailler ensemble en groupe. Pour apprendre à écouter l'autre et ses idées. Pour développer sa curiosité.
387	Si l'objet d'étude nécessite un questionnement une interrogation.	Qui questionne les chose et va au delà des évidences.	Pour permettre aux élèves d'interroger le monde qui les entoure et s'interroger eux mêmes.
388	Si on peut le répéter, l'observer et se conformer aux faits, et non à des interprétations non étayées.	Un curieux, qui cherche à comprendre ce qu'il observe, qui part d'observations, utilise son intuition et ses connaissances pour modéliser, mettre en équation par des successions d'expériences (et qui cherche toujours la contre expérience).	Pour aider les enfants à se questionner, à expérimenter, et ne pas croire sans s'engager.
389	Pour être scientifique, il faut que cette chose soit basée sur des éléments avérés ou démontrés ;	Une personne qui cherche à démontrer ou à prouver un phénomène. Une personne qui peut expliquer tel ou tel phénomène par les éléments qu'il a mis en évidence lors de ses recherches.	Parce que les enfants sont demandeurs, parce qu'ils sont intéressés par le pourquoi des choses. Parce qu'elles permettent beaucoup de manipulations plus des phases de travail pluridisciplinaire (langage, maths…).
	Groupe 18 a Formation Continue		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***

390	Si cela tente de répondre à une question en utilisant des expériences, c'est scientifique. Il faut également que les protocoles expérimentaux soient rigoureux, d'est à dire qu'ils n'oublient pas de paramètre important.	C'est quelqu'un qui s'attaque à un problème en essayant de le résoudre ou d'y répondre par l'expérience d'abord, puis par la construction d'une démarche ou d'un modèle.	Pour lutter contre l'obscurantisme, développer des compétences d'analyse, donner à comprendre l'environnement technologique moderne.
391	Si elle est vérifiée par plusieurs personnes, validé par des expériences, reproductible dans différentes conditions et à n'importe quel moment.	Qui essaie d'expliquer une réalité, d'en comprendre le fonctionnement et de le reproduire à l'infini ou de l'expliquer.	Pour comprendre le vivant, pour essayer de répondre à des questions existentielles et pour que les personne aient un regard critique sur le monde et n'acceptent pas de dogmes. C'est apprendre à se poser des questions et à rechercher des réponses avec un œil critique.
392	Qui appelle une démarche d'investigation, avec une phase d'hypothèses, de recherches et de confrontation des résultats	Une personne qui recherche, transmet des savoirs.	Pour susciter la curiosité, l'intérêt des enfants sur des sujets abscons. Pour leur permettre de réfléchir par eux mêmes.
393	Si cela se rapporte à un fait, un objet lié aux sciences (nature, physique) et à leur fonctionnement.	Personne pour qui la science fait partie intégrante de sa vie professionnelle, qui par ses connaissances est capable d'avoir une réflexion sur un fait scientifique et sur sa propre démarche de raisonnement.	Montrer aux élèves le fonctionnement de l'environnement. Plus développer leur sens critique, basé sur l'observation.
394	Si quelque chose est scientifique on peut apporter des preuves et c'est une chose (une explication) que l'on peut réfuter.	Chercheur avec des outils, des méthodes très rigoureuses. Est obligé d'imaginer avant de prouver.	Connaître, comprendre le monde qui nous entoure. Former l'esprit de manière rationnelle.
395	Lorsqu'on va faire du calcul et lorsqu'on est dans le champ d'une activité dont le nom comporte le suffixe « zie ».	C'est quelqu'un qui fait progresser les acquis pour le bien de l'humanité dans le cadre des sciences.	Transmettre le savoir scientifique pour former et faire en sorte que ce qui a été transmis puisse dès lors de développer encore (champ inépuisable) Enseigner les sciences c'est comme passer un témoin.
396	Quand il permet de résoudre un problème qu'on pose via un phénomène naturel.	Qui s'interroge sur des phénomènes naturels ; qui amène une démarche via expérience…	Pour susciter, développer esprit critique, réflexion, interrogation. Pour comprendre à partir du concret ; pour manipuler.
397	Si des lois, règles, formules mathématiques, modèles arrivent à expliquer le phénomène dont on parle.	Personne qui s'efforce de découvrir, d'expliquer, de reproduire certains phénomènes.	C'est de donner un esprit scientifique aux élèves, un schéma de pensées, une méthode de résolution de problèmes, une méthode d'investigation ainsi qu'un regard critique sur le monde qui nous entoure.
398	Lorsque quelque chose paraît incompréhensible.	Un chercheur.	Pour comprendre le fonctionnement de certaines choses, lié naissance de la terre, le système solaire…l'évolution de l'homme, de la planète.
399			
400	A partir du moment où la chose suscite des questions pour lesquelles on va tenter de répondre par une	Qui se pose des questions, cherche… selon une démarche qu'il a préalablement définie. Quelqu'un qui travaille sur quelque chose de	Pour développer le questionnement, l'esprit d'analyse, de critique, la notion de doute et d'incertitude, le langage, descriptif, interprétatif…

	démarche d'investigation (hypothèses, protocole, expérimentation, expériences, interprétation).	scientifique (cf. 1)	
401	Tout phénomène susceptible d'être soumis à une démarche d'investigation.	Est un professionnel dont l'activité consiste à s'interroger sur des phénomènes naturels qui le questionnent.	Pour permettre à l'enfant d'acquérir des connaissances (culture) plus une démarche en vue de comprendre les phénomènes naturels.
402	Pas de réponse.	Qui maîtrise (dans une certaine mesure) les connaissances scientifique et s'il ne les maîtrise pas, s'il ne peut pas expliquer un phénomène qui ne collera pas des raisons paranormales derrière ça ou folkloriques oubliées , à des croyances.	Pour aborder le monde de manière sensée et cohérente. Pour éviter les idées reçues. Pour éviter les grosses bêtises.
403	Quand ce quelque chose amène à se poser une question très simple : comment ça marche ?	Qui essaye d'amener des réponse ou des morceaux de réponse à une question.	Pour amener les enfants (déjà curieux de nature) à se poser des questions et leur donner des outils pour commencer à y répondre.
404	On peur le répéter à l'infini et on aura toujours le même résultat.	Un imaginatif, qui se pose des questions sur le monde qui l'entoure et qui essaie d'y répondre en expérimentant ses hypothèses.	Pour donner un esprit critique à nos élèves en les faisant manipuler, se poser des questions, formuler des hypothèses et essayer d'y répondre par l'expérimentation.
405	Mettre en place une situation expérimentale pour évaluer, prouver.	Quelqu'un qui fait des sciences.	Pour avoir des connaissances, qui fait partie du savoir commun à la nature. Pour acquérir la méthode expérimentale.
	Groupe 18 Formation Continue		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***	***Pourquoi enseigner les sciences à l'école ?***
406	C'est toute chose qui soit partie d'une problématique posée. A laquelle on a tenté de trouver la réponse ou la solution en émettant dans un premier temps des hypothèses, dans un second temps des expériences qui tenteraient de répondre à ces hypothèses posées, le tout suivi d'observations confirmant ou infirmant les hypothèses qui alors résoudraient ou pas la problématique de départ.	Personne dotée de l'esprit de curiosité, de recherche et d'observation. C'est un être qui tente de trouver une solution palpable et logique à toute problématique. Il ne croit surtout pas à l'horoscope, la boule de cristal aux gris gris et tout ce qui l'éloigne de la démarche expérimentale.	C'est développer l'esprit critique de l'enfant, aiguiser son sens de l'observation… C'est aussi préparer des générations de scientifiques, piliers de la Nation. Car comme tout le monde le sait il n'y a pas de grandes nations sans développements. Or le développement des peuples et leurs avancées son le fruit du développement scientifique.
407	Si répond à des règles, des connaissances qui peuvent être prouvées, démontrées, des expériences reproductibles.	Qui a fait de l'étude des sciences son métiers ou son objet d'études	Pour répondre au questionnement des enfants. Pour montrer aux enfants que les phénomènes naturels, physiques, répondre à certaines règles qui n'ont rien de magique.
408	Rend compte d'une réalité reconnue, se base sur des	Curieux, rigoureux, sait se remettre en cause, mais un peu entêté,	Développer le goût de la recherche, la curiosité, faire découvrir le monde et le

	recherches et des résultats, à partir d'hypothèses et vérifié.	imaginatif, rêveur.	comprendre, construire une culture, des références pour apprécier le monde, le respecter.
409	On remarque un phénomène, on essaie de l'expliquer, on formule une hypothèse, on expérimente à partir de l'hypothèse, on en tire des conclusions.	Un gros curieux, quelqu'un qui sait réfléchir, un sacré malin, quelqu'un qui se pose des questions sur des phénomènes rencontrés dans le monde et qui cherche à les expliquer.	Pour apprendre aux enfants à connaître le monde, se poser des questions, raisonner, formuler des hypothèses, rechercher des informations partout pour tenter d'y répondre.
410	Cela résulte d'une expérience. On fait l'expérience pour prouver quelque chose.	Qui se pose des questions sur le fonctionnement des choses de la vie, sur tout ce qui existe autour et loin de nous.	Permettent aux enfants de développer leur capacité à expérimenter, à rechercher les phénomènes, le fonctionnement des choses qui les entourent.
411	Cela peut être démontré, prouvé. Cela s'explique. L'expérience peut être renouvelée à l'infini et cela se vérifie à chaque fois.	Quelqu'un qui s'appuie sur des expériences pour étayer se théorie.	Pour aider l'enfant à comprendre le monde qui l'entoure, qu'il comprenne certains faits physiques pour les maîtriser. L'enfant apprend en expérimentant.
412	C'est une recherche, une validation ou non, une expérimentation à partir d'une hypothèse.	Qui cherche à expliquer des phénomènes en testant des réponses possibles.	Pour développer l'esprit critique, pour faire manipuler, pour inculquer et faire découvrir des méthodes de raisonnement, pour ouvrir les enfants sur le monde, pour donner l'envie de découvrir et de chercher, pour la culture.
413	Il y a des hypothèses et des postulats. On cherche à démontrer des faits par des lois physiques (souvent inconnus de moi).	Un chercheur qui étudie la matière.	Pour arriver à l'enfant à avoir une démarche de celui qui se pose des questions et aussi quelques notions de l'univers qui l'entoure.
414	Poser une hypothèse. Mettre en œuvre une démarche scientifique.	Quelqu'un qui expérimente et valide des hypothèses.	S'ouvrir au monde qui nous entoure. Observer, comprendre.
415	On met en place un questionnement, une procédure, constations, hypothèses, mise en place d'expérimentations, conclusions.	Une personne essayant d'expliquer ce qui peut être expliqué par le biais de toute la démarche de la question 1.	Apprendre aux enfants à toucher aux sciences, à leur donner une démarche et un raisonnement. A les inciter à chercher.
416	En tentant de le vérifier par l'expérimentation. en le démontrant.	Une personne qui exerce les sciences (les pratique, les enseigne…).	Pour travailler sur le raisonnement, la justification de sa démarche, pour l'ouverture sur le monde extérieur.
417	Se rapporte à la réalité, ne s'apprend pas par cœur, nécessite un raisonnement	Quelqu'un qui ne tient rien pour acquis, toujours prêt à vérifier son hypothèse par un raisonnement ou des expériences.	Pour inciter les enfants à s'interroger à émettre des hypothèses et à tenter de les vérifier.
418	Pas de réponse.	Une personne qui s'interroge en permanence sur le monde qui l'entoure, monde minéral, végétal, physique, animal et cherche à le comprendre.	Développer la curiosité et la perspicacité, la volonté de comprendre.
419	On peut l'expérimenter, le valider.	Une personne qui étudie les sciences.	Pour obliger les enfants à réfléchir, expérimenter, se poser des questions, émettre des hypothèses, les valider, manipuler…
420	Amène le ou un questionnement.	Cherche des réponses.	Amener les enfants à se mettre en position de questionnement.

421	Doit répondre à des critères que l'on peut répéter, retrouver à travers l'expérimentation, les expériences. Il doit y avoir validation.	Qui s'appuie sur les résultats de recherches fondées sur l'expérimentation, essais chimiques, essais scientifiques, la validation passe par le recueil de résultats, de phénomènes qui peuvent se répéter, se reproduire.	Donner du sens à la réalité, ne pas rester dans la magie, la naïveté, dans « l'enfance »… Structurer la pensée.

	Groupe 28 PE 2 2009-2010	
	Comment reconnaître un scientifique	***Comment reconnaître un document scientifique***
422	A son air préoccupé (…)	Sources fiables, véracité des faits, s'appuie ou pas sur un schéma
423	Esprit de synthèse.	En fonction de sa source et de la problématique qu'il expose
424	Une personne qui émet des hypothèses à partir d'observations, d'expérimentations. Un esprit de curiosité. Une envie de savoir le pourquoi, le comment des choses.	Pas de réponse.
425	Reconnaître une scientifique physiquement relève d'un stéréotype. Au niveau comportemental un scientifique est souvent une personne rationnelle, logique, cartésiennes.	Contient souvent des photos, des schémas ou bien se présente sous forme d'article.
426	C'est très souvent une personne en blouse blanche ! avec des lunettes sur le nez, et qui parle très souvent des phénomènes scientifiques, avec des termes bien précis.	Il comporte des schémas, des formules scientifiques et des terminologies imbuvables.
427	Il utilise une démarche d'investigation : problématique, hypothèse, expérimentation, conclusion.	Est produit par des personnes reconnues et comporte souvent des éléments tels que tableau par exemple pour rendre compte d'une expérience.
428	Il cherche à valider ou à invalider des hypothèses. Il est à la recherche de la vérité.	Il est écrit par des chercheurs. Il contient des données scientifiques.
429	Il a une démarche scientifique. Se pose des questions, fait des hypothèses, teste ses hypothèses, observe et conclut.	Je sais pas, ça apprend quelque chose de scientifique.
430	Un scientifique a un raisonnement hypothétique. Il part d'un problème, pose une problématique et des hypothèses. Puis il fait des expériences pour répondre à la problématique.	La source du document. Un document scientifique contient des photos, des expériences.
431	Est une personne qui travaille dans le domaine de la science en faisant des recherches, des observations.	A pour but de fournir des données scientifiques, des photos ou images.
432	Il se pose des questions, essaye de trouver des réponses en formulant des hypothèses. Hypothèses qu'il expérimente pour tenter de trouver les réponses à ses questions. Il a une capacité d'analyse de la situation et une capacité de synthèse.	Par son contenu, les termes employés, la démarche scientifique, la question , le résultat.
433	C'est une personne cartésienne et passionnée.	Quelques schémas, du texte écrit souvent en petits caractères.
434	Démarche d'investigation, questionnement.	Données, sources, schéma, explications.
435	Son langage, ses capacités d'analyse.	Le lexique précis utilisé. Des preuves scientifiques établies pour valider une théorie. Une organisation logique dans le raisonnement.
436	A sa façon d'observer ce qui l'entoure et de se poser sans cesse des questions (comment c'est fait ? comment ça fonctionne…)	A sa volonté d'expliquer un objet, un phénomène de la façon la plus précise possible en employant un vocabulaire scientifique rigoureux.

437	Une personne qui : se base sur des faits (expériences), raisonne avec rigueur, essaie d'utiliser la mesure et la quantification.	Il existe un protocole, des hypothèses, une ou plusieurs expériences, une interprétation des résultats.
438	Il emploie des termes techniques précis et fait preuve d'un raisonnement logique. Il s'attache à tester toutes les hypothèses avec rigueur.	Il comprend souvent des schémas et des graphiques, des données numériques.
439	Passionné, investi, en général écolo, utilise des termes scientifiques et une démarche de déduction.	Une légende, un titre, un document ordonné avec des termes experts, qui poursuit une cheminement précis avec une question.
440	Quelqu'un capable d'expliquer clairement des phénomènes complexes pour que tout le monde comprenne.	Un document qui respecte la démarche expérimentale d'investigation, qui observe, qui formule des hypothèses, qui les teste pour vérifier et qui déduit la réponse au problème posé
441	Un homme qui s'attache à étudier le fonctionnement du monde d'un point de vue rationnel et concret. Il émet des hypothèses et cherche à les valider, à se rapprocher le plus possible de la vérité.	Hypothèses, démonstration et conclusion. Raisonnement argumenté et au plus près du réel, du concret.
442	Quelqu'un de très curieux, cultivé qui utilise une démarche scientifique.	Un document qui présente des faits réels ; il peut être constitué de graphes, de tableaux.
443	A son attitude face à une situation. Problème : analyse, observation, hypothèses, vérifications, expression.	A la démarche qu'il expose (celle du scientifique) à sa clarté d'expression (recherche d'objectivité) aux schémas.
444	A un esprit structuré et simple : fait peu de description et emploi un vocabulaire précis.	Document souvent iconographique avec très peu de texte. Vocabulaire précis et termes exacts, lecture du document multiple : elle n'est pas seulement linéaire comme un texte littéraire.
445	Raisonnement logique, mathématique, analyse rapide des situations, raisonnement ordonné : situation problème : hypothèses de résolution, expérience : résolution (ou non). Pour l'aspect physique, le scientifique porte une belle blouse blanche !	De nombreuse données, numériques ou non, nombreux raisonnements.
446	Il emploie des termes spécifiques et très précis. Il n'est pas toujours très poète, il est plutôt pragmatique. Certains le trouvent ringard.	Il y a des termes spécifiques, parfois de schémas, légendes. Le texte est explicatif, il creuse un sujet précis.
447	Expose ses idées clairement sans mots superflus. Il démarre ses explications à partir d'une observation concrète. Il emploie des connecteurs logiques comme : comment, si ,donc…	Comporte souvent des illustrations réelles ou des légendes (possibles), des explications et ne laisse pas de place à plusieurs interprétations possibles.
448	Il porte une blouse, il utilise des termes savants.	Il se base sur des sources précises avec des études effectuées. Il peut y avoir mention de chercheurs dans celui-ci.
449	Esprit critique, curiosité, intelligence synthétique, esprit d'analyse.	Peut avoir plusieurs formes (textes, photos, graphes). Tout est identifié (légende, barre d'échelle). illustre ou répond à une question.
450	Utilise en général un langage cartésien (phrases courtes). Il prend appui sur des choses concrètes ou qui se sont produites.	Doit comporter un résumé permettant d'expliquer brièvement ce qui va être démontré, le nom des auteurs, une bibliographie, la date de parution, une partie décrivant les conditions de l'expérience (l'échantillon, méthode statistique) l'expérience elle même, les résultats.
451	A sa manière de penser, de se questionner sur ce qui l'entoure ainsi qu'à sa démarche scientifique dans son travail.	Est reconnaissable par sa présentation. Présence de schémas, de graphiques.
452	Un discours qui va à l'essentiel, avec juste ce qu'il faut de détails.	Indication des sources, titre, date, (légende si dessin). Texte : explicatif, descriptif.
453	Par sa démarche d'analyse (hypothèse, expériences) bilan	Par le langage utilisé, les termes et la démarche

		employés. On peut s'en rendre compte en regardant quel type de chaîne le transmet (ex : planète, France 5…)
454	A son discours, le scientifique est quelqu'un de pragmatique, tout phénomène est justifié, vérifié, quelqu'un de rationnel.	Texte argumentatif, descriptif, explicatif, objectif contraire d'un document scientifique : un conte, une fable.
455	Porte une blouse de travail, du matériel de bio.	Comporte des chiffres, schémas et des données, des formules et des sigles, des tableaux.
456	Pense par logique et inférence.	Il parle d'un thème qui traite d'un sujet scientifique. Par opposition, par exemple, à un texte littéraire.
457	Physiquement : ils sont tous différents au niveau intellectuel, une certaine démarche.	Aux indications : légendes, outils et matériels utilisés, aux thèmes abordés.
458	A sa rigueur dans sa fantaisie et les expériences qui en découlent.	A son potentiel hermétique.
459	Impossible.	Illustration, schéma, graphique en plus du texte.
460	Je reconnais très facilement un scientifique à la manière dont il s'exprime. En général je ne comprends pas son vocabulaire ni ses préoccupations.	Par conséquent je reconnais très vite un document scientifique, je dois le relire plusieurs fois pour comprendre.
461	Quand je ne comprends pas ce qu'on me dit c'est que je parle avec scientifique.	Conséquence directe ce constat : un document scientifique que je ne comprendrai jamais, même après plusieurs relectures.
462	Tente de comprendre son environnement en émettant des hypothèses pouvant répondre à un problème donné. En les testant (en faisant éventuellement varier des paramètres) afin de les vérifier (ou non) et d'aboutir au principe scientifique plus général (applicable ailleurs).	Se base sur des hypothèses, des expériences et leurs résultats, pour arriver à une conclusion.
463	Porte une blouse blanche, kit de dissection, gants.	Vocabulaire spécifique, phrases complexes, présence d'hypothèses, expériences, résultats, texte explicatif, schéma, dessin, légende.
464	Personne qui fait de la recherche. Qui tente de répondre à des problèmes scientifiques en partant d'une hypothèse, puis expérimentation.	A partir d'indices : lexique, auteur.
465	Il porte une blouse blanche, des lunettes avec du scotch…Il n'a jamais de certitudes et vérifie lui même les choses, les règles établies.	Les explications sont accompagnées de schémas. Ce document apporte des informations en physique ou biologie ou … sous quelque forme que ce soit.
466	C'est une personne qui observe, se pose des questions, qui fait des recherches et ou des expériences pour tenter d'y répondre mais qui ne tient pas son résultat pour vrai et qui peut donc le remettre en cause .	C'est un document qui met en relief un élément scientifique et qui propose un raisonnement pour parvenir à l'expliquer.
467	Un scientifique porte une blouse.	Est généralement composé de schémas ou de protocoles à suivre
468	Termes utilisés précis, vocabulaire lié à la science, argumentatif.	Termes descriptifs scientifiques, schémas légendés.
469	Une personne qui remet en cause ce qu'il voit en faisant des expériences. Il change de point de vue pour aborder le fait de diverses façons. Il utilise un vocabulaire technique.	Rend compte d'un phénomène. Il est validé par les chercheurs ou par une autorité reconnue. Il explique et montre un fait de manière objective.
470	Est une personne qui croit en ce que la science prouve.	Est un fait observé expliqué par des causes et prouvé scientifiquement.
471	Qui se pose des questions, s'interroge, cherche à expliquer un phénomène. Il s'appuie sur un raisonnement étayé de preuves. Son travail porte sur les phénomènes physiques et ou biologiques.	Un document argumenté, écrit à la 3ème personne, enrichi par des photos, des graphiques, des schémas légendés. Il décrit, explique un phénomène.
472	Personne qui sait mener des expériences pour faire des	Document structuré, partant d'une hypothèse,

	observations et répondre à des questions sur le monde qui nous entoure.	avec des expériences et des résultats confirmant ou non l'hypothèse de départ.
473	Par sa tenue vestimentaire (blouse…) et car il porte souvent des lunettes. Il parle avec des phrases savantes et un jargon spécifique (termes).	Souvent constitué de graphiques, tableaux, formules mathématiques, chimiques.
474	Un esprit ouvert (y compris à ce que la science n'explique pas encore), un raisonnement structuré.	Texte documentaire apportant des éléments nouveaux, des schémas précis, un vocabulaire précis.
475	Rigoureux, besoin de preuves pour expliquer un phénomène, rationnel, logique.	Donne des chiffres prouvés scientifiquement donne des explications sur différents phénomènes avec un vocabulaire précis.
476	Il fait des recherches sur un sujet donné, émet des hypothèses et les vérifie pour valider. Son travail peut faire aussi l'objet d'une publication.	Le document doit être fiable, c'est à dire que l'auteur a vérifié ses travaux et s'appuie sur cela pour exprimer une théorie ou un fait historique. Le document scientifique se caractérise aussi par le format : livre ou publication dans presse spécialisée.
477	Met en place une situation en posant un problème. Il va toujours expliquer en donnant un exemple concret et réaliser une expérience.	Expose des problèmes de société en portant un regard critique.
478	A sa façon de penser, de raisonner, de percevoir les choses. Pour comprendre un phénomène, le scientifique va se poser des questions, émettre des hypothèses et tenter de trouver une solution. Le scientifique n'accepte pas les choses mais les teste d'abord.	Contient des données qui n'ont pas été dites sans fondement mais qui ont été expérimentées.
479	Utilise une démarche scientifique, problématique, hypothèses, expérimentation, résultat, conclusion.	Est composé d'expériences, de résultats d'expériences. Il s'appuie sur des faits et des hypothèses.
480	Curieux de ce qui l'entoure, s'intéresse à des choses concrètes et naturelles.	Texte explicatif au présent, contient des éléments concrets, des représentations, schémas explicatifs légendés.
481	Fait partie d'une communauté. S'intéresse à la science, se tient au courant, évolue, aime chercher.	Apporte une réponse, une illustration à un problème scientifique.
482	Qui se pose des questions sur un phénomène et qui va, par une démarche scientifique (observation, manipulation…) essayer de comprendre ce phénomène et de l'expliquer.	Il y a des termes techniques (pas forcément connus, appartenant au langage courant), donc une légende, un titre, la taille du grossissement, rétrécissement (si c'est une observation au microscope), et un texte explicatif.
483	Quand on discute avec un scientifique, rien n'est laissé au hasard : on doit connaître ses sources, les mettre en doute, vérifier, trouver des contre arguments, contre expériences… Le scientifique est très (trop) rationnel !	Comme le scientifique, il expose ses sources, insiste sur ce pour quoi elles seraient ou contraire. Eventuellement, il contient des schémas légendés, photographies…
484	Raisonne de façon rationnelle, il est curieux : se pose beaucoup de questions sur le monde qui l'entoure, et tente d'y répondre en utilisant ses connaissances mais aussi en expérimentant des choses et en utilisant des ressources.	Un document scientifique s'appuie sur des faits prouvés (ou qu'il s'emploie à prouver par sa démonstration). Le vocabulaire est spécifique au sujet qu'il traite…
485	Un scientifique est une personne rationnelle qui a le goût de la rigueur et de la précision. Un scientifique cherche à représenter la réalité, à rechercher des vérités. Il s'appuie généralement sur l'observation et expérience lorsque c'est possible, pour démontrer son raisonnement.	Comporte généralement un texte et un ou plusieurs schémas qui sont une aide à la compréhension d'un fait.
486	C'est une personne comme une autre. Celui qui se pose des questions, mais ceci est une qualité intrinsèque de l'être humain.	Iconographie, schématisation, terminologie, paragraphes thématiques.
487	Démarche constante dans la réflexion et l'expérimentation.	Démarche employée, sources, vocabulaire utilisé et adéquat.

488	Il a des lunettes. Il tente d'expliquer les phénomènes et de les analyser.	Par rapport à l'exactitude des données qu'il révèle. Sa précision.
489	Curieux, méthodique, esprit pratique.	Données précises, claires, exactes, portant sur un sujet scientifique.
490	Les lunettes, la barbe, la blouse, le matériel.	Le sujet, le titre, démarche d'investigation.
491	Il utilise une démarche, un protocole pour tester une hypothèse et ne se contente pas des à priori.	Dont le thème est un sujet de recherche, un fait scientifique. Il est organise échelles, chiffres…
492	Il se pose des questions, trouve, cherche des hypothèses et il les vérifie en expérimentant. Ensuite, il donne ses conclusions au problème.	Un document qui essaie de répondre à une question, donne des informations.
493	Il étudie des phénomènes observables pour tenter de les expliquer.	Il ne s'appuie que sur des hypothèses et des démonstrations reproductibles.
494	A sa blouse blanche.	A son caractère rébarbatif.
495	A la qualité de son jugement (exactitude, présence de preuves concrètes) et à son attitude (distance par rapport à l'objet observé, recul,…)	Est précis dans son vocabulaire (termes adéquat et non approximatif), mais aussi objectif (un maximum) et s'appuie sur des preuves.
496	Donne des réponse concrètes aux faits, sait expliquer les phénomènes grâce à un esprit rationnel, s'engage dans des explications très poussées.	Il s'appuie sur des faits démontrés, des expériences, de sources sûre, comporte des schémas, des croquis, des photos, explique un phénomène.
497	Il se pose des questions face à un problème auquel il est confronté. Il se document sur ce phénomène, émet des hypothèses qu'il confronte à la réalité, qu'il expérimente lui permettant de déboucher sur une conclusion.	Il pose des question auxquelles le contenu du document va essayer de répondre en utilisant l'expérimentation, la confrontation au réel, le recours à des documents déjà avérés. Il arrive à une conclusion concernant le problème posé.
498	Une personne qui observe, manipule, cherche, expérimente…	Contient des informations.
499	Raisonne avec des faits. Il émet des hypothèses, les teste et conclut.	Se doit d'être objectif. Il doit uniquement exposer des faits qui ont été soumis à plusieurs expériences (ayant obtenues le même résultat).
500	A des sujets d'étude scientifiques, à sa démarche expérimentale d'investigation, hypothèse, démarche expérimentale.	Au vocabulaire utilisé, récit descriptif, présence de photographies, schémas… aux champs d'étude abordés : la reproduction, l'astronomie, la matière…
501	Avec son diplôme, son raisonnement.	Termes scientifiques, plan du document (avec démonstration).
502	A sa manière de réfléchir, à son esprit critique.	A la démarche d'investigation, hypothèse de départ, expériences, validation ou non de l'hypothèse de départ.
503	A sa manière d'appréhender le monde qui l'entoure, analyse, esprit critique, hypothèses, expériences	Peut être de différentes natures : textes (notamment explicatifs), schéma, graphique… Par ailleurs, il est très largement lié à l'expérience et met en jeu différents matériels.
504	Il explique tout en schématisant. Il fait une expérience qu'il validera ensuite.	Sa présentation, schéma, expérience puis hypothèse et vérification de l'hypothèse puis conclusion.
505	Une personne qui observe, qui émet des hypothèses, qui cherche à vérifier ces dernières, qui établit (après analyse) et réajuste ses connaissances.	Sa présentation, des données, schémas
506	Il a une blouse et des lunettes de protection dans son labo. Il utilise une démarche scientifique pour résoudre les problèmes. Problème, hypothèse, expériences, résultats, conclusion.	Explication d'un phénomène étayé par des descriptions d'expériences (protocole opératoire, schéma, photos etc.).
507	Emet des hypothèses sur des phénomènes et les valide ou non.	Document qui a été prouvé, validé par des chercheurs, des scientifiques.

508	Possède une certaine façon d'appréhender le monde peut être plus rationnelle et cartésienne.	A pour but d'expliquer ou de présenter un fait ayant rapport aux sciences. De même, un document étant le fruit d'une recherche est qualifié de scientifique.
509	Il observe, il compare, il expérimente, il se fonde sur l'expérience, la recherche.	Sa source.
510	Peut se reconnaître.	Dans lequel on peut trouver des expériences, des schémas, des photos, un protocole, un langage scientifique.
511	Il explique le monde de façon rationnelle, il a souvent une barbe, il est passionné par les sciences.	Le nom de l'auteur, la revue ou autre dont il est tiré, l'exactitude des informations ou la richesse des hypothèses, souvent du vocabulaire scientifique difficile.
512	C'est un type avec une blouse blanche, en tout cas pour les publicitaires. Je pense qu'un scientifique est un homme qui cherche à comprendre le monde par des faits et qui refuse les superstitions.	Un document qui évoque des faits ou des phénomènes qui ont été prouvés (ou pour le moins analysés) scientifiquement. Ce genre de document entre dans le cadre de la démarche scientifique.
513	Personne qui se base sur des dogmes ou sur une expérimentation contrôlée (au niveau du nombre des variables modifiées pour une expérimentation etc.) afin d'obtenir une vérité (qui peut être remise en question lors d'avancées scientifiques) C'est une vérité jusqu'à ce que le contraire soit démontré scientifiquement.	Il s'agit d'un document basé sur des données démontrées et validées expérimentalement.
514	Lunettes, blouse blanche. Cherche toujours à savoir comment ça marche.	Très descriptif, vocabulaire technique, voire rébarbatif, schémas compliqués.
515	On le reconnaît grâce à son raisonnement et sa volonté de comprendre les choses. Son sens de l'observation.	Texte avec schéma, photo, graphique, vocabulaire scientifique.
516	Examine tout de façon raisonnable, réflexion organisée.	Possibilité d'en tirer des informations correctes. Tiré d'une source reconnue.
517	Il a une démarche de recherche de la vérité, faisant appel à la raison. Pour cela, il émet des hypothèses qu'il va devoir valider ou invalider à travers des expérimentations.	Un document scientifique évoque des thèmes relatifs aux sciences. Il est rédigé par des scientifiques.

	Groupe 20 PE I 1 2009 – 2010 Majeur		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Comment reconnaître un scientifique ?***	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***
518	Quelque chose est scientifique lorsqu'elle ne comporte aucune part de subjectivité et lorsqu'il s'agit d'une vérité non réfutable.	Un scientifique s'intéresse aux éléments qui l'entourent pour rechercher les lois qui régissent ces éléments, en recourant à des expérimentation et des raisonnements scientifiques.	Un scientifique étudie les éléments qui l'entourent pour comprendre leur composition et les relations entre eux, à l'aide d'un raisonnement scientifique, à savoir : problématique, hypothèse, expérience, résultats prévisibles, réfuter ou valider hypothèse puis conclusion.
519	Si elle est mesurable, quantifiée.	Pas de réponse	Un scientifique est une personne qui a pour objet d'étude la science. Un scientifique mène des recherches dans un domaine particulier où il va, par des expériences, valider ou invalider une hypothèse qu'il aura préalablement établie.
520	C'est quelque chose qu'on peut expliquer, prouver par une expérience, des calculs,…	On reconnaît un scientifique par le fait qu'il ne prend une idée, un fait pour acquis que s'il a été prouvé scientifiquement.	Un scientifique est quelqu'un qui travaille dans le domaine des sciences : biologie, géologie, physique, chimie, mathématiques…

521	Si on peut l'expliquer c'est à dire trouver l'origine, expliquer son déroulement et les conséquences	Quand il va faire des recherches sur une hypothèse qui pourrait être expliquée.	Qui fait des recherches sur des sujets scientifiques.
522	Si on peut la généraliser, établir une règle ou théorie.	Fait des expériences pour démontrer des phénomènes.	Quelqu'un qui s'intéresse, et étudie les phénomènes de la vie.
523	Lorsqu'elle touche un domaine de la science, c'est à dire un domaine amené par une investigation avec des observations, des hypothèses, des expériences et des résultats.	Se reconnaît à sa manière d'aborder un problème. Il utilise en effet la démarche d'investigation. C'est également quelqu'un qui aime expérimenter.	Est quelqu'un qui étudie les phénomènes quotidiens de la vie, qui fait des recherches, expérimente et aboutit à des résultats qui touchent à la science.
524	Il faut : partir d'un constat, poser des questions, émettre des hypothèses, vérifier ces hypothèses, valider ces hypothèses : démarche d'investigation.	Il suffit de chercher la personne qui émet des hypothèses, les vérifie, les démontre afin de valider un résultat (expérimentation). Met en ouvre la démarche d'investigation.	Une personne qui prouve les faits (un fait observable, quantifiable, vérifiable).
525	On peut le prouver, le démontrer par une règle mathématique, chimique, une théorie physique.	Il porte le plus souvent une blouse, il a l'esprit concis et généralement cartésien. Il ne croit que ce qu'il voit et ce qui a été démontré.	Quelqu'un qui s'appuie sur la science pour démontrer ou prouver un fait. Il peut être chimiste, physicien, mathématicien, biologiste, géologue. Il peut travailler dans un laboratoire, enseigner à la faculté, ou les deux
526	Si il a été reconnu comme par un comité par exemple, ou si ça a été publié dans un magazine scientifique.	Fait des études scientifiques, il a été publié dans un magazine scientifique. Il fait de la recherche.	Quelqu'un qui étudie la science, qui fait de la recherche.
527	Si l'on peut l'expérimenter, l'expliquer et si il apporte un ou plusieurs solutions à un problème donné.	Se reconnaît car il cherche à comprendre tous les phénomènes, à savoir tout sur tout.	Quelqu'un qui fait des recherches pour solutionner des problèmes, pour faire avancer le progrès par le biais d'expérimentations, d'essais.
528	Lorsqu'il peut être expliqué et démontré.	Lorsqu'il cherche à savoir tout sur tout.	Qui fait constamment des recherches.
529	Quand celle ci fait référence aux sciences. Cette chose peut être démontrée, vérifiée et appliquée.	Travaille généralement dans un laboratoire. Il fait des expériences pour démontrer quelque chose.	Est un homme qui étudie la science. Il démontre tout ce qu'il expose. C'est un véritable démonstrateur et expérimentateur.
530	Du moment où on utilise des savoirs pour résoudre un problème ou pour en discuter, peu importe le domaine du sujet.	Quelqu'un qui réfléchit avant tout, émet des hypothèses, les vérifie en démontrant sa pensée et conclut.	Fait des recherches pour découvrir de nouvelles choses ou bien pour approfondir ce qui a déjà été étudié, dans le but de mieux comprendre notre Terre, l'humanité et sa société.
531			
532	Si elle s'appuie sur des faits prouvés. C'est à dire que l'on est parti d'hypothèses et que l'on a fait des expériences pour les valider.	Il se pose des questions et cherche à savoir comment fonctionnent les choses. Il cherche la logique en toute chose.	Qui se pose des questions. Pour y répondre il va d'abord regarder l'état de l'art puis mettre en œuvre des expériences pour développer la connaissance de son domaine (apporter sa pierre à l'édifice de la science). NB j'ai plutôt décrit le chercheur scientifique que le scientifique.

533	Si cela a été démontré d'une manière scientifique, par des expériences.	A sa manière de penser. Les choses qu'il avance sont basées sur des hypothèses qui ont été prouvées au préalable.	Est une personne qui part d'hypothèses qu'il essaye de vérifier pour arriver à des vérités.
534	Si cette chose est en rapport avec les sciences : mathématiques, physique, chimie, sciences de la vie et de la terre. Cette chose peut servir dans une expérience ou à prouver une théorie.	Pas de réponse.	Qui fait des recherches et des expériences afin d'aboutir à un résultat. C'est aussi quelqu'un qui va prouver une théorie.
535	Quelque chose (un objet, une substance) une matière est dite scientifique si elle suscite l'intérêt à chercher, si ses propriétés chimiques ou autres font l'objet de recherche scientifique.	Est une personne qui porte une blouse blanche, des gants.	Qu'il a des prédispositions dans les domaines des sciences, de la physique, de la biochimie… Un véritable scientifique exerce cette profession : expériences qui font avancer la recherche.
536	Un phénomène ('naturel ou crée par l'homme) peut être considéré comme scientifique s'il suscite des explications ou des hypothèses d'explication (ce peut être concernant son origine, son fonctionnement, sa composition…etc.)	Peut être reconnu par sa capacité à s'ouvrir sur le monde, à s'intéresser aux phénomènes naturels ou non qui régissent notre monde (à petite échelle comme à grande échelle) et concernant tous les domaine (corps humain, astronomie…).	Une personne qui explique ou tente d'expliquer les lois qui régissent notre monde.

	Groupe 21 PEI 2 2009 – 2010 Majeur	
	Comment reconnaître un scientifique ?	***Comment reconnaître une documentation scientifique ?***
537	Un scientifique étudie un fait réel ou mathématique. Il est confronté à un problème à résoudre. Il émet des hypothèses, valide ou pas ces hypothèses par des expériences (par observation par exemple) et une fois le problème résolu, il conclut.	Porte sur un fait réel. Il nous explique ou démontre ce fait à travers un raisonnement scientifique.
538	Est une personne qui cherche des solutions logiques et rationnelles à des problèmes posés à l'aide d'expériences et de mesures précises.	Est illustré de schémas ou de tableaux.
539	Va utiliser un langage scientifique. Il va être plus théorique, il va faire des démonstrations, faire des hypothèses, utilise des théorèmes scientifiques. Il va essayer de résoudre des problèmes grâce à des données scientifiques.	On trouve plus souvent des schémas, des graphiques
540	Est une personne qui ne se contente pas d'énoncer des connaissances mais qui effectue des tests pour prouver le bien fondé de ses affirmations.	Comprend des données exploitables dans le but d'énoncer des généralités et ou des propriétés.
541	Va analyser une situation comme un problème qu'il va essayer de résoudre. Souvent par expériences, en testant plusieurs solutions et en s'appuyant sur ses connaissances, et alors vérifier des hypothèses qu'il a supposé, pour enfin opter par la plus précise ou meilleure solution	Il y a souvent des chiffres, des tableaux ou des schémas… avec un texte explicatif à côté.
542	Qui s'interroge sur le fonctionnement du monde qui l'entoure, des phénomènes de la nature, qui recherche des preuves grâce à la démarche expérimentale.	Un document qui traite des phénomènes naturels ou autre et tente de les expliquer objectivement à travers des expériences

		scientifiques don il fait référence par exemple.
543		
544	Un scientifique se pose une question à laquelle il va tenter de répondre par des expériences : il va observer ses résultats et conclure ou refaire une expérience si le résultat ne permet pas de conclure	Il propose une expérience et indique le résultat de celle-ci.
545	A travers le raisonnement qu'il fait, suite à un problème posé. En effet, il va chercher à démontrer tel ou tel phénomène par l'intermédiaire d'observations, d'expériences et de résultats obtenus.	Est un document qui explique des phénomènes qui souvent font l'objet d'une découverte.
546	C'est une personne qui « fabrique » des théories à partir des ses expériences, puis qui les valide.	Document dans lequel on va appliquer des théories afin de trouver une solution au problème.
547	Personne rationnelle qui étudie un fait scientifique : observe, se pose des questions, expérimente, répond à ses interrogations, apporte des preuves pour modéliser sa « trouvaille ».	Il traite d'une expérience à faire, vécue ou de la conclusion tirée d'une expérience. Il vulgarise les connaissances pour le grand public.
548	On étudie un fait que l'on analyse, démarche d'observation, démarche d'analyse, démarche de conclusion.	Il s'agit d'une expérience, avec souvent comme problématique : comment ça marche ou bien encore pourquoi.
549	Capacité à expliquer une situation, une expérience… plus aisément.	Texte généralement accompagne d'un graphique ou d'une image explicative. Commentaires d'une expériences.
550	Est une personne capable d'expliquer un certain nombre de phénomènes, ceci grâce à l'aide d'expériences scientifiques.	Reprend des connaissances et les explique, il peut contenir des comptes rendus d'expériences et même la façon de pratiquer ces expériences.
551	Il est curieux, il est observateur, il fait des hypothèses et cherche à les vérifier, il ne croit pas ce qu'on lui raconte (esprit critique).	Il décrit des faits observables et reproductibles. Il reprend l'ensemble de la démarche de l'expérimentation.
552	Les apparences peuvent être trompeuses mais en général, esprit de synthèse et de précision. Possession d'une certaine rigueur. Démarche intellectuelle particulière : décomposition en étapes pour atteindre une conclusion.	Document précis pouvant être l'objet d'une étude. Il doit être exploitable dans le cadre d'une expérience.
553	Cherche à démontrer un fait en s'appuyant sur des preuves.	Par son contenu et son organisation.
554	Observe des phénomènes, les analyse, les expérimente afin d'en retirer un savoir, comprendre leur fonctionnement.	Apporte des informations techniques qui ont été vérifiées au préalable.
555	Une personne qui fait des études scientifiques, qui fait de la recherche, quelqu'un qui s'y connaît en maths, en physique, en sciences…	Ecrit par un scientifique, publié dans un magazine scientifique, qui porte sur un fait scientifique.
556	C'est quelqu'un qui réfléchit et raisonne de manière structurée et en tenant compte de la démonstration qu'il va mettre en œuvre pour prouver quelque chose.	Il est explicatif, compréhensif. Il utilise des termes scientifiques. Il est souvent élaboré par un scientifique. Il est souvent accompagne d'une explication claire et détaillée.
557	Se reconnaît par sa façon d'observer les choses, de les analyser et d'essayer de comprendre leurs mécanismes. Il exerce dans les sciences.	Document concernant les sciences. Il permet d'apprendre des concepts dans les sciences.
558	En lui posant des questions sur un domaine compliqué et spécifique ; il doit être capable d'expliquer les choses simples afin que ses connaissances soient comprises par un public le plus large possible.	Il comporte des développements explicables ainsi que des schémas généralement.
559	A sa démarche de recherche et d'investigation, à sa précision. Il cherchera toujours à prouver les hypothèses qu'il émet.	Se reconnaît par les références qu'il donne au lecteur mais aussi par son argumentation.

	Groupe 22 PEI 3 2099 – 2010 Majeur		
	Comment savoir si quelque chose est scientifique ?	***Comment reconnaît-on un scientifique ?***	***Comment reconnaître un document scientifique ?***
560	Quand il s'agit d'un savoir objectif : ce peut être démontré, prouvé de façon mathématique, physique. En outre, il peut s'agir des sciences humaines quand cette chose a réellement existé ou existe.	Est une personne qui prouve, démontre sa thèse avancée. Il essaye de défendre la vérité, celle qui appartient aux sciences.	Est issu généralement d'un laboratoire, d'une université, rédigé par des personnes qui ont étudié et prouvé leur thèse. Il peut appartenir aux sciences humaines.
561	Qui dit scientifique dit science. Cela implique que l'objet d'étude a été soumis à des expériences qui ont fait appel à des théories, des notions relatives à la vie sur terre.	Personne qui étudie des phénomènes. Il fait des recherches, émet des hypothèses, les confirme ou non, utilise des outils perfectionnés, s'interroge sur le monde qui l'entoure.	C'est un document dont les informations ont été vérifiées, comparées et analysées en vue de donner des réponses.
562	Quelque chose de scientifique est reconnu comme vrai, en ayant subi des tests différents. C'est une chose vraie et vérifiable.	Par ses recherches.	Par des chiffres, des pourcentages.
563	Je pense que l'on peut savoir si quelque chose est scientifique à partir du moment où l'on peut démontrer cette chose à travers des expérimentations en donnant des preuves…	Qui met en œuvre des expérimentations, il prouve des choses en fonction de ses expériences.	Démontre quelque chose, nous donne des explications, des informations sur une chose en se basant sur des sources sûres.
564	Le fait que ce soit démontré, vérifié. Par exemple, une hypothèse vérifiée dans la réalité prouve que cette hypothèse est correcte. Démonstration scientifique.	Qui émet des hypothèses , fait des expériences, essaye de trouver des vérités générales.	Doit être émis par quelqu'un de reconnu dans la société scientifique. Un document dont le contenu part d'un constat vers des hypothèses, vers de vérités.
565	A la méthode utilisée. Si la démarche est scientifique (voir discours sur la méthode Descartes).	A son objet d'étude, à sa méthode.	Méthode, sources documentaires, références.
566	Si l'on a pu le prouver, le vérifier de manière scientifique réelle.	Réalise des expériences, afin de savoir si des hypothèse émises sont justes ou non. Il a une rigueur dans sa façon de travailler.	Est issu d'une source (revue ou autre) réputée et classée comme scientifique. Ce n'est pas un amateur qui l'a produit.
567	Dès lors que cela repose sur des expériences, des expérimentations, démonstration et vérification ont prouvé cet événement scientifique.	Fait usage des expériences trouvées et démontrées antérieurement. Il met en œuvre une démarche scientifique.	Fait référence à des données scientifiques élaborées par un scientifique (questions 1 et 2).
568	Se reporte aux sciences	Un scientifique fait l'étude des	Document répondant aux sciences exactes et

	exactes (mathématiques, biologie, physique, géologie…).	sciences exactes à partir d'expériences concrètes.	dons le contenu est vérifié, authentifié.
569	A partir d'une problématique de départ. A partir d'éléments à analyser, chercher, trouver des réponses.	Un chercheur qui analyse des données à partir d'une problématique de recherche.	Un document présente des données à analyser. Il aborde un problème. Il émet des hypothèses. Il peut proposer des ébauches de solutions.
570	Il faut que ce soit rationnel. Il faut pouvoir le tester, l'expérimenter. il y a un rapport avec les mathématiques, les sciences, la technologie (les matières scientifiques).	Porte une blouse blanche, des lunettes (facultatif). Il ou elle cherche à prouver tout avec rationalité.	Est certifié authentique et prouvé par un organisme du domaine des recherches en sciences.
571	Il peut y avoir la présence d'expériences, de matériel scientifique et si ce quelque chose d'apparente à un phénomène spécifique.	Il peut avoir des lunettes, une blouse blanche, se promener avec des tubes.	Il peut y avoir la présence de noms pour désigner le matériel scientifique, de grands noms de scientifiques, de schémas.
572	Il y a des données issues d'observations ; Avec celles ci sont formulées des hypothèses. Pour valider ou réfuter ces hypothèses, on fait des expériences.	Ont en général l'esprit cartésien ; pour croire à un phénomène ils ont besoin de preuves valides.	On y trouve des données chiffrées, des graphiques, dessin… qui sont commentés. Des questions, hypothèses sont formulées. Puis des discussions, sondages, arguments sont apportés pour réfléchir et comprendre le phénomène.
573	Par les études faites dessus.	Par son esprit logique et déductif. Par son goût pour les sciences (à l'inverse d'un littéraire).	Par ses sources.
574	Si on peut le mesurer, l'étudier ou faire des expériences à partir de données.	Sa logique des choses.	A l'intitulé du document, les sources, le langage spécifique.

	Groupe 23 PE I 4 2009 – 2010 Mineur	
	Qu'est-ce qu'un physicien ?	***Comment reconnaître un document scientifique?***
575	Un physicien est un scientifique qui s'intéresse à la descriptions qualitative et si possible quantitative du monde qui l'entoure. Afin d'appréhender cette réalité matérielle, il adopte une démarche scientifique qui consiste à poser des questions (une problématique) imaginer des réponses possibles (proposition, d'hypothèses) et essayer de les valider ou les infirmer par une observation scientifique.	Présente une problématique et y réponde par des arguments objectifs dans le sens où ils sont vérifiables (équations mathématiques, expériences reproductibles…).
576	C'est quelqu'un qui étudie la physique, qui fait des expériences pour comprendre certaines choses que l'on ne peut pas expliquer tout de suite.	Présente et étudie des phénomènes naturels ou non.
577	Une personne qui s'intéresse aux phénomènes de la physique.	Pas de réponse.
578	Qui pratique la physique, qui vit de ses recherches scientifiques. Un physicien manipule avec expérience les différents objets liés à la physique. Il analyse, expérimente différents phénomènes et en tire des conclusions.	Expliquant un phénomène précis, et peut être rédigé ou bien schématisé. Relate des découvertes récentes et informe la population.

579	Une personne qui analyse, étudie la physique et ses phénomènes.	Qui établit des faits naturels, biologiques, physiques prouvés.
580	Une personne qui mène des expériences afin de démontrer et de vérifier des hypothèses (sur le monde, la matière etc.).	On reconnaît un document scientifique à sa teneur en informations scientifiques ; dans ce document l'auteur vérifie une hypothèse ou donne une information scientifique sur le monde qui nous entoure.
581	C'est un scientifique qui pratique la physique, qui étudie des phénomènes naturels ou non, les relations qui existent entre différentes matières par exemple.	Traite de faits vérifiables par des expériences. C'est objectif, démontrable.
582	Quelqu'un qui pratique et fait des recherches en physique.	Grâce à la source si il provient du CNRS…Document officiel rédigé par des professionnels, scientifiques… donne une explication rationnelle d'un phénomène, avec des chiffres et des données précises et vérifiables.
583	Une personne qui étudie la physique et de ce fait expérimente tout ce qu'il y a en rapport	Qui énonce clairement, objectivement des vérités, des faits et événement réels qui ont été expérimentés, prouvés.
584	Est un scientifique qui étudie et raisonne sur les phénomènes physiques qui nous entourent. Il fait des expériences scientifiques.	Au style de lexique, de syntaxe, de documents…
585	Une personne qui a étudié la physique et qui en a fait son métier. C'est un chercheur.	Est la plupart du temps écrit en anglais. Il ne rapporte que des faits objectifs.
586	Est une personne qui étudie des faits scientifiques, il cherche à démontrer des choses. Pour cela il fait des expériences, des tests…	Peut se reconnaître par des expériences, des hypothèses, des démonstrations.
587	Est une personne qui étudie la physique (étude de masses, poids, lumière…).	Tout d'abord grâce à légende (magazine scientifique, auteur…), puis par le thème qu'il aborde et le vocabulaire employé.
588	Est une personne qui étudie la physique.	A sa source, son origine, son contenu.
589	Une personne étrange qui fait des recherches en physique.	Un document scientifique montre des recherches, propose des hypothèses ou une démarche d'investigation illustrée de documents illustrant des situations ou expériences.
590	Etudie scientifiquement tout ce qui concerne la physique : absence, présence de matière, attraction terrestre, astronomie, planètes, systèmes solaires. Terre, états et transformations (liquide, solide, gaz, évaporation…	Présente une étude validée par un conseil scientifique avec une hypothèse, une recherche détaillée, une conclusion, publiée dans un grand magazine de sciences par exemple.
591	Est un individu qui étudie les différents phénomènes physiques (tel que le déplacement des masses, de la lumière…).	Grâce au vocabulaire utilisé, on doit voir apparaître un raisonnement, l'auteur prouve ce qu'il dit.
592	Qui fait de la physique ; il étudie les évènements moléculaires, l'électricité. Fait des expériences pour démontrer ses thèses.	Une recherche sur un phénomène précis. Quand il est fondé sur un raisonnement analytique qui est ensuite prouvé par des expériences. Il peut avoir comme sources d'autres documents scientifiques.
593	Qui fait des recherches en physique. Il essaie de découvrir les mécanismes qui pourront améliorer la vie des personnes.	Il est certifié par un institut de recherche dont j'ai oublié le nom.
594	Est une personne dont le métier consiste à chercher de nouvelles théories sur la physique.	Fait forcément appel à quelque chose (des faits, des expériences) rationnel. Qui fait appel à la raison, que l'on peut prouver, démontrer.
595	Qui fait de nombreuses recherches sur quelque chose d'inexplicable pour le moment et qui est payé une misère. C'est une personne qui gère des chiffres et son environnement.	Grâce à sa source, à la présence de termes incompréhensibles pour une personne n'étant pas dans le milieu, et de quelques chiffres à l'occasion.

	Groupe 24 PE I 5 2009 – 2010 Majeur	
	Comment faites vous pour reconnaître un scientifique ?	***Comment reconnaître un document scientifique ?***
596	Selon les vêtements qu'il porte (blouse blanche par exemple) ou la façon dont il va s'exprimer, son savoir	Par rapport aux formules qu'il peut contenir, aux notions, aux mots scientifiques pas toujours compréhensibles ou encore à des dessins ou schémas représentant des expériences.
597	A sa façon de parler, les mots scientifiques qu'il va employer.	Par rapport au sujet, aux termes scientifiques employés, à la structure du document.
598	Il peut porter une blouse blanche, participer à des événement scientifiques, penser de façon logique, argumenter tout ce qu'il dit.	Cela regarde la source du document, il peut porter sur une recherche, une expérience. Il y a peut être des schémas, des données.
599	Rigueur, verbale, comportementale. Attitude rigide.	Rigueur, utilisation de vocabulaire spécifique, langage spécialisé, méthode démarche scientifique
600	Il a une démarche d'observation, de questionnements, il est curieux du monde qui l'entoure. i récolte des informations sur le terrain en cherchant validation de ses hypothèses puis va traiter l'information en la confrontant à ses connaissances.	Il a une source officiellement reconnue, qui s'appuie sur des faits connus et révélés par un milieu d'études, confirmés par des recherches (on peut y lire infos et argumentations).
601	Elabore raisonnement rationnel, s'appuie sur des faits scientifiques, maîtrise des concepts scientifiques.	Une hypothèse est émise, une démonstration (voir plus), théorie, thèse, schéma.
602	Par rapport à sa manière de répondre aux questions. Par rapport aux références qu'il donne et aux exemples.	Par rapport aux théories énoncées dans le document ; Par rapport aux formules. Par rapport aux sujets traités. Par rapport à la source du document et ses références.
603	On reconnaît un scientifique.	Quand le document fait part d'expériences faites par des chercheurs, avec des hypothèses et des recherches poussées.
604	Je ne comprends pas la question ou bien je ne reconnais pas un scientifique d'un non scientifique.	Vocabulaire scientifique (spécifique, précis), les non initiés ne comprennent pas forcément, pas de vulgarisation.
605	Il fait des expériences.	Par rapport à la source du document, le vocabulaire utilisé, les différentes formes de documents (graphiques…)
606	Par rapport à sa façon de parler : l'emploi de mots scientifiques ; il est structuré dans ses démarches. Il aime avoir un point de vue extérieur, il prend le temps d'observer les choses avant de les analyser. Il accepte les critiques, les différentes hypothèses, je teste, j'affirme.	Vocabulaire scientifique. D'après le nom des auteurs : des chercheurs. Souvent on a image et peu de texte (différentes documentations littéraires). Thème scientifique.
607	Peut se reconnaître par son vocabulaire scientifique, il porte souvent une blouse qui n'est pas vraiment blanche, quelqu'un de simple et sympathique, quelqu'un souvent très ouvert d'esprit.	Le vocabulaire des textes est approprié, il s'agit d'un langage scientifique avec un champ lexical qui se rapporte à la science. Sur un document il figure souvent des schémas, une certaine organisation dans l'argumentation.
608	Le scientifique a souvent un très bon niveau en mathématiques. Il fait des blagues très intelligentes que seuls les gens scientifique comprennent. Souvent les scientifiques sont sociables. Il a un vocabulaire très riche surtout en science. Il comprend tout, il est toujours en accord avec son temps (contrairement au littéraire)	Il s'appuie sur des faits réels, il est en rapport avec un sujet scientifique (biologie, physique, technologie, anatomie…). Il explique et développe son thème.
609	Il a toujours une blouse ; ne s'intéresse qu'à la	Pas de réponse.

	science et ne parle souvent que des sciences, il est ouvert à la technologie. Il peut expliquer tous les phénomènes (imprévus ou prévus) de la vie courante.	
610	Elabore une démarche d'investigation pour résoudre un problème. La scientifique a un esprit rationnel, il aime les choses concrètes et donne directement sa réponse de manière concise et claire, contrairement aux littéraires.	Par sa présentation. Des schémas explicitent souvent le thème abordé. Il permet de résoudre un problème le plus souvent en expliquant une expérience. Il suit généralement une même démarche scientifique.
611	Esprit logique et synthétique, démarche de résolution appropriée au problème, ouvert à tout ce qui d'ordre scientifique, il se pose des questions et formule des hypothèses. Il vérifie ces hypothèses par des expériences, observe.	Document de type informationnel avec un vocabulaire adapté (mots clés). Possibilités de schémas ou dessins légendés. Document concernant les mathématiques, la biologie, la physique, la technologie.
612	Est une personne qui a un raisonnement logique, qui étudie les faits de façon scientifique, qui essaie de trouver des explications rationnelles à des phénomènes.	Traite de sujets scientifiques, souvent illustré par des schémas, des tableaux, des graphiques, qui donne des explications, des hypothèses.
613	A son raisonnement logique, court (exposé de façon synthétique et ordonnée), utilisant des moyens scientifiques comme des notions mathématiques, physiques etc., des symboles, des calculettes etc. Il adopte un raisonnement adapté aux sciences (Pb, hyp expérimentions, solutions…) ; il expose des lois générales et particulières, scientifiques, qui expliquent des phénomènes.	Peut présenter des information à laide de différents supports, schémas, tableaux, comparaisons, présence de chiffres. Présente (parfois de façon sous jacente) des lois scientifiques qui expliquent des phénomènes.
614	Dans sa manière de raisonner, de comprendre le monde, les relations, les liens et ou les fonctionnements des mécanismes du monde qui nous entoure (l'être humain, les animaux, les végétaux, la physique…).	Par des explications et un schéma accompagnant.
615	C'est un chercheur, tourné vers les matières scientifiques tel que : les mathématiques, la physique, la biologie, la chimie, la biologie… C'es aussi quelqu'un avec un raisonnement très rationnel.	Document objectif, souvent issu d'une analyse, expérience.
616	Lunettes, beaucoup de documents avec lui. Toujours vouloir trouver une solution à un problème. Une solution rationnelle. Toujours savoir ce qui se cache derrière les choses.	A son titre, aux schémas à l'intérieur, aux thèmes des documents.
	Groupe 25 PE I 6 2009 – 2010 Mineur	
	Comment faites vous pour reconnaître un scientifique ?	***Comment reconnaître un document scientifique ?***
617	Dans son discours car il emploie des termes bien spécifiques, et une méthode particulière, souvent expérimentale.	Défend une thèse, il emploie des données techniques, expose sa méthode et ses résultats pour appuyer son propos
618	A un discours construit et basé sur des expériences et des recherches. Le scientifique a également un rôle de chercheur.	Toujours construit de la même manière : hypothèse, expérience, résultat, explication des résultats qui peuvent déboucher sur de nouvelles hypothèses.
619	Tient un discours argumenté. Formule des hypothèses qui sont toujours vérifiées par des expériences.	Document souvent technique, difficile d'accès pour un non initié.
620	Se reconnaît dans son discours car il se base sur des expériences vérifiées scientifiquement pour énoncer un fait. Son discours est méthodique, organisé et cohérent.	Fait appel à la science et a été confectionné par un scientifique.

621	Il tient un discours raisonné, logique, fondé sur choses rationnelles et précises.	Porte sur des éléments scientifiques où une démarche d'investigation doit être entreprise pour comprendre le vocabulaire spécifique
622	Utilise des mots scientifiques, il a une réflexion logique.	Selon sa source, si la réflexion est cohérente.
623	Vocabulaire spécifique.	Schéma, vocabulaire spécifique.
624	Il parle de manière scientifique : vocabulaire approprié.	Il y a des schémas, des nombres, des formules, termes scientifiques.
625	Pas de réponse	Pas de réponse
626	Vocabulaire scientifique, c'est à dire incompréhensible par une personne qui n'aurait jamais reçu d'enseignement scientifique.	Dans les indications des sources on peut souvent trouver « centre de recherche » De plus, il y a dans un document scientifique des chiffres, des symboles, des schémas et un vocabulaire spécifique.
627	Il utilise un vocabulaire spécifique (scientifique). Il illustre ses raisonnements par des démonstrations.	Il est souvent illustré par des schémas ou croquis. Il est argumenté par une démonstration.
628	A son discours empirique.	S'il est empirique.
629	Il emploie un vocabulaire scientifique approprié.	On peut regarder d'où il provient, sa source, de quoi il parle, selon le thème abordé si c'est compliqué.
630	Il utilise un jargon scientifique.	Pas de réponse.
631	S'il parle de son domaine de prédilection il doit en parler avec passion et en connaissance de cause (il peut préciser avec exemples à l'appui.	Termes spécifiques (vocabulaire technique, schémas quelquefois, photos…)
632	A un discours argumenté.	La source permet de reconnaître un document scientifique.
633	Parle de biologie, nature avec un esprit logique.	Parle d'atome, de biologie, d'univers…
	Groupe 26 PE I 7 2009 –2010 Mineur	
	Qu'est ce qui différencie un scientifique des non scientifiques ?	***Comment reconnaître un document scientifique ?***
634	Un scientifique est une personne qui étudie les sciences expérimentales. Ainsi, une personnes non scientifique est une personne qui ne les étudie pas ou du moins qui ne s'est pas spécialisée dans ce domaine	On regarde dans un premier temps le titre du document puis la source et enfin, on analyse ce qui est représenté.
635	Qui fait des hypothèses sur un phénomène et qui ensuite essaye de le prouver par des expériences.	Document d'une institution scientifique. Il y a des chiffres. Il parle de phénomènes inconnus qu'on essaye de comprendre, prouver…
636	Un scientifique analyse des éléments qui nous entourent. Il possède un savoir et un désir de recherche, il étudie des éléments que les autres hommes ne réfléchissent pas comme la nature, les bases de notre existence. Son savoir s'appuie sur des réflexions et des études aboutissant à une vision réelle de notre monde et des ses composants.	Par sa source, mais aussi par des précisions spécifiques s'appuyant sur des études des éléments, matériaux, des formules. Le thème étant toujours associé à une recherche active sur des éléments essentiels de la vie comme l'air, les indications scientifiques de notre corps…
637	Un scientifique est quelqu'un apte à mener une réflexion ou des recherches dans un domaine ayant trait aux sciences.	Présente des données en rapport avec les sciences, qui peuvent être basées sur des statistiques, ou qui impliquent un travail de recherches préalables.
638	Personne capable d'utiliser une démarche scientifique, c'est à dire observer, émettre des hypothèses et vérifier par le biais d'expérience.	Document explicatif avec des rapports fréquents aux expériences réalisées, un questionnement permanent, la référence à diverses sources, auteur….

639	Une scientifique c'est quelqu'un qui raisonne sur les objets rationnels du monde qui l'entoure. Ses recherches passent par une série d'expériences.	Peut comporter des schémas contrairement à un document littéraire. De plus, le texte qui accompagne ce schéma est souvent muni d'un vocabulaire très spécialisé.
640	Est une personne qui s'intéresse aux sciences, mais ce domaine est très varié. Il touche la biologie, la physique, la technologie, l'astrologie, les mathématiques et bien d'autres domaines encore.	Souvent plus de schémas, tableaux, chiffres, graphiques…
641	Un scientifique est quelqu'un qui raisonne de façon expérimentale avec pour objet le monde.	A son objet et à la façon dont celui-ci est traité (termes techniques…), ainsi qu'à sa source (utile pour distinguer le vrai, l'information sérieuse, de l'information douteuse).
642	Un scientifique est un chercheur spécialiste qui s'attache à la recherche de vérité, en prouvant ce qu'il démontre par des lois naturelles. Il suit un raisonnement, une certaine démarche précise d'investigation, et utilise des outils, instruments précis pour mener à bien ses recherches.	Est la production d'une recherche scientifique. Dont la source est scientifique.
643	Fait des expériences pour vérifier si sa ou ses hypothèses sont justes.	Il y a des données, des résultats d'expériences, des schémas.
644	Dispose de savoirs, savoirs faire sur les sciences. S'interroge davantage sur les causes et conséquences d'une chose sur le plan physique, biologique ou encore technologique.	Peut prendre la forme soit d'un écrit dans lequel sont mises en avant des données pour l'expliquer, décrire, résoudre un phénomène existant , soit d'un schéma, tableau explicatif.
645	Ce qui différencie un scientifique des autres, ce sont essentiellement ses méthodes de travail. Il s'agit d'utiliser des démarches (inductives, déductives) c'est à dire de partir de l'observation de la réalité et d'en déduire des théories scientifiques et vice versa c'est également l'esprit de rigueur.	Il suffit de regarder les sources.
646	Un scientifique est pragmatique. Il s'appuie sur des faits. En général il ne croit qu'en ce qu'il voit.	Il y a une thèse, une démonstration et validation ou non de cette thèse (après une expérience pratique).
647	C'est qu'il a conscience de la matière qui l'entoure. Il a conscience de l'infiniment petit et de l'infiniment grand et des relations des éléments entre eux. Il a connaissance des réalités physiques qui nous entourent.	Pas de réponse.
648	Est une personne qui étudie et s'intéresse à tout ce qui touche la biologie, la physique, les mathématiques.	Est un constat sur une expérience, on y trouve souvent des chiffres. Ils sont souvent écrit en anglais. Il peut exprimer une démarche pour une recherche.
649	Qui fait des recherches, qui fait des expériences. Réfléchit sur les éléments qui nous entourent.	Par la source (institut de recherche…) et par le vocabulaire employé.
650	Fait des expériences.	Il y a plein de chiffres, d'instruments scientifiques, des formes…
651	Une personne expérimentée dont le travail est de collecter des informations pour faire avancer la recherche de tous les jours que ce soit dans le domaine médical, physique ou encore biologique.	Par la présence de schémas ou de statistiques avec des données fournies par des chercheurs.
652	Acquiert des compétences et des savoirs par la manipulation et l'expérimentation.	Est composé d'hypothèses, de recherches pour valider ces hypothèses et d'une validation ou non de celles ci. Il peut contenir des schémas, des croquis, tableaux, photographies, diagrammes…
653	Veut expliquer, comprendre et expérimenter les choses qui l'entourent sur la terre (nature, la vie, la santé…)	Un document avec des schémas et des textes qui expliquent le fonctionnement de tout ce qui nous entoure.
654	Est un chercheur. Il s'intéresse au domaine de la physique, des sciences de la vie et de la terre	On peut trouver des schémas, des diagrammes. Un document scientifique peut représenter une démarche expérimentale.

655	Est une personne qui va démontrer une découvert. Il va faire des expérimentations pour vérifier ce qu'il avance.	Est le résultat d'une étude réalisée par un ou des chercheurs.

	Groupe 27 PE I 8 2009 –2010 Mineur		
	Comment faites-vous pour savoir que quelque chose est scientifique ?	***Comment reconnaître un scientifique ?***	***Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique ?***
656	Est relatif à des nombres, chiffres, problèmes avec des hypothèses à vérifier.	Est une personne qui a un raisonnement logique et structuré.	Répond droit au but sans chercher compliqué, il essaye d'aller au plus simple avec le plus de cohérence possible.
657	C'est qu'il répond à une loi, une affirmation scientifique.	Cherche à expliquer, à rendre logique, à démontrer et prouver des phénomènes naturels.	Qui cherche à rendre des hypothèses scientifiques, lois universelles.
658	On doit le tester scientifiquement.	Qui utilise des méthodes scientifiques, l'objectivité.	Un homme des sciences.
659	On effectue une démarche scientifique (calculs, expérience…) pour tester si notre hypothèse est valide ou non.	Il cherche à démontrer ses hypothèses en effectuant des tests.	Qui fait des recherches.
660	Il faut respecter la démarche scientifique pour vérifier des hypothèses que l'on a posé préalablement.	A son appartenance à un labo de recherches.	Un chercheur dans les sciences dures.
661			
662	Il faut les soumettre à la raison : on part d'une hypothèse (quelque chose) et on l'interroge pour le vérifier. Si ce quelque chose répond effectivement à des questions vérifiables par d'autres moyens que les superstitions, c'est un quelque chose démontrable et donc scientifique.	Se reconnaît à la démarche systématique de questionnement qu'il déploie pour comprendre le monde qui l'entoure.	Qui s'interroge sur le monde et sur la validité des hypothèses avancées par d'autres ou par lui même.
663	S'il fait partie du domaine des sciences, si l'on a à faire à une démarche scientifique : questionnement, hypothèses, expériences, calcul.	Il possède un grand savoir.	Qui étudie un domaine spécifique, expérimente, recherche, a des connaissances.
664	Qui provient d'une démarche de questionnement.	Il procède par hypothèses, essais, nouvelles hypothèses essais et vérification des hypothèses : démarche de questionnement, test, vérification d'un échantillon, des hypothèses.	Qui se pose des questions, émet des hypothèses tente d'y répondre par la pratique pour les confirmer ou les infirmer.
665	Lorsque c'est reconnu par les sciences, on peut le démontrer, on peut le refaire et retrouver les mêmes résultats, avec les mêmes modalités.	Par le lieu où il travaille, la matière de ses recherches ou celle qu'il enseigne, par ses propos et ses pratiques.	Qui a suivi des études spécifiques et continue de pratiquer cette discipline, il fait des recherches et expérimente.
666	Pas de réponse.	A un esprit très structuré, il se base sur	Est une personne qui étudie les

		des faits et non sur des suppositions, pour fonder son raisonnement.	sciences au sens strict du terme.
667	On peut utiliser un raisonnement spécial avec des hypothèses, des expériences et la comparaison des résultats.	Qui analyse une situation donnée, qui sait poser une hypothèse et réaliser des expériences pour la vérifier ou pas.	Qui est spécialisé dans un domaine et qui analyse des questions spécifiques à sa discipline.
668	Lorsqu'il est possible de faire des expériences dessus.	Par une utilisation de mots compliqués pour définir des termes plus ou moins simples… A revoir….	Travaille sur les sciences, se documente en permanence sur un sujet scientifique.
669	On regarde si cette chose est en relation avec la science. Si on parle de quelque chose de scientifique on se penche sur le lexique utilisé.	Sa façon de travailler, ses outils, sa façon de parler. Fait un travail bien précis avec des outils particuliers.	Qui utilise des moyens, des méthodes, du matériel pour découvrir des choses, pour comprendre comment fonctionnent les choses. Pour donner un sens à ce qui nous entoure, que ce soit naturel ou fait par la main de homme. C'est quelqu'un qui fait des expériences et qui donne des explications, des théories.
670	Qui nécessite des expériences, qui demande de faire des hypothèses et de les vérifier. Il y a des théories qui sont fondées et établies.	Un scientifique cherche à comprendre le fonctionnement d'un phénomène.	Est un chercheur, un professeur, qui étudie une ou plusieurs sciences.
	Groupe 64 Suisse Octobre 2012		
	Pour vous, c'est quoi la science ?	***Comment faites-vous pour savoir si quelque chose est scientifique ou pas ?***	***Qu'aimeriez-vous que vos élèves répondent à la première question ?***
671	Voilà une question complexe à laquelle je ne peux répondre en 5 minutes uniquement. Posée de cette manière nous pouvons aller dans tous les sens. Humaines, sociales, éducatives, politiques, artistiques, les sciences sont partout.	Actuellement, j'en sais rien. Mais j'imagine qu'il y a un certain nombre de questions à se poser et plusieurs paramètres à prendre en compte.	Rien ! Comme ça j'aurais tout à leur apprendre.
672	La science c'est une discipline, un domaine qui étudie, observe le monde qui nous entoure. Elle essaye de répondre aux questions qu'on peut se poser.	Lorsqu'il s'appuie sur des apports théoriques et sur des expérimentations scientifiques ; observer, se questionner, expérimenter, vérifier ce qu'on observe, ne pas hésiter à consulter des ressources documentaires.	Que faire des sciences, c'est se poser des questions et tenter d'y répondre en s'investissant, en investiguant, en recherchant, en expérimentant, en se mettant dans la peau d'un chercheur.
673	Pour moi la science est tout ce qui touche à la recherche et à l'expérimentation afin de répondre aux questionnements des hommes.	Les choses sont dites scientifiques lorsqu'une recherche a été mise en place et que celle-ci parte d'une question de départ ainsi que quelques hypothèses qui seront approuvées, réfutées ou même laissées en suspens.	Faire de la science c'est se poser des questions et essayer d'y répondre en testant nos hypothèses.
674	Etude des phénomènes naturels et scientifiques ; il s'agit d'une branche qui utilise les expérimentations, l'énonciation d'hypothèses, de preuves…	Pas de réponse.	J'aimerais qu'ils cernent que c'est une discipline moins stricte que les mathématiques ou le français, qu'il est primordial de faire des hypothèses, conjectures, des essais, des vérifications, d'énoncer des

			arguments.
675	Les sciences sont le domaine où l'on explique les phénomènes qui nous entourent. Que ce soit l'humain, naturel, physique ou chimique. Elles permettent aussi d'améliorer notre quotidien par de nouvelles découvertes.	Je me base sur mes connaissances personnelles et très générales. En cas de doute je consulterai un dictionnaire, une encyclopédie, un livre ou internet.	Je souhaiterai que mes élèves puissent donner des éléments de réponse. Qu'ils me surprennent par leur réponse afin de compléter ma définition.
676	Les sciences dures : biologie, chimie, physique. Connaissances souvent renouvelées, rapidement obsolètes. C'est vouloir répondre à des questions qu'on se pose, en émettant des hypothèses et en essayant de les corroborer à l'aide d'expériences, etc.	Si on peut corroborer une hypothèse par une expérience.	Une réponse n'est jamais définitive, peut toujours être remise en question. Pas un savoir figé.
677	Un moment de découverte, une discipline qui dépasse notre sens commun et qui nous fait voir au-delà des choses.	Du moment où un raisonnement, une démarche d'investigation sont engagés afin de tenter de trouver des réponses à nos questionnement (susceptible de rester sans réponse).	Pas de réponse.
678	Est un outil qui nous permet de raisonner sur le monde, sur les actions de l'homme sur le monde.	Quelque chose qui est argumenté, prouvé, démontré sur la base de faits, d'observations.	Que faire de la science c'est raisonner, réfléchir, ce n'est pas apprendre par cœur.
679	Expérimenter pour répondre à nos, des questions.	Basé sur du concret, a été expérimenté selon des normes et a des résultats valides.	La science : faire des expériences pour répondre à nos questions sur le monde qui nous entoure, nous touche.
680	C'est faire des expériences afin de vérifier des hypothèses que nous avions au départ.	Qu'elle résulte de recherches qui ont été menées, d'expériences et ou de calculs.	Cela veut dire qu'on fait des recherches, par exemple dans les laboratoires, pour découvrir de nouvelles choses.
681	La science : expérimentation, investigation. Quand on fait des sciences, nous sommes souvent mis dans une position de chercheur. Nous allons expérimenter des choses afin de permettre de vérifier nos hypothèses.	Le domaine scientifique est vaste. Ce qui est scientifique pour moi ne l'est pas forcément pour une autre personne.	J'aimerai que mes élèves puissent se rendre compte qu'ils peuvent avec peu de moyens expérimenter plusieurs choses. J'aimerai qu'ils puissent apprendre à se questionner, à formuler des hypothèses.
682	La science, c'est expliquer des phénomènes par le biais de l'expérimentation. mettre en place des dispositifs pour vérifier une hypothèse. Se mettre en position de chercheurs.	Il suffit de se mettre en position de chercheurs, de faire des hypothèses et de tenter de créer des dispositifs pour les vérifier.	C'est quand on se met en position de chercheur pour comprendre ou expliquer quelque chose.
683	Les sciences c'est de l'expérimentation, de la recherche.	Le domaine scientifique est vaste, beaucoup de choses sont scientifiques. La science touche souvent à la recherche.	Il est important que les élèves se rendent compte que lorsque l'on fait des sciences on se met en situation de chercheur, on s'interroge, on expérimente et on constate.
684	La science est la discipline qui touche aux savoirs ; elle répond	Pour moi scientifique suppose un questionnement sur la présence et la	Faire des sciences, c'est questionner le monde et chercher à

	aux questions : d'où viennent les connaissances ? Et comment se bâtissent-elles ? Ces questions sont élucidées à travers des expériences pratiques, accompagnées d'une réflexion, qui permettent de saisir les mécanismes expliquant comment ces choses se produisent.	construction d'un phénomène touchant à la nature, la physique.	la comprendre.
685	Quelque chose de scientifique, un fait prouvé par des théories, établi, démontré ; c'est les maths, physique, chimie ; l'éveil à la curiosité, l'investigation.	Si le fait a été prouvé, validé et testé à plusieurs reprises. Regarder la sources des informations, chercher, se renseigner.	Curiosité, math, physique, chercher, se renseigner.
686	Découvrir le monde, se questionner sur son fonctionnement, se rendre compte de ses problématiques, se mettre dans la position d'un chercheur, initier les élèves à une démarche scientifique, émettre des hypothèses.	Pas de réponse.	Pas de réponse.
687	Exploration, observation de phénomènes, de l'environnement, sensibilisation ; démarche d'investigation, expérimentation, recherche, modélisation ; problématique, hypothèse, conclusion.	Appuyé sur des faits, prouvé, observable, répond à une problématique.	Découverte et compréhension du monde qui nous entoure. Se poser des questions et trouver des moyens pour y répondre.
688	Faire des expériences pour démontrer, confirmer ou infirmer des hypothèses, conceptions. Touche plusieurs domaines (phénomènes naturels, le vivant, etc.). Avoir une démarche scientifique.	C'est quelque chose que l'on peut expliquer, montrer, prouver par des expérimentations, des observations. Cela touche le domaine des sciences.	J'aimerai qu'ils associent les sciences.
689	C'est expérimenter, découvrir, se questionner, rechercher sur le monde qui nous entoure, phénomènes.	Ressort en principe d'une recherche menée par des chercheurs.	Les sciences c'est faire des expériences.
690	C'est rechercher pour comprendre les phénomènes qui nous entourent. C'est expérimenter et découvrir.	Quelque chose qui a été expérimenté, analysé par des chercheurs.	Faire des expériences, comprendre des choses, apprendre.
691	Discipline scolaire, à l'extérieur de l'école, découvrir le monde (du vivant), expérimenter, faire des recherches, poser des hypothèses, comprendre différents phénomènes.	Il faut avoir tester cette chose, avoir fait des expériences portant sur des hypothèses, avoir fait des recherches. Quelque chose fait par des chercheurs.	Discipline où l'on expérimente, on teste, on compare, où l'on fait des recherches dans le but de répondre aux questions posées.
692	Démarche d'investigation qui permet un questionnement et une réflexion pour tenter d'y répondre.	Quand on arrive à comprendre le questionnement et quand existe une cohérence de pensée. Quand on fige pas, mais on accepte des démarches variées.	Pouvoir inventer, se questionner, répondre à nos questions.
693	Démarche scientifique qui permet de donner des réponses	A travers la démarche et les preuves obtenues.	Que les sciences leur donnent des réponses sur le monde et que leur

	objectives sur des faits réels, concrets ou abstraits à l'aide d'hypothèses validées ou réfutées.		démarche est importante.
694	Démarche d'investigation, cherche des réponses en récoltant des données, émettant des hypothèses, chercher, tenter à trouver des réponses ou des explications. Réponse aux questions d'où est c e que ça vient, comment ça fonctionne ? à quoi ça sert ?	Vérifiable ou explicable si la démarche est reconductible.	La recherche d'explications aux phénomènes qui nous entourent.
695	Questionner le réel en se donnant des critères observables. Pas de vérité établie (vérité toujours provisoire). Démarche de questionnement fondée méthodologiquement. Bouleverser les représentations, conceptions, découverte, questionnement initial, dispositif pour répondre à la question, hypothèse, expérimentation, résultat, confrontation avec hypothèse, conception de départ.	Eléments observables (appartenant au réel), soumis au plus de variables possibles.	Se poser des questions et trouver des dispositifs à expérimenter pou y répondre.
696	C'est s'adonner à des expérimentations et en tirer des conclusions diverses et spécifiques.	C'est un fait constaté, récurrent à plusieurs constats issus d'expérience.	Les sciences c'est apprendre en s'essayant à travers diverses expériences qui incitent à réfléchir et à déduire
697	Les élèves peuvent rechercher, établir des données en fonction d'une question élaborée (venant d'eux dans l'idéal). Tenter de répondre à leurs hypothèses et réussir à créer une synthèse.	Voir si on peut trouver des relevés de données, si un résultat d'expérience est reproductible, explicable de manière raisonnée.	On a le droit de se poser des questions, et de là on va tenter d'y répondre (de faire des hypothèses). Mais l'enseignante nous aide pour chercher, ou tenter de trouver des réponses, et ce à travers des expériences, des relevés de données et des analyses. A la fin, on aura une trace (crée au long de la séquence), qui nous permettre de nous souvenir de ce que l'on a appris.

	Groupe 1-4 PE I 2007 2008		
	Quel est votre rapport aux sciences ou à la physique ?	***Qu'est-ce que les sciences ?***	***Que veut dire enseigner les sciences ? – Pourquoi et comment les enseigner ?***
698	Je n'ai jamais la physique, cependant j'aime beaucoup la biologie et la chimie (licence biologie géologie à la fac).	Les sciences sont toutes les matières (maths, physique, chimie, biologie, géologie, informatique) qui servent à comprendre les phénomènes qui se passent sur Terre et dans l'Univers.	Il est important d'enseigner les sciences, c'est aussi important que d'enseigner les maths et le français. – je pense qu'il faut enseigner les sciences en faisant nous même les expériences avec les enfants. Par exemple je me souviens ainsi avoir planté un bulbe de jacinthe en primaire et fais pousser des petits pois sur du coton….
699	Sciences vécues +++ (par rapport aux matières plus	Comprendre les mécanismes d'une	Développer l'esprit de curiosité, d'initiative, de recherche de responsabilité. Comprendre

	littéraires) car touche à l'environnement immédiat et à sa compréhension.	discipline donnée.	quelque clés de la connaissance, s'approprier. – D'une manière concrète et expérimentale, démarche d'investigation. J'attends de ce cours une préparation à l'épreuve de didactique essentiellement
700	Relations aux sciences : bons souvenirs, bac S et licence biologie et science de la terre. Un petite appréhension vis à vis de la mécanique.	Comprendre comment ça fonctionne.	Afin de mieux comprendre le monde qui nous entoure : connaissance de la Terre, de l'univers, connaissance de notre corps, aspects biochimiques et mécaniques, de même pour les autre êtres vivants. – En se posant des questions (hypothèse), en élaborant un protocole d'expérience, en pratiquant des expériences, en discutant des résultats, des observations, en concluant à partir des résultats.
701	J'aime bien les sciences en général mais j'aime moins la physique (mécanique en particulier).	Découverte du monde, apprentissage des phénomènes de la nature.	Il faut amener les élèves à réfléchir sur un sujet, les faire faire des expériences en classe ou à l'extérieur afin qu'ils découvrent en partie d'eux même.
702	Je n'aime pas trop la mécanique.	Physiques, chimie, biologie.	Pour la culture générale : découverte du monde – Enseigner avec des expériences et un récapitulatif sous forme de trace écrite.
703	Décalage entre sciences intuitives et pratiques jusqu'en seconde, trop de théorie après.	Rationnel et incontestable, pas de subjectivité.	Enseigner les sciences à l'école afin de comprendre un certain nombre de phénomènes observables sur terre. – Aborder un thème avec les enfants, essayer de leur faire sentir qu'il y a quelque chose à explorer, attendre qu'ils posent des questions productives, faire des hypothèses, mettre en place des dispositifs expérimentaux ou des recherches documentaires afin de vérifier si les hypothèses sont vérifiées. Mettre par écrit les résultats obtenus pour distinguer les connaissances qui en découlent, pouvoir les apprendre et essentiellement les faire partager.
704	J'ai fait un bac scientifique donc j'ai quelques notions en science, mais j'avoue que je n'étais pas très à l'aise en physique. En revanche j'adorais les SVT.	Les sciences permettent de découvrir et comprendre les phénomènes, naturels ou pas, qui nous entourent.	Permettent une ouverture sur le monde, sur la nature et sur les inventions et découvertes humaines et je pense que c'est une part majeure de l'enseignement. – Il faut savoir captiver, intéresser l'élève par exemple en mettant en place des ateliers de découverte.
705	Relations avec les sciences : très bonnes avec la biologie, un peu moins avec la physique et la chimie. Trop de théorique en physique au lycée et pas assez d'applications pour mieux comprendre.	Explication des phénomènes de la vie de tous les jours, dans l'environnement qui nous entoure.	Pour donner à l'enfant un esprit de logique, et pour lui apprendre et lui faire comprendre les phénomènes qu'il peut observer quotidiennement. - - Enseigner avec beaucoup de pratique et d'expériences pour mieux comprendre.
706	Bons souvenirs autant dans les sciences physiques que dans la biologie.	Etude des lois et mécanismes qui permettent au monde de fonctionner, à différente échelle.	Permet d'expliquer des phénomènes observables dans la nature, de mieux comprendre le monde (animal, végétal, homme…). – Apprentissage basé sur des expériences et des observations qui permettent de vérifier des hypothèses. Afin que l'enfant observe concrètement ce qui lui est enseigné.
707	Difficultés en terminale à construire circuits électriques.	Phénomène qui peut être expliqué par une théorie.	Expliquer des phénomènes de tous les jours pour que les enfants comprennent le monde qui les entoure. – Privilégier la pratique, les sorties sur le terrain.
708	Pas de réponse.	Concret, représente la vie de tous les jours, tout ce	Pour apprendre pourquoi vit-on, comment, qu'est ce qui nous entoure ? animal, végétal… les

		qui nous entoure	sciences peuvent être une ouverture sur pratiquement toutes les autres matières. – avec un maximum de petites expériences.
709	Etant donné que j'ai arrêté les sciences en 1ère j'ai un peu de mal à me remettre dedans. Bien que je garde un bon souvenir de cet enseignement, en partie grâce aux expériences faites en classe (interaction, meilleure compréhension et assimilation).	Comprendre comment fonctionne le monde qui nous entoure. Expérimenter, agir sur ce qui nous entoure.	Je trouve très important qu'un enfant comprenne un peu ce qui l'entoure. Bien souvent les enfants se posent énormément de questions sur la vie etc. Répondre à leurs questions le plus tôt possible est essentiel. – Surtout en leur proposant des expériences, soit à faire par eux même en classe, soit par l'enseignant en classe. L'expérience favorise la mémorisation.
710	Relation très facile. Matière préférée depuis le collège. Cette préférence pour les sciences vient surtout du fait que j'ai presque toujours eu de bons profs dans les matières scientifiques. Aussi, j'ai un esprit scientifique.	Les sciences englobent tous les domaines qui traitent des choses concrètes. Les sciences permettent la compréhension du monde au sens physique du terme.	Pour que les enfants comprennent le monde qui les enture. Qui amène à se poser d'autres questions. – Surtout à l'aide de petites expériences et de supports visuels.
711	Je n'ai jamais été très forte en SVT, physique… mais étant plus mature maintenant, j'ai envie de connaître plus de choses et de mieux comprendre la science.	Les sciences sont tout ce qui a trait à la précision des éléments, à la compréhension de tout ce qui se passe dans l'univers.	Enseigner les sciences sert à faire réfléchir les enfants sur ce qui se passe autour d'eux. – Il faudrait enseigner en faisant beaucoup d'expériences avec les enfants, donc avec plus de pratiques que de théorie pour que les enfants comprennent mieux et de façon ludique.
712	Physique mécanique, je suis moyenne en physique car j'ai du mal avec les calculs qui sont totalement différents des calculs mathématiques. La physique est plus abstraite.	Les sciences sont des matières qui cherchent à expliquer ce qui nous entoure de façon rationnelle et non spirituelle.	Il est nécessaire d'enseigner les sciences, car elles permettent de mieux comprendre le vivant (en biologie) comment le soigner (chimie), mais également le fonctionnement des machines qui nous entourent t (voiture, télé...) pourquoi on est debout sur la Terre alors qu'elle est ronde,…- . pour enseigner les sciences il faut appliquer 3 points : l'observation d'une expérience par les élèves, l'interprétation de cette expérience, ce qui permet la réflexion, la conclusion qui va aboutir sur le cours, celui-ci étant mieux assimilé par les élèves.
713	Une prof autoritaire en blouse blanche que son estrade en train de parler un jargon incompréhensible (en 6ème ou 5ème) dans des salles immenses avec 1 robinet au milieu de la table dont je n'ai jamais compris l'utilité.	Explication du monde qui nous entoure. Quand on comprend les sciences on comprend mieux le monde, on est donc moins tributaire des appareils et autres objets de notre quotidien.	Pour comprendre le monde qui nous entoure. Pour casser certains préjugés que l'on a quand on est jeune sur les phénomènes scientifiques simples. – En faisant manipuler, en se trompant, en fabriquant (des modèles réduits, maquettes…) en ne se fiant pas toujours à ses sens.
714	J'ai toujours été passionné par les sciences car j'étais et je suis toujours curieux de savoir comment notre monde et les êtres qui y sont fonctionnent. Ex. aujourd'hui il pleut, il y a du tonnerre, quel phénomène crée ce bruit ?	Pour moi les sciences sont l'étude des êtres vivants et de l'environnement qui les entourent. Ex. biologie, astronomie, physique, chimie, …	J'aimerais enseigner les sciences pour montrer aux enfants que rien n'est dû au hasard. Tout ce qui existe sur terre s'explique de manière scientifique et rationnelle. – J'aimerais enseigner les sciences surtout en faisant des expériences, des démonstrations. Permettre aux enfants de mettre la main à la pâte comme en technologie au collège. PS j'ai passé 4 fois le Capet techno car j'adorais la techno.
715	A priori pas d'aversion pour la physique même si je lâche quand ça commence à se compliquer. J'ai un niveau terminale S.	Une étude de différents faits, toujours fondé sur quelque chose de concret. Pas de hasard en sciences, tout est plus ou moins cartésien (en opposition	Permet d'appréhender le monde qui nous entoure, de comprendre les lois qui régissent la nature. C'est extrêmement important voire essentiel pour moi. – par des expériences au départ simples, voire amusantes pour susciter la curiosité et pousser l'élève à vouloir approfondir.

		avec les matières dites littéraires).	Il faut faire en sorte de captiver son auditoire car c'est un monde fascinant.
716	Bon rapport avec les sciences, de préférence avec les maths. Je n'aimais pas particulièrement la physique et la chimie. J'adorais la matière SVT.	C'est objectif et rationnel. On sait ou on ne sait pas : on peut trouver une solution à partir d'un raisonnement logique.	Elles font partie de notre vie (le vivant). Elles donnent des explications à des phénomènes observables. Elles permettent de comprendre comment les être vivant son apparus. – par observation de phénomènes concrets, réflexion des élèves. Explications et apports théoriques. Faire faire des expériences aux élèves.
717	Vécu lointain.	Prône la rationalité, s'inscrit dans une démarche scientifique (protocole, investigation…)	Appréhender le monde qui nous entoure. Comprendre notre environnement. – inscrire notre enseignement dans une démarche d'investigation, questionnement, hypothèse, investigation, conclusion. Les élèves sont acteurs.
	……	……	……
718	Le vécu. Aimant bien les sciences, au collège j'avais choisi l'option scientifique renforcée (cours dès la 6ème) ; ce qui m'a permis de découvrir et faire plus d'expériences avec une professeur qui savait rendre son cours intéressant.	Les sciences représentent une part très importante dans la vie, au niveau utilité de tous les jours par exemple, permettent d'expliquer divers phénomènes.	Car cela permet, selon moi, une possibilité d'ouverture et de meilleure compréhension du monde extérieur.- par la pratique de diverses expériences, c'est en faisant que l'on comprend mieux le processus.
719	Bac S Licence Biologie, rapports sans trop de difficultés.	De l'observation on doit parvenir à une série de lois qui seront toujours vérifiées.	Permettre à l'enfant de développer une curiosité, les sens de l'observation sur le monde, le sens critique. Lui permettre d'appréhender le raisonnement, observation hypothèse, expérience, validation ou non de l'hypothèse. - En faisant en sorte qu'elles sortent de l'abstrait et du conceptuel par l'expérience, l'observation. D'abord éveiller la curiosité d'un élève sur un sujet donné (situation initiale) puis faire émerger un certain nombre de questions (par la comparaison des conceptions initiales de chaque élève) et essayer de répondre à ces questions (recherches doc ; expériences, enquêtes…).
720	J'ai une licence en biologie J'ai travaillé dans les laboratoires de biologie donc j'aime les sciences (surtout la biologie).	Les sciences (je prends ici la biologie, physique, chimie) sont pour moi des manières d'étudier le monde qui nous entoure, d'essayer de le comprendre.	L'enseignement des sciences permet aux élèves d'apprendre à raisonner mais surtout à questionner, à ne pas faire confiance à ce qui est visible ou paraît évident. Se questionner et chercher des réponses me semblent important dans la vie quotidienne. – les éléments de base me semblent être le questionnement et la recherche de solution par l'expérience ou l'observation.
721	En 2ème j'ai eu un prof très sympathique qui m'a amené à aimer la ou les sciences et notamment la science naturelle.	C'est l'étude des phénomènes de la vie et de la terre.	Pour cerner et comprendre le monde dans lequel on vit. Tout ce qui a trait à la science est présent dans notre environnement, dans notre vie. – Les sciences s'enseignent le plus simplement possible c'est à dire avec des objets concrets, le la matière et tout ce qui compose notre univers.
722	En 2ème option physique chimie de labo avec un prof horrible ce qui m'a fait détester cette matière. Pour la bio j'ai développe une passion, j'en ai fait une licence.	Les sciences sont l'explication du fonctionnement et de la présence de notre monde et de la vie.	Pour permettre de comprendre les phénomènes qui nous entourent et notre fonctionnement. - A l'aide d'expériences et d'investigations. Il faut rendre les sciences vivantes et faire ses propres découvertes.
723	Depuis toujours j'aime les	Les sciences sont un	Enseigner les sciences est très important, elles

	sciences. J'ai fait des études scientifiques avant d'intégrer l'IUFM ;	mélange de techniques et de raisonnements nous permettant de comprendre un peu mieux le monde qui nous entoure.	permettent d'expliquer beaucoup de choses, pas de place pour le hasard. - Il faut les rendre attractives.
724	Les expériences pratiques m'on toujours plu, mais les moments théoriques me plaisent moins. Je n'apprécie pas trop l'électricité.	Permettent d'affirmer des postulats et ainsi de faire des conclusions scientifiques.	Pour ouvrir l'esprit aux enfants sur des choses abstraites ou concrètes. Leur permettre d'apprendre à résoudre des problèmes, faire des hypothèses, conclure et apprécier les expériences. – Démarche d'investigation : observation, expérience, formulation d'hypothèses grâce aux résultats de l'expérience, conclusion
725	Au cours de mon cursus scolaire ce qui m'a plu dans les cours de physique et de technologie se centrait plutôt sur la pratique que sur la théorie, j'avais beaucoup de mal en ce qui concernait les calculs. Mais les expériences étaient pour moi très intéressantes et captivantes.	C'est l'explication de beaucoup de questions que l'on se pose.	Pour éclaircir au sujet de questions fondamentales que l'on se pose. Comprendre des notions fondamentales. Maîtriser la relation de cause à effet. – Pratiquer le plus d'activités possibles. Privilégier le concret sans pour autant délaisser la théorie.
726	En DEUG A j'ai dû faire de la physique pendant 2 ans, j'avais beau travailler, j'étais nulle. J'ai failli repasser en septembre juste pour ça. Heureusement à l'oral je suis tombée sur la mécanique quantique qui me plaisait beaucoup et pour une fois j'ai eu une note honorable.	Ce qui est issu de l'observation pour dégager des lois. Une démarche rigoureuse.	Pour permettre d'appréhender comment fonctionne le monde. - en donnant aux enfants l'envie d'être curieux et leur apprenant à faire une démarche rigoureuse.
727	Vécu avec la science : bons souvenirs collège et lycée mais moyen en physique.	S'intéressent à expliquer comment fonctionnent les choses qui nous entourent, en dégageant des lois par exemple.	Pour éveiller la curiosité sur le monde qui nous entoure, comprendre comment il fonctionne. Les sciences donnent aux enfants une approche concrète des choses. – En questionnant les élèves, en les poussant à s'interroger sur le monde. Après avoir formulé des hypothèses, des expériences en classe permettent de dégager des principes.
728	J'ai commencé à faire des sciences en 3ème et j'ai continué jusqu'en terminale en ayant passé un bac s . j'eu eu beaucoup de mal avec la physique chimie car le prof n'arrivait pas à se mettre à notre niveau pour nous expliquer . Sinon, j'ai toujours aimé les expériences et j'arrivais pratiquement tout le temps à les réaliser.	Sont l'étude de phénomènes présents dans notre environnement.	Il faut enseigner les sciences afin de faire prendre conscience aux élèves de la richesse de l'environnement qui nous entoure. – On peut enseigner les sciences à travers plusieurs démarches : situation de départ, questionnement, démarche d'investigation. Cette dernière étape est la plus riche, plus intéressante car on peut utiliser l'expérience ;l'observation, l'enquête…
729	Bac S j'ai toujours préféré la chimie, les expériences de physique m'on toujours intéressé mais je n'ai jamais été très bonne dans cette matière.	C'est tout ce qui a trait à l'étude des phénomènes physiques, psychologiques, les sciences apportent des explications rationnelles aux phénomènes courants.	Pour pouvoir comprendre le monde qui nous entoure. – Pour enseigner les sciences je pense que la meilleure façon est de pratiquer plein d'expériences et de faire participer les élèves au maximum.
730	J'aimais beaucoup mon prof de	Science physique,	Pour faire découvrir la nature aux élèves.

	physique en 1ère S, il était très beau.	chimie biologie : étude de la nature	Comment elle est construite, comment elle fonctionne. – par l'expérience, laisser les élèves découvrir, autant que cela est possible, et avec toute l'aide que je peux leur donner les mécanismes subtils de la nature.
731	Bon niveau au collège. J'ai bien aimé la physique, surtout la technologie. Puis arrêt en fin de 2è où mon rapport aux sciences s'est un peu compliqué.	Discipline essayant de donner une description rationnelle concrète sur des éléments de la nature, ou mécaniques, dans divers domaines.	Culture générale. Avoir des connaissances avec notre environnement proche, mieux appréhender le monde. – par expérimentation, questionnement, hypothèse.
732	J'ai fait un bac S puis je suis allée en STAPS. J'ai beaucoup apprécié mon master où on a appliqué des tests de SDV et de bio mécanique. Tests vécu sur tapis roulant…	Couvrent de grands domaines : la biologie (étude du corps humain) géologie, physique… Etude du monde vivant et non vivant.	Car elles sont partout autour de nous. On ne peut passer à travers pour expliquer le monde. – A travers des expérimentations en suivant une démarche d'investigation.
733	Le plaisir a été donné par instituteur que j'ai eu 2 ans. On peut expliquer comprendre des phénomènes qui paraissent magiques.	La compréhension de ce qui nous entoure. Pourquoi et comment ? qui nous permettent de nous donner des clefs pour comprendre des phénomènes plus compliqués ou inconnus.	Pour partager la joie de comprendre des phénomènes et de découvrir les clefs pour les déchiffrer. – avec les mains, avec des couleurs et de belles expériences étonnantes.
734	J'ai arrêté la physique en 2ème. Je m'en sortais pas trop mal et ça ne déplaisait pas plus que ça, mais il me fallait du temps pour comprendre.	Sont tout ce qui touche au concret.	Pour développer la logique, connaître le monde et savoir comment il est fait. – enseigner à partir d'évènements de la vie quotidienne pour avoir une meilleure représentation de ce que l'on étudie. Grâce à des expérimentations et des observations.
735	J'ai toujours aimé cela. Bons profs en général avec concret mis en relation avec la théorie.	Elles permettent la compréhension des phénomènes qu'on ne s'expliquait pas avant. On a l'impression d'arriver à une vérité alors que le moment d'avant, on était ignorant et perplexe face à un phénomène. Ex. pourquoi l'électricité ? pourquoi la gravitation , etc. Tout enfant puis tout adulte (de grands enfants) s'interrogent sont curieux de découvrir ce qui ce cache derrière… Les sciences ont un but, de répondre à nos interrogations, à notre curiosité.	Pour éveilles les enfants à la compréhension d'une expérience, pour les faire réfléchir, s'interroger, individuellement ou en groupes, confronter ou discuter de leurs trouvailles etc. – par l'intérêt, c'est à dire en organisant des activités pratiques. Partir de quelque chose du courant et de quelque chose de la classe, pou en élucider le mystère si mystère il y a Bref, les faire construire leur raisonnement pour qu'ils arrivent à élaborer une résultat d'expérience. Eclaircir 1.
736	J'ai toujours aimé les sciences, car c'est pour moi quelque chose de concret et carré. J'ai pris option physique en terminale S. J'avoue préférer la chimie que la physique mais j'avais de meilleures notes en physique. J'aimais les expériences qu'on y faisait.	Etude de la nature et tout ce qui s'y rapporte.	Parce qu'il est important de connaître l'environnement qui nous entoure ; - En faisant une expérience dans un premier temps pour attirer l'attention de l'élève. Puis en analysant cette expérience (émission d'hypothèses).Enfin confirmation des hypothèses ou infirmation.

737	J'ai eu des difficultés en mécanique en 1ère (peut être parce que le prof avançait trop vite et que je n'osais pas ralentir le cours en posant des questions). Sinon, j'ai toujours été intéressée par les sciences (surtout la bio)	Sont l'ensemble des moyens permettant d'étudier le monde vivant ou non (minéral).	Permet tout d'abord d'acquérir des connaissances sur le monde qui nous entoure, mais aussi de la rigueur dans le travail (mener une démarche expérimentale par exemple). – je pense qu'il faut d'abord demander aux enfants comment ils conçoivent ce qu'on va étudier, puis leur faire faire des expérience, dans la mesure du possible, après leur avoir fait formuler des hypothèses à vérifier.
738	C'est en 2ème où j'ai eu un très bon professeur de physique chimie ce qui m'a amené à présenter un Bac S option physique chimie, puis de passer une licence de chimie.	Une discipline qui permet de mieux comprendre le fonctionnement du monde qui nous entoure.	Pour permettre aux enfants de mieux comprendre les phénomènes physiques qui se passent en eux ou autour d'eux. – A partir d'évènements concrets qu'ils observent et les faire réfléchir en leur posant des questions.
739	Venant d'une famille de passionnés de sciences, j'ai été très vite sensibilisée. Pendant mes études j'ai toujours préféré les maths : beaucoup plus rigoureuses, les sciences me semblant plus aléatoires (pourquoi ça marche pas ?) Bref, intéressée mais pas passionnée. Je n'irais pas bidouiller dans un moteur mais sais changer une lampe et réparer une chasse d'eau.	Pour expliquer et comprendre le monde qui nous entoure.	Pour comprendre le monde et utiliser la démarche d'investigation. – pas de réponse.
	…… ……..	…… ……	…… …
740	Bon rapport, bons souvenir, surtout en SVT, un peu moins en physique.	Les sciences sont les matières qui expliquent le fonctionnements de ce qui nous entoure et de nous-même.	Enseigner les sciences c'est transmettre un savoir. Il est nécessaire de connaître un minimum l'environnement qui nous entoure et ses phénomènes, ainsi que de se connaître.
741			A travers des cours structurés en classe, mais aussi des expériences (menées par le professeur ou par les élèves), des travaux pratiques, des sorties sur le terrain suivies de compte-rendu.
742	Je suis intéressé par les sciences car elles permettent de comprendre les choses, le fonctionnement de notre environnement.	Sont un ensemble de disciplines basées sur l'étude d'objets par des méthodes.	Enseigner les sciences, c'est faire découvrir aux enfants des champs d'études, des démarches spécifiques. – enseigner permet de développer la curiosité et l'esprit critique. En utilisant l'environnement quotidien.
743	Très positif.	Explication du pourquoi et comment de ce qui nous entoure et de notre propre fonctionnement.	Pour comprendre le fonctionnement du monde animal, végétal, humain. – Enseigner en partant d'un fait vécu, puis en pesant des hypothèses pour expliquer ce fait et finir pour chercher l'explication vraie.
744	J'aime beaucoup les sciences.	C'est l'étude du monde qui nous entoure et de notre corps.	C'est se faire, interroger l'élève sur le monde qui l'entoure et lui en donner les explications.
745	Difficultés au lycée, car j'ai eu un bac littéraire, discipline trop abstraite mais qui s'est avérée plus concrète à la Fac (STAPS).	Vaste, rapport à la fois au vivant autour de l'homme, les animaux et les végétaux ; au delà de ça : l'atmosphère.	Afin d'avoir une idée plus précise et plus définie de ce qui peut nous paraître abstrait voire irréel.- - Enseigner en partant du 1er être vivant survenu sur la terre pour en arriver à ce que notre terre est devenue…
746	J'ai plutôt de bons souvenirs en ce qui concerne les sciences. Je	C'est tout ce qui concerne la biologie, chimie,	C'est donner, apporter des connaissances à l'apprenant sur le domaine du vivant et du non

	trouve ça relativement dur mais cela me plaît. J'ai des lacunes dans certains domaines concernant les sciences.	physique, le monde du vivant tel que les plantes, les animaux…	vivant. – pour élargir nos connaissances sur ce domaine. Enseigner sous forme de manipulations, recherches, expériences avec l'aide de documents.
747	Bonne expérience.	C'est tout ce qui permet de comprendre les êtres vivants et l'environnement.	Enseigner pour développer une réflexion. Comment : réflexion, expérience, observation, déduction.
748	Assez bons souvenirs, surtout la techno au collège.	Une matière où l'on peut souvent expliquer en faisant des expériences.	Pour un savoir général, des connaissances sur le monde et sur le corps humain. Comment : en essayant le plus souvent de démontrer par des expériences souvent amusantes pour les enfants.
749	Au début (2ème, 1ère) j'avais beaucoup de mal à comprendre, et en terminale j'ai été débloquée et j'ai beaucoup apprécié.	L'étude du monde environnant.	Pour connaître notre corps et son fonctionnement, pour comprendre notre environnement. - les sciences sont souvent mieux comprises grâce à la pratique, aux expériences et manipulations.
750	Bons souvenir.	C'est l'étude de ce qui nous entoure.	Pour permettre aux élèves de découvrir, étudier et apprendre ce qui les entoure, les phénomènes chimiques et électriques ainsi que la connaissance de leur propre corps. – avec beaucoup de schémas, photos mais aussi beaucoup d'expérience : faire manipuler (si possible) les élèves. Faire un bilan après chaque séance.
751	J'aime comprendre.	L'explication logique de phénomènes.	Pour démontrer et expliquer que toutes les choses (évènements) proviennent d'une incidence qui a donc une suite logique. La nature est faite comme cela et c'est de cette manière qu'on trouve une explication. Comment : en recherchant les indices, en les exposant de manière simple et concrète.
752	Bons rapports (licence bio).	Chimie, physique, bio, (histoire ?) tout ce qui peut être expliqué, démontré.	Transmettre un savoir. - pour développer un certain mode de pensée : amener à la réflexion, au questionnement, aux déductions, expliquer les phénomènes du quotidien. Comment : en amenant les élèves à réfléchir, en proposant des expériences.
753	J'ai toujours fait des sciences jusqu' à la licence.	Physique, bio, chimie.	Pour découvrir le monde. – on fait des expériences.
754	Bons rapports.	Tout ce que l'on peut démontrer.	Ouverture d'esprit, développe la curiosité face au monde qui nous entoure. – Faire se poser des questions aux enfants (les faire participer (TP , expériences).
755	Rapport lointain ! mais serein. Désir de re découverte en compagnie de mes enfants	Etude et compréhension du monde vivant et non vivant qui nous entoure et nous surpasse (physique, bio, chimie, astronomie, monde des la terre etc.)	Amener les enfants à comprendre ce monde qui nous entoure pour qu'ils (4) se situent dans ce monde ; - En provoquant le questionnement et le désir d'y répondre par des méthodes d'expérience afin qu'ils s'approprient ces réponses.
756	Bons souvenirs (j'ai fait une licence de biologie)	La découverte de la vie et de tout ce qui nous entoure.	Pour faire découvrir tout ce qui nous entoure. Pour amener à la réflexion. – sous forme d'expériences à partir desquelles s'apprend le cours.
757	Bons souvenirs (bac S).	Sont l'étude des êtres vivants, de la physique, de la chimie…	Enseigner les sciences car elles donnent lieu à de multiples questions de la part des enfants (comment fonctionne ceci, cela,… ?). – il faut enseigner les sciences en prenant des exemples concrets, en faisant d'abord des remarques générales, puis en approfondissant ensuite. Pour

			ce qui concerne le monde végétal on par exemple faire des sorties pour observer les plantes.
758	Elles sont bonnes.	Des savoirs rationnels dans plusieurs domaines où figure une certaine logique, une certaine rigueur.	C'est transmettre un contenu scientifique mais aussi des méthodes de raisonnement : apprendre à expérimenter soi-même, à formuler des hypothèses, les vérifier et conclure. On vit dans un monde où les sciences ont une part importante : nécessaire à comprendre le monde. De plus ça sert sur le marché du travail. – Pédagogie adaptée à la démarche expérimentale scientifique, à la découverte du monde par soi-même.
759	Moyen car non scientifique à la base mais curieux.	Etude du monde vivant. Etude méca, de la technologie et du système solaire.	Laisser l'apprenant émettre des hypothèses que quelque chose de nouveau ; un cheminement de pensées. – Afin de susciter chez les apprenants des interrogations et une envie de découvrir le monde qui les entoure. Comment : en partant d'un questionnement.
760	J'ai de bons souvenirs avec les sciences, mais j'ai fait un bac L donc ça remonte un peu loin.	SVT, physique, chimie, technologie… c'est à dire des matières qui font appel à des hypothèses, des raisonnements, des conclusions en suivant des règles précises et établies.	A l'école primaire c'est d'enseigner des phénomènes simples qui peuvent être rencontrés dans la vie courante afin de préparer les enfants à un plus grand apprentissage à partir du collège. – pourquoi : pour donner à chaque élève une connaissance de règles ou phénomènes déjà démontrés, afin que ça puisse leur servir dans leur vie de tous les jours ; Comment : pour des enfants, je pense qu'il faudrait leur apprendre ce que sont les sciences en les faisant jouer, construire des choses, faire des expériences faciles en chimie par exemple.
761	J'ai toujours été intéressé par les sciences, mais l'expérience que j'ai faite de leur étude (cycle scientifique au lycée) m'a plutôt déplu.	Les sciences sont toutes les connaissances accumulées dans le but de mieux appréhender le monde.	Transmettre des connaissances. Pour leur transmettre de mieux appréhender le monde. Comment : en se mettant à la portée des élèves, se baser sur ce qu'ils connaissent déjà et y greffer de nouveaux éléments petit à petit.
762	Très bon. J'ai fait un bac S et une licence de biologie.	Comprendre ce qui nous entoure, une démarche expérimentale : hypothèse, test, hypothèse, conclusion.	Pour comprendre la démarche, la réflexion ordonnée. Avec des expériences.
	…… ……..	…… ……..	…… ……
762	En terminale S, toutes les manipulations en labo m'ont assez marquées car ça m'a permis d'observer certaines réactions chimiques.	Les sciences regroupent 3 matières, la bio, la physique chimie, les mathématiques. Les sciences permettent de développer l'analyse et l'observation.	Transmettre un savoir en sciences aux élèves. – on enseigne les sciences car celles-ci permettent à travers des situations concrètes de développer chez l'élève un sens de l'observation, de l'analyse et de l'interprétation. elle permet également de développer une logique.
763	Ce qui m'a le plus marqué en sciences durant ma scolarité sont les travaux pratiques de physique chimie en 1è^{re} et terminale où on apprenait beaucoup d'une manière agréable.	Sont des matières qui comportent de la recherche et de l'analyse.	Cela veut dire transmettre son savoir en sciences à d'autres personnes. Pour permettre de développer une forme de mécanisme de recherche chez l'enfant mais aussi car c'est tout aussi intéressant que les matières littéraires.- Comment : je pense que pour bien enseigner les sciences il faut apporter du visuel (documents, photos, expériences…) pour que l'enfant assimile mieux ce qu'on lui apprend.
764	La mise en marche des projets	Désigne selon moi	C'est à la fois transmettre un savoir mais

	(horloge, alarme…) sur lesquels on travaillait toute l'année.	l'ensemble des disciplines expérimentales qui consistent à formuler et à vérifier des hypothèses. La science est le savoir qui résulte de ces démarches.	également un savoir faire (méthodes scientifiques).- Pour mieux faire comprendre le fonctionnement et le développement du monde qui nous entoure et des êtres vivants qui le peuple.
765	Fabrication d'un savon en chimie, construction de circuits électriques reliés à l'informatique.	Pas de réponse.	Ouverture sur la vie, l'environnement, son milieux, le monde qui nous entoure, les sciences apportent une compréhension sur toutes ces choses. Comment : en replaçant chaque phénomène dans un contexte qui sera familier aux enfants, et les faire intervenir oralement sur leurs idées pré conçues, leurs expériences, afin de rétablir les vérités scientifiques.
766	Au lycée, j'ai eu une prof de TP qui était malgré sa cinquantaine d'années, toujours passionnée par son métier, elle courait d'un bout à l'autre de la salle pour venir voir quel résultat on avait obtenu ou pour aller au tableau répondre à une question. J'avais trouvé ça formidable et j'avais de très bonnes notes, comme la plupart des élèves de la classe, alors que nous étions des littéraires ;	L'expression de l'observation du monde qui nous entoure, et le moyen, par l'expérimentation, de le découvrir.	C'est sensibiliser les élèves au monde qui les entoure, en essayant de susciter leur curiosité et leur émerveillement. Enseigner les sciences est essentiel surtout à l'école primaire car c'est dans l'enfance que l'on crée sa sensibilité et que l'on doit apprendre à vivre avec une bonne hygiène de vie. Pour moi il faut enseigner les sciences avec son coeur, il faut susciter la curiosité des enfants, leur faire découvrir le monde et leur corps, les intéresser.
767	Pas de réponse.	Les sciences sont des vérités qui sont prouvées et démontrées par un raisonnement. Les sciences dures concernent la matière.	C'est transmettre un savoir validé. Enseigner de quoi se constitue ce qui nous entoure : matière biologique (tout ce qui est vivant et organique) et physique (les liquides, les gaz, les solides). On enseigne pour comprendre ce qui nous entoure. On enseigne les sciences en observant les choses qui nous entourent, en partant du concret ;
768	Le fait d'avoir à suivre un protocole précis et d'arriver à obtenir un résultat convaincant à l'issue de l'expérience.	Les sciences regroupent plusieurs matières. Ce sont des matières qui ont pour but de démontrer, d'expliquer certains phénomènes, certains mécanismes.	C'est transmettre aux enfants un savoir basé sur une démarche ordonnée et bien précise. C'est aussi leur faire comprendre le fonctionnement du monde environnant. On enseigne pour expliquer les sciences pour expliquer aux enfants le fonctionnement du monde qui les entoure mais aussi le fonctionnement de leur propre corps. – Il faut enseigner les sciences à l'aide d'un maximum d'exemple et pourquoi pas grâce à des sorties éducatives dans des écomusées par exemple pour la biologie.
769	La dissection de la souris	Les sciences correspondent à l'explication des phénomènes naturels, à leur reproduction ou même à la découverte d'autres concepts.	Enseigner les sciences signifie enseigner les principes fondamentaux scientifiques ainsi qu'un raisonnement scientifique. Pour que les élèves comprennent mieux l'environnement qui les entoure ainsi que leur propre corps. Enseigner les sciences de manière à faire chercher, s'interroger les élèves et à proposer des réponses.
770	Je mes suis trompé d'orientation en seconde. J'aurais du m'orienter vers une 1ère ES mais comme j'adore les maths et les sciences, j'ai choisi une 1ère S Je l'ai regretté car le niveau, l'ambiance en classe et les élèves n'étaient pas les mêmes. Du coup j'avais d'assez	C'est tout ce qui touche à la logique au raisonnement, aux explications, aux démonstrations. On n'affirmera jamais quelque chose en science dans le démontrer ou que cela soit prouvé	Enseigner cela veut dire transmettre le plaisir des sciences. Il faut que l'enseignant soit capable d'enseigner la science tout en faisant aimer la science par les enfants. Mais c'est aussi leur montrer l'utilité et la nécessité des connaissances scientifiques pour vivre dans notre monde. On enseigne les sciences d'abord car c'est une matière compliquée qu'on ne peut comprendre sans un professeur. Ensuite car les sciences sont

	mauvaises notes au début alors que normalement je suis plutôt bonne en classe. Finalement je ne le regrette plus maintenant.	scientifiquement . la science c'est ce qui nous permet de mieux comprendre le monde qui nous entoure.	les bases d'une éducation. Sans les sciences le monde reste incompréhensible et difficilement perceptible. Il faut enseigner les sciences de manière interactive. Pour les rendre intéressantes il faut montrer des expériences amusantes ou du moins qui présentent un intérêt. Il faut aimer les sciences et les faire aimer pour les enseigner sinon cela ne sert à rien.
771	Lors d'un TP avec mon binôme, en DEUG A 2ème année ,moi, femme, n'avait que très peu le droit de parler, donner mes idées, le prof, homme ne m'écoutant jamais, même si la réponse était bonne. C'est un milieu très masculin, la femme doit se battre pour y faire sa place.	Sont un domaine permettant d'expliquer la vie (la vie biologique, mais aussi la vie quotidienne etc. .) Grâce à elles, on comprendre mieux et on peut appréhender. Mais grâce à elles, notre vie change (inventions diverses…) aussi.	Enseigner les sciences veut dire donner l'opportunité à tous de mieux comprendre son environnement. On les enseigne car elles permettent de comprendre notre vie. Pour moi les enseigner en les vulgarisant. La vulgarisation est la pratique permettent de mieux cerner des concepts parfois difficiles.
772	Un cours de génétique au collège sur la formation des gamètes et la naissance d'une cellule.	Une manière d'appréhender concrètement l'univers dans lequel on vit.	Enseigner les sciences signifie aider les autres à comprendre comment fonctionne le monde qui nous entoure. Pourquoi enseigner : parce que la connaissance scientifique joue un rôle important dans notre façon de nous comporter sur notre planète. Comment : à partir d'expériences concrètes vers des connaissances plus abstraites.
773	En 5ème svt, une enseignante nous montre pour la première fois depuis mon cursus un coeur et nous explique la fabrication des globules rouges en prenant un exemple concret : randonnée et séjour en altitude.	Sont l'explication d'évènements physiques, mécaniques, biologiques… observables. Les explications se font par validation d'hypothèses.	Faire comprendre des phénomènes concrets observables dans la vie de tous les jours. Permet d'acquérir une démarche expérimentale (problème, hypothèse, expérimentations, validation, conclusion) utilisable dans la vie courante. Ex : mon scooter est en panne : essence bougie démarreur … Enseigner à partir d'exemples concrets, de manipulation, la preuve, de recherche.
774	Au lycée j'avais un prof de physique qui était fantastique et qui donnait à tous l'envie de s'impliquer et d'aimer la nature.	Trop vaste à définir ; plus ou moins tout ce qui a trait à ce qui nous entoure (vivant, nature, force…).	Faire découvrir ce qui se cache derrière des actes quotidiens, derrière notre environnement et le vivant qui nous entoure. Mélanger le concret (expérience, observation, jeux…) à la théorie.
775	Au collège les projets en technologie comme un porte clés lumineux que l'on fait entièrement soi-même.	Sont les matières qui peuvent s'expliquer par des expériences et qui demandent de la réflexion.	Enseigner c'est faire découvrir aux enfants des principes scientifiques. Pour permettre aux enfants de comprendre certains évènements qui font partie de la vie de tous les jours et également pour développer leur raisonnement et leur curiosité . Enseigner de manière créative c'est à dire en trouvant des expériences qui intéressent les enfants et qui les impliquent.
776	Mon prof de bio et ma prof de math de 2ème qui étaient géniaux qui ont révélé mon esprit logique et qui m'ont donné envie de continuer dans une voie scientifique	Sont des choses que l'on peut expliquer, démontrer. Des chose réelles qui se passent autour de nous.	C'est déjà donner goût aux sciences, qui sont pas toujours faciles. Expliquer des choses parfois difficiles de manière simple et claire ; et donner envie de savoir. Pour mieux comprendre les phénomènes qui nous entourent, savoir les expliquer. Le mieux est de partir de quelque chose de concret, d'observable par tous, de se poser des questions sur ce phénomène et d'essayer d'y répondre simplement, en émettant des hypothèses et en y répondant.
777	Fabriquer une savon à la cité des sciences en primaire à paris.	Cela sert à comprendre le monde, à prévenir des dangers.	Pour transmettre des valeurs et le savoir qui nous entoure et le transmettre aux élèves. Enseigner les sciences sert à comprendre le monde qui nous

			entoure et le transmettre aux élèves. Comment : en faisant des expériences afin de comprendre le fonctionnement des objets et du monde qui nous entoure.
778	Je me rappelle avoir fait au collège un dissection (de grenouille je crois) que j'ai beaucoup aimé. On connaît l'image du lapin (dans les livres). Véritable expérience et surtout une expérience concrète.	C'est un domaine très vaste comprenant le vivant (humain, animaux, végétaux) ; la physique, la chimie.	Enseigner les fondements théoriques des sciences, donc les bases (respiration, reproduction, digestion , les états de l'eau, le système solaire…) pour comprendre les choses (ex le dernier cas : alternance jour et nuit. - - Pour comprendre les choses mais aussi pour développer un raisonnement logique (notamment par la démarche expérimentale avec hypothèses qu'on réfute ou valide).. - - Comment : essentiellement en situation expérimentale afin de provoquer tout d'abord de l'intérêt et de favoriser la mémorisation de cette expérience, ce qui est fondamental pour comprendre et acquérir une connaissance (puis des compétences).
779	Visite des musées : histoires naturelles New York, Londres, musée sciences à Londres et palais de la découverte à Paris.	Sont l'étude des phénomènes vivants, l'étude de la Terre, de l'environnement.	Enseigner signifie faire prendre conscience aux élèves des mécanismes du monde qui les entoure. Pour que l'enfant comprenne l'environnement dans lequel il évolue mais aussi pour savoir comment le préserver. Comment : avec des expériences, des visites de musées, avec des échanges d'observation en groupe par ex, des sorties en forêt.
780	L'étude en 2ème d'un cœur de bœuf pour comprendre les notions d'artères et veines était très intéressante.	Sont l'observation du monde qui nous entoure.	Enseigner c'est essayer de comprendre les différents phénomènes naturels qui nous entourent. Permettent de comprendre le monde qui nous entoure. Comment : à mon avis il faut enseigner les sciences de façon ludique afin d'intéresser les élèves.
781	Recherches et expériences faites en terminale par le TPE. Très intéressantes sur le sujet, comment marche-t-on ? comment court-on ?	Sont le compte rendu de l'observation du monde qui nous entoure.	Enseigner c'est comprendre le monde qui nous entoure. Pour comprendre ce monde qui nous entoure. En rendant compte des observations faites depuis des siècles et en les simplifiant pur les rendre accessibles à tous.
782	En terminale, pas prof de physique chimie se trouvait souvent dans l'incapacité d'expliquer les cours ou de résoudre les exercices ! Ceci m'a donc obligée à m'investir énormément dans cette discipline d'autant plus que c'était ma spécialité au bac !	Sont empiriquement démontrables ; elles permettent de valider ou non des hypothèses sur le monde qui nous entoure. On peut en extraire des généralités.	C'est transmettre des connaissances et des méthodes pour découvrir par soi-même comment se déroule la vie, comment sont constituées les choses qui nous entourent (comment ça marche !). - Les sciences permettent de mieux se connaître et mieux se comprendre, soi, mais aussi autrui et le monde dans lequel on vit. Ceci permet de préserver ce que nous possédons. – les expériences, les aspects concrets doivent être mis en avant pour intéresser au mieux les enfants. En trouvant des applications dans la vie quotidienne, les règles et théories en sont plus facilement intégrées.
783	En terminale D, la prof de bio me faisait souvent le reproche de ne pas avoir l'esprit scientifique. J'aimais beaucoup cette matière mais ne comprenais pas comment pallier ce reproche (j'essayais pourtant, mais…).	L'observation et la compréhension des phénomènes naturels qui nous entourent et du vivant.	Partager les connaissances sur les phénomènes naturels et les propriétés des éléments et organismes qui nous entourent. – pourquoi : parce que c'est la maîtrise des matériaux et du vivant qui a permis à l'humanité de progresser (découverte du feu, du fer, de l'élevage, de la médecine etc.). – Comment : par l'observation (pourquoi de la buée sur une bouteille d'eau glacée ? pourquoi les avions dans le ciel ne tombent ils pas comme des pierres ? Comment la

			vache qui mange de l'herbe fabrique-t-elle du lait ?…). puis les expériences.
784	En 1ère cela est quand même marquant de disséquer ce genre d'animal quand on a une souris ou un hamster à la maison.	C'est expliquer des phénomènes qui nous entourent par une explication rationnelle et basée sur des preuves scientifiques.	Les enseigner c'est transmettre le savoir. - - Pour comprendre notre fonctionnement et celui du monde dans lequel nous vivons. – Il faut partir d'exemples concrets et tenter d'expliquer ce que l'on observe.
785	La dissection d'une grenouille au collège. Une expérience sur l'électricité en physique (sur l'allumage d'une ampoule).	Les sciences regroupent toutes les matières scientifiques telles que la biologie, la physique, la chimie, les mathématiques...	Enseigner les sciences signifie faire apprendre des connaissances scientifiques à d'autres personnes. – On enseigne les sciences pour pouvoir transmettre des connaissances en biologie, en physique, en technologie ou encore en mathématiques. – On enseigne d'une manière scientifique, c'est à dire à base d'expériences, d'hypothèses et de conclusions.
786	En classe de terminale S mon prof de physique chimie était très méticuleux à son enseignement. Tableau d'avancement à la règle. Il nous représentait de façon ludique le fonctionnement d'un condensateur ou autre.	Sont différentes matières qui nous permettent de comprendre le monde qui nous entoure.	Enseigner à travers les cours et les travaux pratiques qui les mettent en application. – Connaître et comprendre les sciences nous procurent une culture générale importante et une certaine ouverture d'esprit. – Les sciences se comprennent plus facilement à l'aide de travaux pratiques, manipulations accompagnées d'un support de cours.

	Groupe 53 Animation pédagogique Vence maternelle		
	Comment savez-vous que vous faites des sciences avec des enfants ?	***Quels critères pour qu'une expérience soit scientifique ?***	***Qu'a apporté l'animation ?***
787	Cela consiste à les mener à se questionner sur les choses qui nous entourent, à émettre des hypothèses sur leurs caractéristiques et fonctionnement et les amener à mener des expériences pour vérifier leurs théories.	Une expérience va être valide si elle permet de valider ou non une hypothèse faite auparavant par les enfants.	M'a permis d'avoir des idées plus concrètes pour mener des séances.
788	Observer la nature environnante (arbre, petites bestioles). Travailler sur les parties du corps. Apprendre à les nommer. Réfléchir sur les manifestations de la vie végétale (on arrose, on n'arrose pas, lumière ou pas) : expérimentation.	Si on arrive à valider l'hypothèse émise. On prouve par l'expérience en comparant par rapport à un montage témoin (conditions normales).	
789	Lorsque les enfants font des expériences.	Une bonne expérience est une expérience qui met en valeur des idées, hypothèses des enfants.	
790	Faire émerger des pré-acquis, les faire se questionner, mettre en place des expériences pour répondre aux questions. Avec du matériel. Aussi synonyme de frustration pour moi parce qu'on peut aborder des choses, sujets et les compte rendus sont limités.	Apporter des réponses, valider ou non les hypothèses.	L'envie de le faire (qui était en sommeil depuis longtemps), parce que simple, peu de matériel et par des albums. Merci, Il y a plus….
791	Découverte animale, sorties, observation, découverte vie végétale, plantations, observation… (loup, escargots, tortues, ver à soie), relevé de	Hypothèse émise, validée par une expérience, recherche d'infos, maximum d'élèves manipulant.	Les liens avec des albums.

	température, expériences sur les aimants, différents états de l'eau, flotte, coule…		
792	Faire découvrir et expérimenter des phénomènes.	Expérience valide si, pour un problème posé : émission d'hypothèses, réalisation d'expériences, analyse des résultats, conclusion.	
793	Parler, se poser des questions, expérimenter, toucher, jouer.	Compréhension, validation des hypothèses.	Des pistes d'albums et de mise en œuvre d'expériences (on voit si c'est vrai).
794	Quand on se pose des questions, quand on transforme les matières.	Faire des expériences à partir d'hypothèses, tâtonnement.	Utilisation des albums, faire comme dans l'histoire, est-ce possible ?
795	Manipuler, déduire, expérience glaçon et toujours écouter l'enfant.	Hypothèse, vérification, expérimentation, découvertes fortuites.	Merci pour cette matinée, c'était très intéressant.
796		Expérimenter, découvrir, faire des hypothèses.	Bonne expérience, dépasse les représentations initiales.
797	Quand on les amène à se poser des questions sur le monde et qu'on cherche avec eux comment y répondre.	Une expérience est valide quand : faire des expériences, manipuler, observer.	Poser des hypothèse, vérifier, partir des représentations mentales des enfants.
798	Quand on les amène à se poser des questions sur le monde et qu'on cherche avec eux comment y répondre.	Une expérience est valide quand elle sert à répondre à une question, qu'elle permet de vérifier ou non une hypothèse émise préalablement.	Principalement (en plus de pistes, d'idées) insister sur le fait de refaire les mêmes expériences.
799	C'est émettre des hypothèses sur un sujet donné, observer, expérimenter, vérifier les hypothèses.	Expérimentation, passer par la manipulation qui vérifie les hypothèses qui sont validées ou non, en déduire des conclusions.	C'est l'envie de faire des sciences en maternelle, même avec les petits alors que j'ai eu surtout dans le passé des cycles 2 et 3 (on peut transposer cela aux petits). Merci.
800	Questionnement, manipulation, recherche, découverte, expérimentation, réponse. En partie seulement pour un temps.	Qu'elle réponde à la question posée ou qu'au contraire elle démontre l'erreur du départ.	Idées concrètes, matériel simple et à disposition, manipulations ludiques.
801	Recherche d'une réponse à un questionnement (observation, analyse, comparaison de résultats, d'essais, émission d'hypothèses, affirmation ou infirmation de ces hypothèses).	Elle apporte une réponse au questionnement ou permet d'avancer dans la recherche de la réponse à ce questionnement (elle aboutit à une nouvelles expérimentation).	Des idées de mise en œuvre, simples et accessibles, en fait. Ne pas hésiter à réitérer et laisser le temps à l'enfant de s'approprier les choses.
802	Chercher, expérimenter, réfléchir, pratiques.	Comment sait on que l'expérimentation va être valide, essais successifs, cycle, essais réussis, par comparaison. Quand on voit qu'un enfant sait expliquer le phénomène à d'autres enfants.	Relier sciences aux albums. Apporter quelque chose de nouveau, être vigilant au vocabulaire utilisé, ne pas avoir peur de manipuler, c'est pas si compliqué que ça !
803	Démarche, observations, hypothèses, expériences, dessin, schéma, vocabulaire.	Validée si : questionnement, plusieurs propositions pour valider ou non les hypothèses, utiliser les différentes expériences y compris celles qui son inutiles, tirer partie des échecs.	Plus de précision, idées d'expériences, plus dans le réel, beaucoup d'idées à partir d'albums, très intéressant.
804	Phase d'observation d'un phénomène animal. Questionnements, hypothèses,	Apporte des réponses (ou embryons de réponses appelant	Beaucoup d'idées concrètes, des listes d'albums pour lancer le

	recherche, tâtonnements, manipulations, essais, erreurs, analyse, langage.	d'autres expériences) remet en cause certaines hypothèses émises.	débat. (jardins des sciences prévu en juin) Merci beaucoup.
805	Lorsque les enfants se questionnent, qu'ils disent c'est magique, et que l'on met en place des expériences permettant de vérifier que leurs hypothèses sont valables ou non.	L'expérience est validée lorsque l'on peut la répéter avec toujours les mêmes effets et qu'elle répond bien au questionnement des enfants.	Se servir des albums jeunesse comme base de départ, est-ce que c'est possible comme dans l'histoire ?
806	Connaissance du monde animal, végétal. Observer le monde animal et végétal. Expérimenter, manipuler des objets pour connaître leurs propriétés.	Emettre des hypothèses, mettre en place des situations pour valider ou non des hypothèses au départ.	Mettre les enfants en petits groupes plus souvent pour que les expériences aient plus d'emprise.
807	Poser une question ouverte et les laisser s'exprimer, ex qu'est-ce que l'air, leurs idées.	A partir de leurs idées, expérimenter afin de confirmer ou infirmer leurs connaissances, hypothèses	Discussions communes, observations, lecture de documents afin de mieux appréhender la notion étudiée. Savoir extraire d'un album l'expérience scientifique. Très intéressante démarche. Merci.
808	Découvertes, manipulations, tâtonnements, se poser des questions sur ce qui les entoure, réponse en expérimentant, se confronter aux idées des copains.	Répond à une question posée, remet en question ce qu'il pense.	
809	Observer, expérimenter, découvrir, argumenter. Partir de ce qu'ils savent ou croient connaître pour affirmer ou infirmer des hypothèses émises.	Plusieurs phases, observation, manipulation, discussions, argumentation, nouvelles manipulations pour arriver à faire comprendre aux élèves le phénomène ou le thème étudié.	Essayer comme dans l'album, se servir du support pour expérimenter.
810	Développer l'esprit de curiosité, favoriser le questionnement, aller chercher des réponses au travers de petites expériences, d'observations plus fines, ou en utilisant des livres documentaires.	Expérience valide si témoin négatif, témoin positif, si l'expérience peut être répétée et donner toujours le même résultat.	Intérêt de la conférence avec comme point de départ des albums jeunesse, rôle, clé du questionnement initial et de la transposition dans le réel.
811	Faire des expériences, manipuler, faire des hypothèses, découvrir, analyser.	Quand il y a observations, hypothèses pour ou contre, manipulation, et synthèses.	
812	Toucher, faire des expériences, manipuler, faire des hypothèses, expérimenter.	Quand il y a plusieurs hypothèses et qu'on vérifier si elles sont bonnes ou mauvaises.	
813	Les plantations de graines, les occasions de constater les transformations de matière (neige, eau, glace…)	Une bonne expérience, expérimentation quand on arrive au résultat escompté, quand la pratique coïncide avec la théorie.	
814	C'est partir d'une question, d'un problème qui se pose et réfléchir ensemble en partant d'hypothèses que l'on vérifie par des manipulations.	Une manipulation est valide quand lorsqu'elle infirme ou confirme l'hypothèse posée au départ et cela plusieurs fois.	Je tacherais dorénavant de faire moins l'expert, même si cela fascine beaucoup d'élèves.
815	Manque de matériel, plus de temps, plantations, observations, dessins. Je ne le fais pas en maternelle, j'ai travaillé en CM1 où la démarche scientifique est plus facile à mettre en place même si ça reste trop limité par manque de temps.	Hypothèses, expériences témoins, un facteur à varier (à expérimenter), observations, comparaisons, conclusion, validation de l'hypothèse ou non.	Voir qu'il y a des façons plus simples de faire des sciences. Des pistes réalisables avec peu de matériel.
816	Quand on se pose des questions sur un phénomène naturel, ex. pourquoi,	Critères pur valider une expérimentation, vérifier les	

	comment ça pousse et qu'on émet des hypothèses, qu'on recherche des réponses aux questions que l'on se pose et qu'on vérifie.	hypothèses. A partir d'un phénomène observé réaliser une expérience pour vérifier si c'est possible.	
817	Observer, se questionner, expérimenter pour vérifier les hypothèses.	Elle débouche sur un questionnement, elle apporte une réponse au questionnement initial.	
818	Expérimenter, commenter, s'ouvrir sur le monde, observer.	Bonne expérience : avoir les choix, réfléchir, comparer, faire un schéma pour rendre compte, traces.	
819	Découvrir le monde et le comprendre par des expériences.	On pose des hypothèses sur un phénomène à expliquer ou à comprendre, on vérifie par l'expérience, on formule les résultats (compte rendu, dessins, schéma…).	
820	Faire des expériences : aborder les points du domaine découverte du monde des programmes I O, se questionner sur le monde qui nous entoure.	Une bonne expérience est une expérience qui permet de valider ou non une hypothèses de départ.	Il faut essayer.
821	Expérimenter, manipuler, émettre des hypothèses, les valider, les infirmer, tenir compte des représentations, observer des choses simples.	Toute expérience est valide que le résultat soit attendu par l'adulte ou pas. Une expérience ratée permet de valider ou infirmer des hypothèses.	Etre plus vigilant au questionnement du départ. Merci pour toutes ces bonnes idées.

	Groupe 32 Master 1 EEF	
	Quels critères utilisez-vous pour identifier un document comment étant scientifique (par exemple en physique, autrement dit, comment reconnaissez-vous qu'un document est scientifique ou pas) ?	***Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique (un physicien) ? C'est quelqu'un qui...***
822	Présence d'une démarche d'investigation (c'est à dire une démarche scientifique) : observation, questionnement, hypothèse, tester les hypothèses, en tirer des conclusion	C'est quelqu'un qui essaie d'expliquer les phénomènes naturels
823	Le contenu, les données, les images représentées, le vocabulaire employé	Personne qui effectue des recherches dans des domaines ayant trait à la science
824	Présentation chiffrée de données d'exploitation, schémas représentatifs et simplifiés, tableaux synthétiques, typologie	Un spécialiste des sciences techniques expérimentales qui utilise une démarche de recherche pour confronter ses connaissances et découvrir de nouvelles perspectives ou vérités. Un métier dynamique de remise en question
825	Le thème du document, le contenu, les données	Met en évidence/explique des phénomènes naturels
826	Utilisation de termes spécifiques, illustration par un schéma (compréhensible si on connaît le code)	Une personne qui comprend, utilise et cherche toujours à en savoir plus et mieux comprendre des phénomènes scientifiques
827	Le titre du texte, le contenu du texte (si ça parle d'un sujet scientifique avec des données scientifiques) et éventuellement les documents (schémas, graphiques) qui l'accompagnent.	C'est quelqu'un qui étudie les sciences, qui a un rapport direct avec les sciences (enseignant, chercheur...)
828	Les références du document, les données chiffrées (ex. statistiques), les légendes (ex. les schémas avec	cherche la vérité par l'expérimentation

	titre et légendes)	
829	Sujet et contenu du document ; langage utilisé ; démarche de l'auteur : hypothèses, expériences, conclusion, au préalables : observations ; discours scientifique : un discours rigoureux ; utilisation de schémas	C'est quelqu'un qui mène des recherches sur un sujet d'étude scientifique en utilisant une méthode particulière. Il procède en posant des hypothèses et en réalisant des expériences.
830	Selon le thème abordé par le document, contenu et données du document	Personne qui se consacre à l'étude d'une science ou des sciences et qui étudie un domaine avec la rigueur et des méthodes scientifiques
831	Je regarde : le vocabulaire employé, la démarche qu'emploie l'auteur, le caractère objectif ou subjectif du document, le nom de l'auteur et autres indications (statut, profession), le nom du magazine d'où est tiré l'article.	Un scientifique est quelqu'un qui fait des hypothèses et qui est capable de mettre en place des expériences permettant de valider ou de réfuter ses hypothèses
832	Présence de schémas, tableaux, calculs (formules), vocabulaire spécifique	Quelqu'un qui observe des choses, se pose des questions, met en place une démarche opératoire pour valider ou non des hypothèses
833	Pour identifier un document comme étant scientifique je recherche si celui-ci comporte des démonstrations, des données chiffrées, des calculs. Les termes contenus dans le document sont aussi importants.	...va démontrer par une expérience qui pourra être reproduite à l'identique une propriété. Il est capable de mener par une démarche d'investigation une expérience pour prouver ce qu'il expose. Il ne s'appuie que sur des faits.
834	Nom de l'auteur ou de la revue/ouvrage (connu ou pas comme étant fiable), démarche utilisée plus exposition de celle-ci avec les données nécessaires plus sources, confrontation avec d'autres documents, question à des professionnels	... a fait des études scientifiques et respecte la démarche scientifique dans ses recherches/expériences
835	Un document scientifique a les caractéristiques suivantes : il est précis, comporte des données chiffrées, traite de sujets de science, comporte des expérimentations	... quelqu'un qui étudie les sciences, qui fait des expériences à des fins professionnelles
	Groupe 33 Master 1 EEF	
836	Les sciences prennent souvent pour données des chiffres, elles s'appuient dessus pour émettre des hypothèses et fonder des lois. Elles tentent souvent aussi de rationaliser un phénomène, d'en comprendre les mécanismes pour pouvoir les expliquer. Un document qui remplit une de ces fonctions est scientifique à mes yeux.	... cherche à expliquer des phénomènes que ce soit à l'aide de chiffres ou de manière rationnelle
837	C'est un document qui énonce une vérité prouvée par l'expérimentation. L'idée qui est expliquée a été démontrée au moyen d'une recherche préalable.	... fait de la recherche, qui manipule les sciences, qui utilise les prérequis existants pour une action donnée
838	Sa forme (Pb, hypothèse, recherche, validation ou réfutation de l'hypothèse), le sujet (scientifique), d'où il est extrait	Un physicien est quelqu'un qui étudie la physique
839	Un document peut être estimé comme scientifique lorsque celui-ci est le fruit d'expérimentations dont il est fait mention de manière explicite. Il est également reconnu comme scientifique lorsqu'il est validé par un collège de personnes. Les sources utilisées par le scientifique apparaissent comme une pierre angulaire, car les moyens utilisés viennent rendre les choses scientifiquement possibles.	Travaille sur des phénomènes, des concepts, des problématiques, des expériences en partant d'hypothèses qui représentent le fil conducteur d'une démarche d'investigation cherchant à prouver ou infirmer les hypothèses énoncées.
840	Un document scientifique est un document qui	Un scientifique est une personne qui se penche sur des

	démontre une théorie	théories et essaie de les démontrer par des expériences
841	Un document scientifique repose souvent sur des expériences	
842	Un document scientifique expose des théories justifiées par des expériences	Un scientifique émet des hypothèses sur des théories qu'il entreprend ensuite de justifier/démontrer par des exemples.
843	Les critères pour identifier un document scientifique sont : le questionnement sur un sujet particulier	Un scientifique est une personne qui mène des recherches sur un sujet, il mène des expériences pour vérifier des théories
844	Je reconnais un document scientifique par ses schémas et légendes (ex. tube contenant de l'eau oxygénée). Les hypothèses posées peuvent aussi m'indiquer qu'il s'agit d'un document scientifique. De même un document me demandant de réaliser une démarche d'investigation scientifique me prouve bien qu'il s'agit d'un document scientifique.	explore la science, recherche des démarches d'investigation, trouve une solution à ses hypothèses
845	Un document est scientifique s'il contient différentes phases. Par exemple, il peut contenir une question sur un thème en particulier puis nous pousse à nous poser des questions, expérimenter et supposer pour y répondre. Enfin, il présenterait les hypothèses et réponses à la question.	Un scientifique, un physicien est quelqu'un qui étudie les relations entre son milieu et ce qui se produit autour de lui. Par exemple, il étudie la lumière et ses "relations" avec l'environnement. Il se base sur des expérimentations, démarche d'investigation et suppositions, hypothèses pour construire son savoir.
846	Les critères qui me permettent de reconnaitre un document scientifique sont : la présence des mesures, de chiffres, de schémas, des hypothèses, des démarches d'investigation. en chimie ou en physique on peut trouver des expériences, des manipulations.	C'est quelqu'un qui cherche à démontrer des événements physiques ou scientifiques par el biais de démonstration ou de manipulation, recherche et d'expériences.
847	La source (revue spécialisée), le vocabulaire utilisé, les données chiffrées suite expérimentation pour prouver (argument)	... étudie les sciences (physique) selon un protocole défini et précis avec contraintes et conditions (sujet témoin)
848	La source, y-a-t-il une thèse sous-jacente, un moyen de vérifier ce qui est avancé, est-ce reproductible ?	... cherche à expliquer des phénomènes, identifier les causes en élaborant des thèses, en essayant de les valider ou de les invalider grâce à des expérimentations
849	Un document scientifique est un document qui explique un phénomène, une étude, en utilisant des données chiffrées (statistiques), des références à la recherche scientifique, un vocabulaire précis et scientifique	Un scientifique est quelqu'un qui fait de la recherche. Il se pose une question, un problème, émet des hypothèses et cherche des solutions en faisant des expériences, des enquêtes
	Groupe 34 Master 1 EEF	
850	Un document scientifique est un document qui utilise des références elles-mêmes scientifiques. Un document qui utilise des termes spécifiques et qui ne laisse pas place à la subjectivité. Il aborde des thèmes concrets.	Un physicien est un scientifique qui travaille sur différents thèmes comme la matière par exemple. Il observe des faits scientifiques et en trouve les origines et les conséquences.
851	On peut reconnaître qu'un document est scientifique si on prouve nous même que telle ou telle chose est vraie. Une même expérience présentera toujours les mêmes résultats si les données de l'expérience ne changent pas.	C'est quelqu'un qui étudie les phénomènes physiques du monde qui nous entoure
852	En premier lieu, par le thème qui est abordé. Certains thèmes sont spécifiques à la science physique. Ex : le système solaire. en deuxième temps, par le fait que ce qui est abordé se base sur des données concrètes.	... s'intéresse aux phénomènes physiques qui nous entourent. Il cherche à les comprendre, à les reproduire (à une échelle humaine) puis à les prouver

853	On peut reconnaître un document scientifique notamment grâce à la bibliographie utilise, aux références faites (scientifiques, formules, phénomènes connus...), aux chiffres (précis ou pas!) donnés, aux études réalisées (démarche scientifique : protocole...)	Un scientifique : personne qui "fait" des sciences ! Un physicien, c'est quelqu'un qui fait des recherches, des études sur un sujet (ou plusieurs) touchant aux thèmes de la physique : mécanique, optique, thermodynamique, électricité... et en général qui enseigne.
854	Déjà la source du document doit apparaître. Il doit contenir des expériences menées, des bilans tirés, des avis d'autres scientifiques aussi sont possibles qui auraient été à la source de l'investigation.	C'est quelqu'un qui à partir d'une hypothèse de départ fait une démarche d'investigation pour confirmer ou infirmer son hypothèse. Il procède à des expériences mais peu néanmoins prévoir ou du moins estimer certains résultats et chercher ensuite différentes méthodes pour y parvenir.
855	Langage avec termes spécifiques, auteurs, sujet traité	... étudie un phénomène d'où découle une interprétation et donc une généralité ou bien formulation d'une hypothèse à vérifier par une expérience.
856	Il se situe par rapport à l'état de l'art (références bibliographiques). Il contient un chapitre "matériels et méthodes" (détaillé ou non), des hypothèses sont émises et testées. Les résultats sont analysés (plus statistiques) et discutés. Il doit vérifier des critères de scientificité.	... essaie de décrypter des phénomènes naturels (le mot physique provient de nature en grec). Il suit une démarche scientifique pour comprendre ces phénomènes (et les modéliser) : questionnement, formulation d'hypothèses, investigation pour les tester, analyse des résultats, structuration des connaissances
857	tout d'abord, par rapport au titre et à l'auteur, puis au contenu, explication d'une expérimentation	... met en relation et explique des phénomènes complexes, qui fait des expérimentations pour répondre aux phénomènes
858	Un document informatif, présente des expériences menées, des résultats obtenus et des déductions, expose des découvertes ou des hypothèses, utilisation d'un vocabulaire bien spécifique	... utilise l'expérimentation, pose des hypothèses, interprète, fait la recherche
859	Vocabulaire scientifique, hypothèses, expériences	... fait des recherches grâce à des expériences et à partir d'hypothèses dues à l'observations
860	Schémas, calculs, expériences	... est spécialisé en physique, diplômes de physique
861	Ce document a un plan spécifique comme par exemple : un thème, une problématique, des tentatives de réponses et une conclusion si possible précise. Le document a en général un vocabulaire spécifique au thème	... part d'un problème, d'une interrogation qui par la suite tente d'émettre des hypothèses et cherche à les vérifier. Le scientifique va alors valider, réfuter, nuancer ses résultats (c'est sa démarche). Le scientifique est donc pour moi une personne qui cherche, prouve, réfute des idées et qui justifie ce qu'il traite.
862	Il illustre souvent une expérience : on la reconnaît grâce à un matériel spécifique aux sciences. Il peut y avoir des données chiffrées	... travaille dans un laboratoire, qui a de grandes connaissances dans le domaine scientifique, chimique et technologique. Il peut faire des expériences scientifiques afin d'améliorer certains domaines (médecine, astrologie...)
863	Je pense qu'un document peut être identifié comme scientifique s'il comporte une problématique, une hypothèse, une expérimentation, une interprétation des résultats et une conclusion	... suit la démarche ci-dessus afin de faire avancer les connaissances dans son domaine
864	Un document scientifique présente le sujet et sa problématique. Ensuite, il précise la méthode utilisée, avec quels sujets, à quel endroit. Il est souvent accompagné de données chiffrées et schémas. ensuite il y a une analyse des résultats et une éventuelle conclusion. Ces documents scientifiques sont signés par des chercheurs ou des groupes de chercheurs.	... passe la majeure partie de son temps dans des laboratoires à faire des expériences, élabore une recherche à partir d'une problématique et d'une méthode
865	Un document scientifique en physique aborde les thèmes relatifs à cette matière comme la relativité, l'électricité, etc. Le document peut être sous la forme de schéma. En physique les schémas	... émet des hypothèses en sciences, biologie, physique. C'est un chercheur qui travaille dans un domaine spécifique autour de la science. Il cherche des solutions et cherche à améliorer la connaissance et la vie

	explicatifs sont importants. Les réponses à des questions peuvent être donnés sous forme d'équation et de calculs	
866	Au sujet, thème abordé, aux illustrations (si présentes), aux hypothèses proposées, aux questions que le texte pose, ou fait poser aux lecteurs	... étudie la physique, les phénomènes scientifiques et naturels
	Groupe 35 Master 1 EEF	
867	Selon ses sources et sa fiabilité	... formule des hypothèses et fait ensuite des expériences pour les confirmer ou les infirmer. Cela afin de faire avancer la société
868	Présence de données chiffrées, comparaison de ces données, réflexion scientifique sur ces données pour arriver à certaines conclusions	
869	S'il remplit certains critères : ne se contredit pas, s'il est basé sur des expériences vérifiables, s'il est mentionné une source venant d'un laboratoire de recherche	... est rigoureux, sait faire preuve de bon sens et se remettre en question. Qui cherche pour comprendre
870	Un document scientifique contient des éléments ayant traits à la science, quelque chose de réfutable, basé sur l'expérience	C'est quelqu'un qui réalise des expériences en vue de démontrer ou prouver un phénomène nouveau ou étudié
871	La source, l'auteur	... fait des recherches, des expériences afin de prouver des hypothèses sur les phénomènes qui nous entourent
872	Un texte scientifique aborde des thématiques relevant du domaine des sciences, s'appuyant sur des expériences, des chiffres	Quelqu'un qui cherche à expliquer des phénomènes existants, à créer des choses
873	Un document est scientifique lorsqu'il relate des recherches, expériences	... réalise des expériences pour le mener à une recherche
874	Un document peut être qualifié de scientifique si : il donne des définitions de notions physiques, lorsque c'est un scientifique qui l'a rédigé, parce qu'il est reconnu par le monde scientifique	...effectue des recherches scientifiques, nous sommes un peu tous des scientifiques quand on cherche à comprendre un événement naturel
875	Un document qui avance des hypothèses, arguments ou encore expérimentation, qui emploie un vocabulaire et une formulation rigoureux.	C'est quelqu'un qui cherche la vérité par expérimentation et qui est capable de toujours la remettre en cause pour faire avancer la recherche. Il s'appuie sur des faits, des hypothèses qu'il va vérifier ou non.
876	De quel revue/livre il est extrait, qui l' écrit	... est curieux de ce qui l'entoure. Qui se pose des questions et cherche à y répondre, en utilisant des expériences pour appuyer ses théories. Et surtout pas très rigoureux dans nombre de ses calculs. Adore faire des blagounettes scientifiques
	gp 36 Master 1 EEF	
877	En fonction du vocabulaire utilisé et de certains critères de scientificité comme la reproductibilité, la robustesse, le recul... s'il ne se contredit pas dans son contenu	... cherche, qui fait des expériences pour trouver des réponses à ses questions
878	Le thème abordé est la connaissance de ce qui se passe autour de nous. Ces documents prennent quasiment toujours appui sur des graphiques, schémas et notamment sur des expériences relatées.	... cherche à définir le monde qui nous entoure (sciences de la vie et de la terre, physique, chimie) et à faire évoluer des choses ou à en créer pour améliorer notre quotidien

	ils font intervenir des chiffres et des calculs.	
	gp 37 Master 1 EEF	
879	Un document peut être considéré comme scientifique s'il est publié dans une revue spécialisée et rédigé par une personne reconnue par la communauté scientifique	
880	Un document scientifique doit selon moi émettre des hypothèses qui seront testées lors d'expériences. Ce document peut faire le compte-rendu de l'expérience, et utiliser un lexique propre à la discipline. Si le document est scientifique, il doit être validé par la communauté scientifique et donc pourrait apparaître dans les revues liées à cette discipline (ex. science et vie)	Un physicien c'est quelqu'un qui émet des hypothèses et qui va démontrer sa théorie lors d'expériences. Il a forcément un savoir scientifique important.
881	si on peut faire un schéma, émettre une hypothèse pour expliquer un phénomène	C'est une personne qui a une explication logique pour tous les phénomènes de la vie
882	Un document scientifique est souvent composé de schémas et présente des expériences	... fait des recherches et des expériences dans des domaines médicaux, environnementaux et spatiaux pour faire avancer la science
883	Un document est scientifique quand il traite d'un sujet scientifique ou s'il est écrit, attesté, reconnu comme valide par les chercheurs	... quelqu'un qui étudie les phénomènes physiques, chimiques et scientifiques. Un scientifique est quelqu'un qui étudie telle ou telle chose en menant des preuves à ses hypothèses
884	Un document est scientifique lorsqu'il s'appuie sur des recherches, des expériences. Il est écrit par un scientifique	Un scientifique est quelqu'un qui fait des expériences
885	Un document est scientifique s'il parle de mathématiques, de physique ou de science. On y trouve souvent une démarche d'investigation avec des émissions d'hypothèses et des mises en expérimentation pour vérifier les hypothèses.	Fait de la recherche pour trouver de nouveaux théorèmes et de nouvelles inventions. Pour cela il émet des hypothèses et les vérifie à l'aide de protocole expérimental.
886	auteur, problématique, exemples, expériences, raisonnement scientifique	... étudie la physique, fait des recherches scientifiques, des expériences
887	Un document est scientifique s'il a été rédigé par un laboratoire et certifié par un jury. Il doit comporter une bibliographie qui est elle-même fournie d'ouvrages scientifiques. Selon certaines revues, on a la certitude que tous les articles qu'elles publient sont scientifiques	C'est quelqu'un qui fait de la recherche au sein d'un laboratoire à partir d'observations empiriques et qui en déduit des généralités ainsi que le contexte dans lequel elles sont valables.
888	Présence de termes scientifiques, d'expériences à réaliser, de questions, hypothèse, chiffres/annotations spécifiques aux sciences	... se pose des questions de l'ordre de la physique et qui, pour avoir des réponses, les plus exactes possibles, réalise des expériences concrètes en émettant des hypothèses (qui seront vérifiées par les résultats des expériences).
889	C'est un document qui fait intervenir des articles, images authentiques faisant apparaitre des réactions, hypothèses et solutions prouvées. On peut y voir apparaître des données ainsi que des schémas.	... se pose des questions sur des réactions ou des évolutions et cherche des réponses
890	Pour identifier un document comme étant scientifique, il faut voir l'auteur, s'il y a des hypothèses posées avec des questions qui y répondent, s'il y a des références scientifiques, s'il y a des expériences	C'est un chercheur. Il va faire des recherches sur des problèmes de la société actuelle pour trouver des solutions et y remédier

891	Le vocabulaire utilisé dans le document me permet de savoir s'il est scientifique ou pas. En effet, la science utilise des mots spéciaux ou plutôt un vocabulaire adapté. Un texte scientifique parle d'expériences, de la matière, du vivant	C'est quelqu'un qui expérimente, qui fait des recherches (sur des produits, de la matière, du vivant)
892	On peut reconnaître un document scientifique à l'auteur, à la publication (dans quel document) aux sources citées par l'auteur, au langage précis et scientifique employé et à la démarche d'investigation mise en œuvre pour organiser toute une réflexion	C'est quelqu'un qui fait des recherches, formule des hypothèses et qui en vérifie la validité par des expériences
893	On reconnaît un document scientifique du fait qu'il expose des expériences, des hypothèses aussi. Souvent les expériences sont accompagnées de schémas explicatifs. On veut prouver quelque chose par des preuves scientifiques	C'est une personne qui fait des recherches sur des sujets scientifiques, il cherche à prouver quelque chose via des expériences, en faisant des hypothèses qu'il va valider ou non et conclure ensuite
894	Un document est scientifique lorsqu'il décrit une activité expérimentale ou donne des résultats et des données qui ont d'abord été testés et vérifiés. Il n'affirme rien sans test, il questionne	Un scientifique est une personne qui essaie de répondre à des questions en expérimentant. Il trouve et crée des choses en testant les réactions et cherche à percer les mystères de la vie encore non trouvés
895	Un document est scientifique : s'il est publié ou recommandé par un magazine scientifique, si l'auteur est un scientifique, un chercheur appartenant à un laboratoire de recherche, donnant des cours à l'université	Un scientifique fait des recherches en utilisant une démarche scientifique quel que soit son domaine d'activité (Pb, hypothèses émises validées ou non par expériences mises en place, etc.). Un scientifique permet de nouvelles découvertes, élabore de nouvelles théories modifiables, falsifiables dans le temps
896	Un document est scientifique lorsqu'il est par exemple le résultat de recherches scientifiques (hypothèses plus expériences)	C'est quelqu'un qui fait des expériences afin de prouver/ d'expliquer des phénomènes
897	Le document est scientifique s'il parle de théorie physique, d'hypothèse de travail et d'expériences sur matières ou matériaux. Il est scientifique s'il aborde la notion de recherche de quelque chose : trouver une solution à un problème ou expliquer un phénomène	... cherche à apporter des réponses ou des solutions rationnelles à un problème ou un phénomènes donné. Il émet des hypothèses de recherche. Il réalise des expériences, observe, interprète et conclut
898	En fonction de l'éditeur, des rédacteurs	... étudie des phénomènes, des cas pour pouvoir faire évoluer la société, la science
899	Vocabulaire utilisé scientifique ou non, schéma accompagné d'une légende respectant les critères scientifiques. Le domaine traite : maths, physique, chimie	... voue sa vie à la recherche scientifique, à la découverte de nouveaux horizons. Il rencontre de nombreux échecs qui lui permettent d'avancer

	Groupe 38 FC 17h		
	A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une production scientifique d'une production qui ne l'est pas ?	***A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une approche scientifique d'une approche qui ne l'est pas ?***	***Pour vous qu'est-ce qu'un scientifique ? C'est quelqu'un qui...***
900	Une production scientifique relate des faits avec objectivité. Il y a forcément un vocabulaire particulier (« scientifique ») et un déroulement faisant appel à un raisonnement.	Formuler une hypothèse et mettre en œuvre une expérimentation pour confirmer ou non cette hypothèse.	C'est quelqu'un qui appréhende le monde en faisant appel à sa raison. Il essaie d'écarter tout autre mode de fonctionnement (irrationnel, ressenti, croyances…).
901	Les termes utilisés ne seront pas les mêmes, l'approche sera différente, nécessité souvent de valider par	L'approche scientifique est cartésienne (claire et précise paraît-il), pas trop de place à l'imprévu.	C'est une personne qui peut tout justifier, tout expliquer le pourquoi des choses, de leur

	différents moyens (schémas, expériences, etc.).	Une approche qui ne l'est pas est plus large, plus souple.	existence, de leur réaction face à tel ou tel phénomène.
902	Une production scientifique est la synthèse des résultats des expériences, des observations. Cette production doit arriver à une « vérité ».	Une approche scientifique permet de répondre à une interrogation en s'appuyant sur des expériences, des observations. C'est la mise en place du protocole des réponses possibles à une interrogation.	Un scientifique est une personne qui analyse des faits afin d'établir une vérité. Suite à un questionnement, il imagine des hypothèses, établit le protocole (=>approche scientifique). Il analyse les résultats afin de valider « sa » vérité (=> production scientifique).
903	Une production scientifique doit partir d'une question, d'un problème énoncé avec un vocabulaire scientifique ou à l'aide d'un schéma. Puis viennent les hypothèses, la démonstration éventuellement et enfin les conclusions. Pour moi une production scientifique doit être claire, *objective*, c'est à dire qu'elle doit s'appuyer sur un vocabulaire bien spécifique, ne faisant l'objet d'aucune interprétation possible. Schémas, compte-rendu d'observations, d'expériences, graphiques caractérisent la production scientifique. Tout ce qui n'est pas production scientifique autorise des digressions etc.	Une approche scientifique, c'est partir d'un problème, suite à cela, on élabore des hypothèses que l'on cherche à vérifier. L'approche scientifique, c'est le besoin de connaître la vérité, la réalité.	Un scientifique c'est quelqu'un qui cherche à connaître la vérité pour éliminer toute idée reçue. Il doit faire avancer la connaissance.
904	Une production scientifique s'appuie sur des données qui ont été prouvées. On ne peut dire ou écrire que si c'est universellement admis ou bien si l'on cite un scientifique reconnu qui a démontré ce qui est en train d'être dit ou écrit. Une production non scientifique n'a pas besoin d'être « réelle », elle peut être artistique et inventée comme la science-fiction.	Une approche scientifique, c'est formuler une hypothèse de départ et ensuite lors de nombreuses (ou pas) expériences, justifier la véracité de cette hypothèse ou bien démontrer le contraire…	Un scientifique est une personne qui fait des recherches en rapport avec les sciences, ou une personne qui exerce un métier en rapport avec les sciences.
905	Les termes employés, on part d'un constat, on explique une démarche, une démonstration, on arrive à une conclusion que l'on peut généraliser	C'est une approche qui permet d'expliquer le fonctionnement d'un objet, d'une matière, l'évolution d'un organisme vivant… Le but est de regarder pour en comprendre le fonctionnement, et non d'un simple aspect esthétique ou utilitaire.	Un scientifique c'est une personne qui essaie de comprendre le mécanisme du vivant et du non vivant qui nous entoure d'un point de vue technique ou technologique ou biologique, quelqu'un qui répond à la question « comment ça marche ? », on essaie, quelqu'un qui ne s'arrête pas au visible et explore aussi le non-visible à l'œil nu.
906	Pour moi une production scientifique est le fruit, le résultat d'une recherche scientifique. C'est un compte-rendu des différentes étapes qui ont amené au résultat.	Pour moi, une approche scientifique est un cursus qui part d'un problème ou d'un constat à démontrer. Il doit y avoir des hypothèses, des expériences ou démonstrations pour les valider ou pas et une analyse des résultats pour amener une conclusion.	C'est quelqu'un de rigoureux qui s'interroge, cherche, met en place des expériences pour prouver, démontrer un phénomène.

907	Une production scientifique est le résultat d'une recherche. Ses résultats sont vérifiables, mesurables ou quantifiables et peuvent être reproduits. Une production non scientifique ne présente pas les mêmes critères pour les résultats.	Avoir une approche scientifique c'est se poser une/des questions sur un problème. Elaborer des pistes de recherche avec des protocoles établis qui donneront des résultats exploitables.	Un scientifique est une personne qui fait des recherches sur un problème donné.
908	Une production scientifique comprend des données mesurables, des observations réalistes, des schématisations.	Une approche scientifique part d'un constat, d'une question, d'une hypothèse à vérifier.	Un scientifique est une personne sérieuse en tablier blanc qui par toutes sortes de calculs savants amène une réponse vérifiable et fiable.
909	Une production scientifique est un document résultat d'une recherche, d'expérimentations mises en place à partir d'une question que s'est posée le chercheur ou une personne même non scientifique de formation. La production est base sur des observations, des faits et sur la description de ces faits ou des ces observations. Elle peut comprendre une conclusion, une interprétation de l'observation. Une production non scientifique est basée sur des impressions, des croyances, un sentiment à propos d'un phénomène ou d'une observation. Il manque la justification par la preuve, comme en maths.	Une approche scientifique comprend au moins les trois phases : un questionnement, un point de départ (conceptions initiales), une ou un ensemble d'hypothèses qui vont être vérifiées par l'expérimentation et enfin leur description et une conclusion.	Un scientifique est la personne qui met en œuvre l'ensemble des cette démarche.
910	La réponse à une problématique constitue, à mon avis, le préalable à tout production scientifique. La réponse à cette problématique va générer une approche particulière qui distingue une production scientifique de celle qui ne l'est pas. On part d'un certain nombre d'hypothèses que l'on vérifie pour répondre à la problématique et on peut conclure en proposant une question ouverte qui prolongera la réponse donnée à la problématique.	Une approche scientifique est une approche organisée, afin de démontrer des hypothèses de départ.	Un scientifique essaie de comprendre et d'expliquer en mettant en place une démarche scientifique.
911	Production avec argumentation et faits (éléments). Discours, ordonner la pensée, synthétiser les éléments, constater, expérimenter.	C'est dans la démarche : constat, hypothèse, chercher à la valider ou l'invalider.	C'est un chercheur qui procède avec une méthodologie.
	Groupe 52 FC Mat 6h		
912	***C'est quoi la science. Qu'est-ce qui fait que qq chose est scientifique ou pas?***	***Comment savez-vous que vous faites des sciences avec les petits? Comment identifiez-vous que ce sont des sciences?***	***Qu'aimeriez-vous qu'ils répondent?***
913	émettre des hypothèses ou partir d'une situation que l'on peut expliquer. Puis on fait des expériences, des tests, des analyses	Je fais des sciences s'il y a des hypothèses/questionnements/ expérimentations/ mises en commun/ synthèse	Je cherche, je regarde, je touche

	sur une certaine durée avec un échantillonnage important. On vérifie ses hypothèses, on tire des conclusions, des règles, des lois.		
914	analyse, observation, recherche expérimentale, explication, vérification	un questionnement: pourquoi? Comment? Une vérification, une recherche par essais, une transcription orale (dictée au maître) puis par dessin	ne savent pas
915	Hypothèses, vérifications, données chiffrées	Dans la classe, expérimentation, observations, mise en commun, synthèse	c'est chercher (MS), pas de réponse (PS)
916	Expérimentation, questionnement, problématique à résoudre, remettre en question des savoirs pour faire d'autres découvertes, scepticisme	élève en situation d'investigation, situation concrète d'expérimentation, poser une problématique, se poser des questions, chercher/réfléchir/trouver des pistes, vérifier les hypothèses, élucider, compte rendu	dépasser les apparences, mieux comprendre le monde qui nous entoure, réfuter la ? Pour aller plus loin dans le savoir, chercher
917	scientifique parce que cela s'appuie sur des connaissances pré-requises dans différentes matières (math, phys., sciences Nat etc.) et que ces connaissances vont en amener d'autres à travers un questionnement, des recherches, des observations	Une situation problème, abordée au travers de manipulations, des observations et à la fin : une conclusion mise en évidence par un raisonnement	PS…
918	Argumentation des informations	Se poser des questions, observer des phénomènes, émettre des hypothèses, vérifier en expérimentant	faire des expériences
919	Dans la vie, tout ce que je ne comprends pas! Ex: revues scientifiques	Exploration du monde qui nous entoure. Expériences diverses (animal, végétal, objet)	Expériences
920	En fonction de la source (qui a écrit l'article, quelle revue etc.) et du sujet	quand nous répondons à une question par des observations et des expérimentations	?
921	Une question est posée. Vocabulaire scientifique, démarche scientifique, compréhension du fonctionnement (comment ça marche?)	Observations et manipulations, découverte et hypothèses, recherche, vérification des hypothèses, vocabulaire spécifique.	Comprendre ce qui se passe, comment fonctionne quelque chose, trouver des "choses", chercher, faire des expériences
922	C'est quelque chose que l'on a vérifié empiriquement. Il y a eu recherche, vérification et explication	On fait des sciences lorsque l'on peut expérimenter, essayer et reproduire. Utilisation d'objets technologiques.	C'est faire des expériences pour répondre à des questions sur le monde qui nous entoure.
923	Compréhension du monde, recherche sur des phénomènes, observation du monde environnement et monde en général, lois de l'univers	Observation du monde que l'enfant perçoit. Recherche sur les questions que l'enfant se pose. Ouverture à la recherche -> inciter l'enfant à aller plus loin. Vérifier des hypothèses.	Comprendre le monde qui nous entoure. "quand tu m'aides à comprendre".
924	Recherche/hypothèse/déduction, Découverte: vie des animaux, des êtres vivants, Explications (système solaire…)	Recherche/déduction, vocabulaire spatial, temporel spécifique (flotte, respire, le corps…)	aucun réponse
925	Ce qui est scientifique permet de comprendre comment fonctionne un objet, la nature etc. La science	On a fait des sciences lorsque les enfants ont compris le fonctionnement d'une balance, la	Ils ont fait des sciences lorsqu'ils sont arrivés par expérience, manipulation à des conclusions

	explique. Problématique à résoudre, recherche menée-> un constat	nutrition des animaux, leur corps, par des expériences, des manipulations. Poser une problématique, hypothèses, expérimentation -> inventeurs	mais je ne leur pose pas la question
926	On part d'une hypothèse, on met en place des expérimentations, on tire des conclusions sur les expériences menées et on pose des "constats".	On part d'un questionnement qu'on propose aux enfants et qui s'enrichit de leur propre questionnement. On cherche à vérifier une hypothèse en menant des "expériences" et on aboutit à un constat, à un fait admis et vérifiable.	C'est chercher
927	Recherche, hypothèses, manipulation, conclusion -> réponses	Manipulation, observation -> l'enfant en situation d'inventeur par rapport à un questionnement sur un sujet qui l'entour	C'est manipuler et observer avec des éléments naturels
928	Un événement ou une découverte qui a été expérimentée et qui se base sur des critères définis	A l'école, quand des enfants ont réalisé une activité demandant de l'observation ou de l'expérimentation et qu'ils énoncent les résultats	Ce sont des découvertes, arriver à un résultat
929	S'il y a une problématique et si on essaie d'y répondre (Math, "sciences nat", …)	Si on expérimente avec problématique (questionnement), formulation d'hypothèses, expérimentation, réponses ou essais de réponses -> domaine du vivant	Si on cherche des réponses en faisant des expériences, ce sont des sciences
930	Ce sont pour moi des éléments liés à la recherche et à l'expérimentation du monde qui nous entoure, dans les domaines du vivant, du minéral, des 5 éléments	Ce sont des mises en situation, d'observation, dans le temps ou non, de manipulation et de proposition de ce qui va se passer	On va faire des choses et on va voir ce qui se passe
931	qui fait appel aux domaines des maths, des sciences nat, techno, qui a besoin d'être expérimenté, testé, prouvé, qui a besoin d'une hypothèse, d'un raisonnement, de manipulation, d'un constat	Quand on parle de phénomènes naturels, de machines, quand on manipule et fabrique, quand on regarde quelque chose se transformer (graine, eau…), quand on touche, goûte, sent	on invente, on fabrique, on regarde
932	Science = observation + hypothèse + expérience de vérification. Pas science : observer sans les phases d'hypothèse et de vérification.	Quand je mets en place une situation d'observation suivie d'une phase de questionnement suite à ce qu'on a observé. Puis phase d'hypothèses de réponses puis phase de vérification des hypothèses grâce à une mise en œuvre expérimentale.	C'est quand je regarde/ j'observe quelque chose, quand j'essaie de comprendre ca marche, ce que c'est, c'est quand je regarde comment c'est fait.
933	Le thème : vie biologie etc. si on se pose une ou des questions. Compte-rendu d'expériences, d'essais, d'études spécifiques	Je fais des sciences dans la classe quand je fais des expériences, des essais, j'observe tout cela à la suite d'une ou plusieurs questions que je me pose (le je étant les enfants)	aucune idée
934	Il faut une expérimentation après questionnement et conclusion	Mise en situation de questionnement, expérimentation, synthèse.	poser un Pb, expérimenter (manipuler, essayer, tâtonner), conclure
935	C'est chercher à comprendre, par l'expérimentation, le monde qui nous entour : les êtres vivants, la nature et la technologie		C'est comprendre comment les choses marchent (fonctionnent) et comment elles sont faites

936	Tout ce qui entre dans le champ de ce qui est affirmé comme étant scientifique, ce qui fait appel à l'expérimentation, la découverte, ce qui utilise des objets techniques.	Ce qui fait appel à la manipulation, l'émission d'hypothèses, l'utilisation d'objets techniques	Je ne pense pas que mes élèves puissent répondre à cette question

	Groupe 57 L2SC 2012		
	Pour vous c'est quoi la science ?	***Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ?***	***Pour vous, un scientifique est quelqu'un qui...***
937	C'est l'étude de phénomènes entourant l'homme	peut être expliqué, prouvé par des expériences qui en feront découler des lois, des théories qui ne peuvent pas être contestées. Toute chose dont l'explication, la preuve de l'existence n'est pas prouvée par des expériences préalablement faites n'est donc pas quelque chose de scientifique.	observe des phénomènes et en cherche l'explication. Il fera donc des expériences qui expliquent ce qu'il a observé.
938	C'est une matière qui regroupe l'étude du fonctionnement de la nature de l'infiniment petit à l'infiniment grand.	Un écrit peut être scientifique s'il traite d'une expérience scientifique, un discours sur une démonstration physique est scientifique. Peu importe la manière d'aborder la science, ce qui est scientifique est en rapport avec la science.	étudie les sciences et les connaissances que l'homme possède ou qui recherche des vérités scientifiques qui n'ont pas encore été découvertes
939	C'est une manière d'expliquer le monde qui nous entoure en utilisant une démarche en plusieurs étapes (problématique, protocole, observations, conclusion) avec comme étape clef l'expérimentation. Pour pratiquer la science, on doit se retirer de l'esprit tout ce qui pourrait influencer dans un sens ou dans l'autre ce que l'on souhaite démontrer.	alors que ce qui n'est pas scientifique peut être imprégné des pensées de son auteur, ce qui est scientifique doit au contraire en être totalement dénué pour ne pas influencer les conclusions de ce qu'il recherche mais également ne pas influencer les conclusions que se fait son lecteur. tout ce qui est scientifique doit demeurer neutre afin d'obtenir la même conclusion pour tous.	essaie d'expliquer le monde qui l'entoure à l'aide d'expérimentations afin d'en tirer des conclusions universelles applicables à tous en s'affranchissant de toute pensée risquant d'influencer ce qu'il cherche à démontrer.
940	tout ce qui touche à l'homme et son environnement. C'est les réponses aux questions qu'on se pose sur ce qui nous entoure. c'est la curiosité qu'a l'homme sur ce qu'il voit, entend ou touche. La science passe par les sens.	c'est concret c'est à dire que l'on part d'une observation, on émet une hypothèse sur ce que l'on vient de voir ou entendre... ensuite on cherche à valider notre hypothèse, on expérimente et on conclut. Quelque chose qui n'est pas scientifique n'est pas concret	se pose des questions sur le monde et cherche des réponses
941	un domaine dans lequel lorsqu'un phénomène se manifeste, on essaie de comprendre ce qui s'est passé et comment ce phénomène se produit. On essaie de démontrer, observer des faits, et ce à l'aide d'expérience.	quelque chose que l'on peut prouver physiquement par le biais d'expériences	se pose des questions pour y trouver des réponses. Il doit raisonner de façon logique, observer et déduire des faits. Par ailleurs, avoir l'esprit critique et partager (voir discuter) ses découvertes
942	C'est une matière qui s'occupe des questions naturelles. Il faut qu'on fasse beaucoup d'expériences qu'on peut répéter et trouver la même réponse.	Présence de chiffres et travail de plusieurs personnes. Une chose scientifique est seulement correcte jusqu'au moment où d'autres trouvent une nouvelle idée plus	veut comprendre comment les choses sur le monde (et aussi sur l'univers) fonctionnent et pour cela il fait beaucoup de recherches

		spécifique	
943	Ce sont les études de la nature i.e. observer la nature et trouver des règles et essayer de répondre aux questions qui se posent dans notre vie quotidienne	elle est prouvée par des expériences et des études par contre une chose non scientifique n'est pas prouvée avec les critères de valeur : objectivité, validité et fiabilité	essaie de trouver des réponses aux questions qui se posent concernant la nature et la vie
944	C'est le savoir, la démonstration des phénomènes de la vie. La science est ce dont nous sommes sûrs.	Ce qui n'est pas scientifique est souvent subjectif, relève des idées, des opinions. Ce qui est scientifique est toute étude logique minutieusement construite par de solides bases (preuves, démonstrations...)	qui cherche à expliquer certains phénomènes, qui cherche à agrandir son savoir
945	étude et interprétation de tous les sujets et phénomènes qui concernent ou entoure l'homme.	Le terme scientifique a plusieurs significations possibles : sciences liées à la matière (physique, chimie) mais aussi plus théoriques comme les sciences sociales (économie), historiques ou encore littéraire (philosophie). Un texte scientifique se distingue d'un texte non scientifique par le fait qu'il est dépourvu d'un protocole (organisation de la recherche ou de la pensée) et d'une interprétation	un chercheur qui a pour but de toujours s'instruire sans les matières qui l'intéressent et éveillent sa curiosité, quelque soit son poste.
946	C'est une discipline qui permet d'appréhender, de comprendre des mécanismes du monde qui nous entoure, ou tout simplement le monde qui nous entoure. La science se base sur une méthode, une démarche se basant sur des faits expérimentés et observés. Une science, une connaissance peut et doit être remise en cause.	Il faut se baser sur cette démarche scientifique. Quelque chose de scientifique doit pouvoir prouver ce qu'il dit. Partir d'une observation, arriver à un questionnement, proposer une solution, l'essayer. Si elle marche, tout va pour le mieux du moins la solution marche dans les conditions de l'expérience. Si elle ne marche pas essayer une autre solution. Quelque chose de scientifique doit pouvoir relater cette démarche pour nous permettre de comprendre et même d'essayer la solution, la réponse annoncée.	se penche sur un problème et propose des solutions en les expérimentant. C'est une personne qui remet en question les affirmations avancées par les autres mais aussi par lui-même. Il doit respecter la démarche scientifique.
947	Une discipline qui s'intéresse à ce qui nous entoure	Par une analyse de cette chose. Si elle se base sur des a priori, sur des idées reçues, des théories fausses et /ou des explications floues, cette chose n'est pas scientifique	a pour vocation de faire des sciences, pour essayer de combler son insatiable curiosité

	Groupe 45 L2SC- 2011			
	Comment faites-vous pour savoir si qq chose est scientifique ?	***Pour vous, c'est quoi faire des sciences ?***	***Comment faites-vous pour reconnaître un scientifique ?***	***Pour vous, que signifie enseigner les sciences ?***
948	Mariska Qq chose de scientifique étudie des phénomènes de la terre ou de la vie. Tout ce qui est scientifique doit pouvoir	Science est un terme très général car il y a les sciences des la terre mais aussi de la vie. Faire des sciences, c'est se	Un scientifique se reconnaît en général d'abord physiquement par sa blouse et sa façon d'expliquer un phénomène toujours à	C'est faire comprendre et apprendre aux élèves par diverses activités un phénomène scientifique, leur montrer une expérience car je pense

	s'expliquer	pencher sur un sujet et comprendre pourquoi cela se passe comme cela, essayer de répondre à des questions pour diverses recherches	l'aide d'une expérience. Il utilise par ailleurs un langage scientifique avec des termes très spécifiques qu'une personne qui ne connaît pas grand chose aux sciences ne comprendrait pas. C'est par cela qu'un scientifique sait aussi donner des définitions des termes scientifiques.	que c'est une bonne méthode pour qu'ils se souviennent de l'essentiel.
949	Patrizia	On se pose des questions sur la nature, la technique ou la chimie. On essaie de trouver des solutions générales	Une personne qui travaille sur des phénomènes qui sont naturels	On travaille sur les thèmes naturels/techniques que les enfants rencontrent dans leur vie
950	Estelle C'est qq chose qui est vérifiable, démontrable	Etudier les sciences, faire des démonstrations, des expériences	C'est quelqu'un qui étudie les sciences et dont les propos reposent sur un phénomène vérifiable	C'est démontrer les théorèmes par des expériences, démonstrations
951	Simea	Comprendre les choses du monde, savoir qq chose sur le monde, comprendre autres cultures		Montre les choses, pas seulement théorie. Les enfants doivent faire des choses qui sont importantes et intéressantes pour les élèves
952	Camille On peut le démontrer par des expériences	C'est étudier le monde, tous les phénomènes qui nous ont permis d'être là. Comprendre comment on fonctionne et notre avenir, comprendre notre passé	Par le vocabulaire approprié, qu'il sache expliquer de façon simple un phénomène scientifique et qu'il s'adapte à tous les niveaux	Ca correspond à faire comprendre les bases de notre monde aux petits tout en s'amusant. D'abord par un cours magistral suivi d'expériences pour pouvoir mieux leur faire comprendre
953	Adrien On l'analyse	C'est faire un truc qui me plaît et qui reste ludique expérimentalement	Une personne qui s'intéresse, touche à tout, fait des expériences	Qu'il faut intéresser en restant ludique, enseigner d'une manière non conventionnelle pour qu'ils soient attentifs
954	Aurélie Pour savoir si qq chose est scientifique, on met en place des expériences. On fait des hypothèses pour essayer de les prouver	Faire des sciences pour moi c'est faire des expériences, découvrir le fonctionnement de plusieurs choses. Comprendre ce qui nous entoure	Un scientifique essaie de comprendre le fonctionnement de tout. Il fait des expériences pour démontrer ou réfuter des hypothèses. Un scientifique est curieux et prouve ce qu'il dit	Je pense qu'il faut leur montrer un phénomène de tous les jours, par exemple un gâteau qui gonfle à la cuisson. Cela va amener à une problématique puis les enfants vont émettre des hypothèses et vont proposer des petites expériences pour vérifier leurs hypothèses. Nous leur ferons réaliser si elles sont réalisables. Leurs observations vont nous permettre de partir sur un cours et des explications

				un peu plus approfondies

	Groupe 54 FC Métho			
955	***Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ? (J1)***	***En classe qu'est-ce qui distingue les cours de sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec les élèves ? (J1)***	***Vos élèves vont faire un JDS, ils vont donc pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte "pour toi, c'est quoi la science ?" (J1)***	***Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? A partir de quel âge sinon, typiquement ? (J1)***
956	Dany Une question scientifique va trouver une réponse grâce à une expérience. Une question philosophique ou politique aura une réponse subjective. On pourra se référer à l'histoire ou aux expériences qu'aura vécues l'homme dans sa vie mais cela restera subjectif	En sciences on ne transmet pas le savoir comme en français (le verbe aller au présent, c'est ça et pas autre chose) ou en maths (1+1=2). On doit supposer quelque chose et le vérifier expérimentalement.	C'est se poser une question, imaginer la réponse possible et vérifier si la réponse est bonne à l'aide d'une ou plusieurs expériences.	Oui, à partir du moment où ils ont acquis le langage. Dès la PS, même avant.
957	Valérie Vocabulaire particulier, on essaie d'expliquer un phénomène naturel, une loi physique	Point de départ, leur connaissance sur le sujet, mise en place d'expériences pour vérification d'hypothèses, schémas	Quelque chose que j'aime. Pouvoir expliquer un "mystère" que j'ai compris	Oui, avant même d'être scolarisé, dès qu'il manipule
958	Laure Par le sujet, les auteurs	L'après-midi, c'est clairement annoncé comme des sciences, on se pose une question, on émet des hypothèses et on essaie de trouver des réponses	se poser des questions sur ce qui nous entoure, se demander comment ça marche, chercher, être curieux, trouver des éléments de réponse	
959	Gisèle Il y a une hypothèse de départ, énoncée comme telle ou non, et la conclusion valide ou non cette hypothèse. Le vocabulaire utilisé est technique, précis.	Pour l'instant nous n'avons travaillé que sur le vivant. J'essaie de leur faire formuler des questions auxquelles nous répondons (si c'est possible) d'après des lectures documentaires. Ce que je sais déjà... ce que j'aimerais savoir...	Trouver une réponse à une question, mettre en place une expérience qui réponde à cette (ces) question(s)	Oui
960	Fabienne C'est tout ce que j'identifie culturellement comme tel (sciences humaines, en rapport avec la matière, en rapport avec ce que l'on nomme le "vivant" à l'école)	La mise en place d'expériences, travail en atelier, une grosse préparation en amont	La science, c'est découvrir, prouver par l'expérience	Oui, dès le plus jeune âge
961	Sabrina Il y a des preuves, des études, démarches	On part d'un défi ou d'une question. La démarche scientifique : hyp, exp,	Faire une expérience et trouver des réponses à un "défi". Comprendre	Oui

	scientifiques. On répond à une question posée en justifiant avec des expériences/observations, des calculs.	observation, conclusion, le dessin de l'expérience	ce qui nous entoure.	
962	Laurence Quelque chose de scientifique est prouvé, démontré par des schémas, formules, des expériences. A été expérimenté avant d'être validé par un "comité"	La mise en place d'une démarche, un projet. On se pose des questions, pourquoi ? le but ? de quoi a-t-on besoin ? discussions... plusieurs solutions ?	C'est expérimenter et démontrer. Apporter des réponses à la question qu'on s'est posé en début de projet. On a compris pourquoi ça marche ou pas.	Oui, instaurer un vocabulaire spécifique permet de singulariser l'activité "sciences".
963	Clarisse Un pb. scientifique part d'une situation première et évolue en fonction des recherches et progrès scientifiques.	Un cours de sciences part d'une situation posée avec une ou plusieurs questions et les élèves doivent répondre à ces questions en expérimentant, en réfléchissant par rapport à du matériel qui doit les mener à la solution. Les enfants sont actifs dans cet apprentissage. Ils dessinent les étapes de leur expérimentation pour se l'approprier et la communiquer à d'autres.	Ce sont des expériences qui nous permettent de comprendre et d'expliquer des phénomènes physiques	Oui, on peut dès 3 ans faire réfléchir les enfants sur une activité scientifique en posant un problème clair et simple
964	Nadine Par le vocabulaire utilisé, les images qui s'y ajoutent.	sous forme de stages. Une semaine sciences : matinées banalisées pour les sciences, expériences... L'après midi on garde nos créneaux sport ou autre. Puis mise en commun en fin de journée (2 à 3 fois dans l'année). Les enfants savent qu'ils vont faire des sciences. Si possible, partir des questions des enfants, de remarques (ex. tâche d'huile dans l'étang, pourquoi cela ne coule pas au fond, ombres dans la cour pendant le sport...), de lectures d'exposés, de présentations d'enfants... Certains exposés sont scientifiques (marais salants, volcans, planètes cette année).	C'est comprendre comment fonctionne un objet, une matière, le monde qui nous entoure, c'est faire des expériences qui permettent d'expliquer des phénomènes.	Comme pour la lecture, même avant de savoir lire au sens décoder/comprendre un texte, un jeune enfant est capable de "lire" un livre à sa manière. Je pense donc qu'il fait des sciences, même sans le savoir, quand il fait et refait la même expérience pour en connaître les conséquences.
965	Cathy Par rapport au vocabulaire employé, à la typologie du texte	Par rapport à la disposition de la classe, en groupes. Puis, par rapport au matériel (amené par les enfants ou l'enseignant). Moments de discussions, d'expérimentation, d'essais, puis moments collectifs de confrontation des idées avec dessins des expériences.	J'aimerais qu'ils prennent cela pour un jet, un questionnement, un parcours ludique pour répondre à une question donnée. L'idéal étant que la question soit soulevée par eux-mêmes.	Oui, on peut parler de science dès le plus jeune âge d'après moi. A partir du moment où l'enfant manipule et passe par des essais avant d'arriver à une conclusion sur un phénomène physique, chimique ou autre.
966	Sabine Le "quelque chose" scientifique montre des	Dans un cours de sciences, on fait une expérience, on met la main à la pâte, les enfants	La science, c'est se retrouver face à un défi : on émet des hypothèses,	Oui. On peut parler de "science" à propos d'activités scolaires

	schémas, des tableaux, des photos, des chiffres, des dessins, explicite une expérimentation, part d'une question et présente un résumé de conclusions.	patouillent : on sème, on joue à l'eau, on dessine. On se demande ce qui va se passer, on expérimente, on dessine dans le temps (plantation pour voir l'évolution), on essaie et on tire des conclusions.	on vérifie ces hypothèses par l'expérience, on répond au défi : conclusion/dessin.	menées avec les tout petits et cela dès 3/4 ans : à partir du moment où ils mettent la main à la pâte et qu'ils testent leurs a priori que l'expérience validera ou invalidera => ils ont à ce moment là une démarche scientifique, mais il faut qu'elle soit guidée !
967	Laure Il y a un questionnement de départ. On émet des hypothèses, on met en place des expériences qui vont permettre de valider ou non les hypothèses, on observe et l'on tire des conclusions. ce qui est scientifique a fait l'objet d'expérimentations et est reproductible.	Il y a une démarche à suivre (expérimentale). Les enfants agissent, manipulent. Importance de l'organisation matérielle.	C'est apprendre en s'amusant. c'est découvrir comment les choses fonctionnent.	Oui
968	Valérie Une explication scientifique, par exemple, est fondée sur des faits observés et étayés par des arguments eux-mêmes construits à partir d'expériences. entre ces deux phases, des hypothèses ont pu être émises.	Un cours de science se fonde sur une expérience faite par les élèves. Dans un cours de sciences "magistral", l'expérience aura été faite par d'autres (les scientifiques, les chercheurs, etc.)	Une "bonne" réponse serait : c'est quand on fait des expériences et qu'on se rend compte des choses, qu'on les comprend.	Dès la naissance on fait des expériences ! C'est même l'essence de la vie : "je vois, j'observe, je m'interroge, j'essaie... je comprends !" Donc on fait des sciences à tout âge

	Gp 63 FC CS			
	Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ?	***En classe qu'est-ce qui distingue les cours de sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec les élèves ?***	***Vos élèves vont faire un JDS, ils vont donc pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte "pour toi, c'est quoi la science ?"***	***Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? A partir de quel âge sinon, typiquement ?***
969	E1 Dans un exposé scientifique, le thème est clairement identifié, le plan est lisible, on fait peu référence aux émotions (quoique l'émerveillement, la surprise, le jubilation	On manipule davantage, on fait des schémas, on utilise si...alors, donc, plus souvent que dans d'autres disciplines	Avant le jardin des sciences, j'insiste beaucoup sur l'opposition science/croyance. Après le jardin des sciences, j'espère que ce sera plus clair pour eux et qu'ils y	On peut très jeune mettre en place des activités respectant la démarche expérimentale (observation, hypothèses, expérimentation, conclusion).

	n'en soient pas exclues...)		associeront des sentiments jubilatoires et un raisonnement.	
970	E2 Le thème, le vocabulaire, l'argumentation par preuves objectives	C'est une activité de recherche où on récupère les représentations des enfants qu'on confronte à une recherche (soit documentaire, soit par expérience). C'est une activité d'observation et de questionnement menée en groupe avec des temps collectifs. Il y a davantage de manipulation et de réflexion propre.	La science c'est observer le monde avec d'autres yeux, s'interroger et essayer par tâtonnement de répondre à ces questions. C'est chercher des preuves.	Je dirais que les enfants sont des "scientifiques" dès la naissance puisqu'ils passent leur temps à regarder, à se poser des questions et à expérimenter
971	E3 Par la méthode utilisée : hypothèses, expérimentation, confirmation ou non des hypothèses ; par le thème	La démarche est peut-être différente, les enfants sont davantage en situation de recherche et d'expérimentation	Quand je fais de la science, j'observe, je m'interroge, je fais des hypothèses, j'essaie de comprendre ce qui m'entoure.	Oui, on peut faire des sciences très tôt, les enfants s'interrogent d'ailleurs sur ce qui les entoure (pourquoi ?). Non, opérations logiques vers 6-7 ans.
972	E4 L'aspect scientifique d'une chose repose sur la démarche qui a été mise en œuvre pour la construire : on part d'une expérimentation pour laquelle on va obtenir des résultats concrets. C'est le compte-rendu de cette expérimentation et de cette démarche, basé sur des faits réels et observés, qui aura valeur scientifique car établi à partir d'un résultat.	En classe, les temps de sciences sont des temps de passage par une démarche expérimentale : on part d'une activité pour laquelle on va émettre des hypothèses que l'on va essayer de vérifier ou de réfuter par l'expérimentation.	La science, c'est ce qui nous permet de comprendre comment fonctionne le monde, les choses par des expériences.	On peut faire des sciences à partir du moment où l'on est capable d'anticiper un résultat et de le vérifier. Mais parler du mot "science" ?
973	E5 Un discours ou exposé scientifique est basé sur des faits réels, des résultats d'expériences ou d'analyse. Il est objectif, ne laisse pas transparaître une opinion personnelle et chaque affirmation est démontrée et prouvée par une démarche d'investigation déterminée. Un discours politique est souvent mensonger, ne repose pas sur des faits concrets et révèle l'opinion de l'orateur.	Les séances de sciences démarrent toujours avec une interrogation qui survient après une observation. ensuite pour expliquer ce que l'on a vu, les élèves émettent des hypothèses. Ces hypothèses sont vérifiées par des expériences. ces expériences permettent d'affirmer ou contredire les hypothèses. Enfin, les élèves arrivent à une conclusion. Dans les autres matières, on observe, on déduit la règle et on applique.	La science, ce sont des événements qu'on arrive à expliquer grâce à des expériences.	Les enfants peuvent comprendre le terme "science" vers 4 ou 5 ans
974	E6 Scientifique : tirer des conclusions à partir d'observations, discours cartésien où	Le moment de science peut être celui des expériences où on peut vérifier matériellement ce qui est avancé, l'hypothèse choisie...	Réaliser des expériences	Oui, on peut parler de science avec les tout-petits dès l'école maternelle.

	les observations sont toujours vraies, réelles ; s'appuyer sur des données qu'on peut démontrer. Non scientifique : dépend de paramètres non gérables par l'homme; donnée ou conclusions déduites d'un raisonnement "humain", variable.			
975	E7 Quelque chose de scientifique est reconnu et admis. Ce n'est pas du domaine de l'opinion	La posture des élèves change : ils peuvent être debout, à genoux, écrire par terre ou sur un support vertical. Ils manipulent des objets, travaillent dans l'espace, imaginent une installation.	Ce sont des phénomènes que l'on peut démontrer avec du matériel	Pour identifier des phénomènes, les enfants ont besoin de tester, de les expérimenter. Cela peut commencer dès la maternelle.
976	E8 Un exposé, un discours scientifique se distingue par son contenu (le vivant, la matière...), son objectif (démontrer la fiabilité d'une hypothèse par des observations, des expériences).	Un cours de science part d'une hypothèse formulée par les élèves. Cette hypothèse doit être vérifiée ou invalidée par des expériences ou des observations. Par les schémas, la formulation d'une hypothèse, la mise en place d'une expérience, la manipulation.	La science c'est savoir comment fonctionnent les éléments, les objets techniques, les êtres qui m'entourent.	Oui, dès 3 ans on peut observer et essayer de comprendre son environnement, la transformation des matières...
977	E9 Hypothèse, poser une question, expérimentation, conclusion	On s'interroge sur le monde qui nous entoure, on se pose des questions, on essaie de comprendre en manipulant, en comparant, en observant.	La science, c'est quand je fais des expériences pour comprendre comment ça marche	Je pense qu'on peut commencer les sciences très tôt, dès la PS, avec des expériences toutes simples (par exemple flotte/coule, transvaser une quantité)
978	E12 Sujets abordés, réflexion, questionnement	Tâtonnement, manipulation. C'est donc un moment où on va réfléchir, où on se pose un problème, une question et que l'on va souvent essayer de résoudre par le tâtonnement. On regarde, on vérifie (valide ou non l'hypothèse), je suis en maternelle.	C'est réfléchir, se poser des questions sur des sujets et essayer d'y répondre par une démarche, en proposant des choses.	Oui, même si avec des petits cela reste pour moi dans le tâtonnement et pas encore dans la réflexion.
979	E13 Hypothèses, expériences, résultats. C'est un vocabulaire spécifique.	La démarche utilisée en science est particulière : on pose un problème aux élèves et on tente de les faire chercher eux-mêmes la solution par l'observation ou l'expérimentation (ils sont plus acteurs de leurs apprentissages)	La science c'est chercher à comprendre des phénomènes qui nous entourent en faisant des expériences.	Oui, cela leur permet de découvrir ce qui les entoure
980	E14 C'est parfois compliqué avec des termes que l'on ne comprend pas.	Les élèves manipulent, expérimentent, se posent des questions et essaient d'y répondre.	La science, c'est apprendre en tâtonnant, cherchant, expérimentant. C'est réussir, c'est échouer, c'est répondre à nos questions.	Oui à tout âge. dès que l'on essaie, que l'on se pose des questions cela a un sens. Il suffit d'adapter les activités en fonction de l'âge, dès la PS.
981	E15 Hypothèses,	recherche, investigation,	La science c'est	Oui, la

	expériences (protocole), étude et analyse des résultats	hypothèses, démarche logique, expériences	rechercher et trouver la solution à un problème en faisant des expériences	quantité/qualité du travail scientifique peut se faire dès la maternelle. Des choses scientifiques peuvent être menées par des expériences basiques, simples.

	Groupe 65 Conf Chili	
	Qu'est-ce que la science	***Comment savez-vous quand qq chose est scientifique***
982	C'est la découverte du monde, de ce qui nous entoure à travers une méthode scientifique	quand vous avez des étapes, un processus pour obtenir un résultat, quand vous trouvez une réponse
983	C'est la possibilité de réfléchir sur les choses, le monde. La capacité de chercher les réponses dans un contexte théorique qui se développe à travers l'expérience.	J'utilise des études scientifiques et j'utilise un langage scientifique
984	C'est la connaissance qui nous permet d'interpréter la vie sur la planète	parce que cela provient de la recherche
985	C'est l'étude méthodologique d'un environnement qui peut être la nature, le corps humain, la technologie, etc.	Quand on se pose la question sur ce qui nous entoure et qu'on réfléchit et qu'on essaie de répondre. quand on suit une méthode scientifique.
986	C'est la manière de connaître et comprendre le monde où nous vivons et tout ce qui nous entoure	quand il existe une démonstration ou une explication de qq chose ou d'un fait
987	C'est tout ce que nous pouvons découvrir à travers des expériences, a travers l'environnement. C'est tout ce que nous pouvons obtenir à travers des hypothèses et des recherches.	quand nous pouvons formuler une question et réaliser une hypothèse
988	C'est une partie de notre quotidien, on peut découvrir et enseigner à partir de ce qui est méconnu à travers des expériences on peut donner une réponse à une hypothèse et de cette manière obtenir de nouvelles connaissances.	C'est lié à une recherche ou une étude à travers laquelle on explique. Je lui démontrerai à travers une expérience.
989	C'est une part de la vie et elle est présente dans chacun des éléments de la nature	Quand il est sujet d'une recherche et qu'il y a une manipulation de l'homme
990	C'est une discipline qui étudie ce qui est méconnu ou bien ce sur quoi on pose des questions. C'est vouloir savoir.	Ce que nous voulons apprendre
991	C'est une recherche, une découverte et la réponse de tout ce que nous sommes et de ce qui nous entoure	Quand on développe un processus de recherche
992	C'est l'étude des phénomènes naturels à travers une méthode scientifique	Nous avons besoin d'une étude rigoureuse pour pouvoir comprendre une réalité
993	C'est connaître, étudier, comprendre le monde naturel, réfléchir sur les causes et prédire les conséquences, découvrir la cohérence des phénomènes observés et communiquer aux autres cette connaissance.	Quand c'est perceptible, on peut le mesurer, c'est réel. Si on peut le reproduire
994	C'es la manière d'expérimenter et vivre les choses qui sont méconnues pour nous et pour nos enfants.	quand nous reconnaissons un système ou une création, une origine et un développement. C'est la manière de voir la construction de ce qui nous entoure
995	C'est ce qui nous fait comprendre le monde qui nous entoure	quand il a été validé par une étude et prouvé par une expérience

996	C'est la manière d'expérimenter ou de vivre les choses qui sont méconnues par nos enfants et par nous-mêmes	quand il y a une inquiétude sur sa création, son origine ou son développement
997	C'est tout ce qui est lié avec les avancées scientifiques, en technologie et ce qui nous rend la vie plus agréable. C'est lié à l'expérience pour savoir ce qui nous entoure et son fonctionnement.	quand on a du réaliser une recherche ou quand on a du prouver qq chose
998	C'est l'étude de tout ce qui nous entoure à partir de différentes disciplines et qui a une importance fondamentale pour le développement humain et social	quand il y a un objectif, une expérience, une réflexion pour tout type de phénomène
999	C'est un tout qui englobe l'environnement et l'existence du monde et des êtres vivants. Tout ce qui nous entoure est science.	c'est tout ce qui nous demande de réfléchir ou de nous poser une question
1000	C'est une discipline, c'est une vision du monde qui nous entoure et l'explication des phénomènes qu'on observe	quand il y a une étude ou une recherche qui se base sur une méthode scientifique
1001	C'est reconnaître mon environnement et expliquer les phénomènes de la nature : comment ceux-ci vont influencer les êtres vivants et quelle est ma responsabilité dans mon entourage	Si ce n'est pas définitif et permet d'être expliqué
1002	C'est l'études des phénomènes bio, phys. et chimiques et se trouve dans tout notre quotidien. C'est pour cela que c'est très important de les comprendre	Quand nous voulons répondre à un pb de n'importe quel domaine. C'est nous poser la question, faire une recherche et obtenir une réponse
1003	C'est l'intervention active de l'individu dans son environnement et son corps	quand les réponses à une étude sont multiples ou quand il y a une recherche de connaissance, on parle de science
1004	C'est une discipline qui essaie d'expliquer le pourquoi des phénomènes qu'on voit sur la Terre et sur l'Univers	Tout ce que la nature en science on peut expliquer ou prouver ou expérimenter dans la nature ou dans l'univers
1005	C'est tout	C'est tout
1006	C'est ce qui explique comment fonctionnent les choses, les phénomènes qu'on peut observer dans la nature, les changements des êtres vivants.	Quand il y a une possible réponse à une recherche et il y a aussi une conclusion
1007	C'est rechercher les pourquoi, explorer des Pb, faire des expériences, prouver et comprendre le monde qui nous entoure	on peut le prouver à travers une expérience
1008	C'est une manière de rechercher et de connaître le monde qui nous entoure, les différents points de vue applicables à tous les domaines de notre vie, de notre naissance à notre mort	Tout est scientifique à travers la méthodologie utilisée et la forme systématique de donner de l'information. également quand on fait une étude ou une découverte de qq chose.
1009	C'est la capacité qu'ont tous les individus pour chercher la réponse à un Pb et trouver la solution.	quand je dois chercher qq chose parce que je suis face à un Pb, je suis face à qq chose de scientifique.
1010	C'est connaître chercher, expérimenter, comprendre et appliquer des méthodologies qui correspondent à a nature	si c'est perceptible, si on peut l'observer, le mesurer, le reproduire, c'est qq chose de scientifique
1011	C'est chercher des réponses à une suite de questions ou réflexions, c'est s'émerveiller face à ce qui existe	quand on a une réflexion ou une question à développer ou une recherche, une observation et finalement on propose une conclusion
1012	C'est une forme de voir la vie et c'est la manière de faire face aux Pb et de les résoudre	Tout ce qui nous entoure est un grand laboratoire. La nature est le scénario de la science
1013	C'est un processus au moyen duquel nous observons et nous essayons de répondre aux questions et de découvrir à travers des méthodologies rigoureuses et disciplinaires un phénomène	C'est quand on développe un processus de manière structurée et engagée et qu'on est prêt à corriger nos erreurs

1014	C'est une forme de vie où chercher, expérimenter, observer et poser des solutions à des Pb.	Parce qu'il y a un travail responsable, rigoureux, qui peut être reproduit pour expliquer un phénomène.
1015	C'est le développement des habiletés c'est une discipline qui suit des étapes à travers une méthodologie, c'est comprendre le monde qui nous entoure	Quand il a été validé ou prouvé
1016	La science cherche ce qui est méconnu	quand on suit des étapes scientifiques pour arriver à un résultat
1017	La science est la discipline à travers la curiosité et de la recherche on connaît le monde qui nous entoure	quand on a une relation avec notre environnement, notre vie et tout ce qui a laissé des traces et que l'on peut expérimenter
1018	Découvrir pourquoi les choses ou les phénomènes ont lieu dans la nature au niveau micro et macroscopique	quand il explique un phénomène ou une hypothèse à travers des faits concrets et qu'on peut reproduire
1019	C'est une discipline dans laquelle on peut se poser des questions pour savoir comment fonctionnent tous les systèmes de la vie, et proposer des réponses et prouver à travers des expériences	quand il existe une recherche face à une situation de conflit avec le but d'améliorer la qualité de vie des êtres vivants
1020	C'est trouver les réponses aux questions qui aident les autres et nous-mêmes	Quand on a suivi un ordre pour obtenir les données qui permettent de montrer aux autres un certain comportement
1021	C'est la forme de donner réponse à différentes questions qui existent et comprendre les situations de la vie et du quotidien	si on peut l'expliquer et si on trouve une méthode scientifique
1022	C'est chercher des réponses aux divers faits qui nous entourent, c'est la recherche et les expériences	quand il existe une question et il existe plus d'une réponse à la même question
1023	C'est l'étude des phénomène de la nature et de tout ce qui nous entoure	quand on peut apprendre comment cela fonctionne ou se construit
1024	Ce sont tous les phénomènes de la Terre, les forces, tout ce qui est lié aux plantes, aux animaux, tout ce qui nous entoure	quand on établit une hypothèse et on peut la prouver
1025	C'est chercher, observer le monde qui nous entoure, c'est expérimenter avec les élèves, c'est l'utilisation de vocabulaire scientifique, ce sont des sorties en terrain	Quand on obtient une recherche et on découvre qq chose.
1026	C'est l'étude de l'environnement, de tout ce qui nous entoure et de notre propre corps	quand on pose une théorie ou une hypothèse et on doit réaliser une investigation
1027	C'est la connaissance accumulée des phénomènes qu'on voit dans la vie quotidienne mais c'est aussi l'étude des phénomènes qui n'ont pas encore d'explication	quand je me pose la question, quand je veux savoir pourquoi ou comment
1028	Créer un apprentissage à travers l'investigation, l'expérimentation et l'exploration	quand la situation crée un impact dans le chercheur
1029	C'est l'étude d'un aspect de la recherche et pas seulement de la nature mais de tous les aspects de notre connaissance	quand on fait de l'investigation ou de l'observation
1030	C'est investiguer, chercher, poser des questions, chercher les solutions à différentes situations, aux problèmes	quand cela a à voir avec des êtres vivants, des matières ou des phénomènes naturels et on a besoin d'investigation pour les comprendre
1031	C'est les phénomènes qui existent dans la vie et qui peuvent être expliqué par l'observation	quand à travers l'observation je peux investiguer et comprendre les résultats car ils sont confirmés grâce à des faits réels
1032	C'est une manière de comprendre le monde depuis ce qui est quotidien depuis ce qui est plus complexe. C'est un tout qui est présent pendant que je dors, quand je me réveille, je me nourris etc.	quand il y a une réponse logique, cohérente, avec du sens

1033	C'est découvrir le monde, tout ce qui nous entoure, la science est partout. C'est découvrir ce que j'ai, ce que je vois, comment je suis, ce que je ne peux pas voir	quand le peux faire une analyse, faire des expériences et poser des questions et chercher
1034	C'est ce qui me permet de faire, de construire une série de connaissances scientifiques	quand qq chose nous aide à poser des questions qui à la fin vont permettre grâce à l'exploration et à la découverte de construire de nouvelles connaissances ou de renforcer les connaissances que nous avons
1035	C'est une discipline basée sur diverses compétences comme l'observation, l'interrogation, faire des hypothèses, faire des expériences et des analyses et obtenir des conclusions. L'objectif c'est de connaître et nous relier avec l'environnement à travers la recherche	quand on observe des habiletés scientifiques
1036	C'est connaître notre entourage, prendre soin de lui et chercher différentes formes d'apprentissages en faisant développer toutes les habiletés de pensée pour connaître le monde qui nous entoure. c'est faire des expériences.	à travers l'expérimentation
1037	C'est investiguer sur tout ce qui nous entoure et qui est à notre portée et à l'intérieur des connaissances	tout ce qui peut être investigué
1038	C'est une discipline qui doit suivre certaines étapes ou méthode pour arriver à une conclusion du monde qui nous entoure	Il doit y avoir une explication à travers une expérimentation ou investigation où on va faire preuve de nos habiletés scientifiques pour la recherche de l'information
1039	C'est répondre à des questions	quand je peux le prouver, le démontrer
1040	C'est l'opportunité de développer différentes habiletés qu'ils ne pourraient pas développer dans d'autres matières	quand je peux apprécier un travail cognitif soit d'investigation, d'exploration et finalement avoir des résultats qui leur permettent de présenter de nouvelles situations.
1041	C'est un chemin socialement construit pour connaître le monde	quand le fait est accepté par tout le monde
1042	tout ce qui peut être investigué, appris, tout ce qui nous entoure. C'est une technique pour connaître ce qui est autour de nous	tout est qq chose de scientifique car à tout niveau c'est possible d'investiguer et d'expérimenter
1043	c'est la base de tout, c'est tout ce qui nous entoure	quand qq chose peut être investigué
1044	C'est une nouvelle forme de connaissance du monde et de découvrir la nature à travers des processus méthodologiques adéquats	quand il a certains critères d'investigation pour arriver aux connaissances scientifiques scolaires
1045	C'est l'étude méthodologique en utilisant la méthode scientifique où l'investigateur va baser la vérité des choses pour comprendre le monde autour de lui	quand on peut expliquer le fait, on peut démontrer l'hypothèse qui a été posée
1046	Ce sont des expériences concrètes de vérification de problèmes de l'entourage, c'est un développement des habiletés dans l'investigation de cas, dans la justification, recherche de réponses, proposition de réponses, découverte des nouvelles choses qu'on apporte à la communauté scientifique et sociale	quand il faut diriger une question et il y a la curiosité scientifique, il y a de la science. a la maison et partout et dans le contenu qu'on apprend à chaque instant
1047	Connaître le monde qui nous entoure, réveiller la curiosité et nous émerveiller avec les phénomènes aves lesquels on se relie et voir comment c'est possible d'habiter avec eux et pour eux	quand on peut découvrir, expliquer, répondre à des questions qui surgissent de notre entourage, c'est qq chose de scientifique si cela réveille la curiosité
1048	C'est une façon d'expliquer ou de trouver une explication à des faits qui arrivent dans la Terre en relation à la nature et à l'environnement	quand nous cherchons à expliquer un phénomène à partir d'une question, nous sommes amenés à prouver une hypothèse à travers une expérimentation
1049	C'est l'étude de phénomènes qui se produisent dans notre entourage	parce que cela possède une méthode pour être étudié

1050	C'est tout ce qui a en relation avec l'investigation de phénomènes naturels et aussi des interrogations, des questions qui nous permettent de connaître le monde	quand on utilise une méthode d'investigation
1051	C'est une façon de découvrir de nouvelles choses, d'investiguer, d'expérimenter de façon empirique pour appliquer ceci à des situations quotidiennes. C'est la recherche de connaissances, de concepts, la solution des problèmes quotidiens, c'est apprendre en faisant (pourquoi? comment?)	quand on peut prouver, démontrer la solution à des situations à travers des résultats, des analyses statistiques pour les expliquer et les utiliser dans la vie quotidienne
1052	C'est essayer de chercher et de donner des explications à des événements, à des phénomènes de la vie quotidienne, c'est investiguer le pourquoi des choses qui nous entourent	quand on peut vérifier à travers l'expérience, des données
1053	C'est découvrir les phénomènes qui existent dans la nature	quand on fait des investigation pour connaître qq chose d'inconnu en réussissant à comprendre ce qui se passe et en apprenant qq chose de nouveau
1054	C'est une discipline qui a beaucoup d'aspects et qui s'occupe d'un sujet particulier comme la bio, la physique etc.	parce qu'il y a des études qui ont été faites en relation avec le sujet en investigation. nous pouvons trouver des informations de différents chercheurs
1055	C'est qq chose qui peut être démontré empiriquement	c'est basé sur qq chose de concret
1056	C'est connaitre, observer, se demander ce qui nous entoure, le pourquoi et le comment	quand on peut prouver les hypothèses réalisées face à des questions qui ont été posés
1057	C'est l'étude de systèmes liés à l'entourage, c'est comprendre tout ce qui existe et le démontrer	quand il y a une connaissance qui est basée sur des études et une expérience liée à un sujet et ceci peut être démontré
1058	C'est la connaissance de notre entourage, de notre environnement	prouver ou démontrer à travers une méthode scientifique, l'expérimentation. Quand on peut prouver un phénomène naturel ou artificiel, méthode scientifique
1059	C'est une création de la curiosité humaine	quand on est arrivé à ce quelque chose avec un processus, une méthode et cette méthode peut être répétée (reproduite)
1060	C'est un outil pour rendre plus facile les apprentissages, c'est une méthode avec des résultats scientifiques où l'élève pour apprendre en faisant, c'est une méthode pour résoudre des problèmes	quand on peut le mesure, le démontrer, l'associer ou le manipuler
1061	C'est l'investigation, l'expérimentation, l'observation, la réflexion, c'est explorer	quand on a réalisé un travail, on a analysé les hypothèses et on est arrivé à un produit final ou à une conclusion
1062	Explorer, investiguer, communiquer des résultats et appliquer la méthode scientifique, chercher des réponses	quand on peut prouver ou démontrer ces résultats, quand on peut confronter ces résultats et utiliser du vocabulaire scientifique
1063	investiguer en relation avec la qualité qui se présente comme problématique, mystérieuse	c'est la recherche, la construction d'une connaissance qui a une certaine rigueur dans la méthode pour accéder à cette information à partir d'une question qui va surgir de l'émerveillement sur un morceau de la réalité
1064	C'est une construction sociale chargée de comprendre et d'expliquer l'environnement avec le but de contribuer au bien commun	quand il y a une théorie empirique ou rationnelle qui explique certains phénomènes de l'environnement
1065	C'est la recherche de l'explication d'un phénomène naturel.	quand il a besoin d'une explication ou d'une procédure pour pouvoir expliquer qq chose
1066	C'est une méthodologie de travail qui permet à l'étudiant de connaître sa réalité à travers l'expérience pratique et donc cela va provoquer des	quand on suit des étapes comme l'observation, la formulation d'hypothèse, l'expérience pratique et on conclut à partir de ce qu'on a fait

	apprentissages avec du sens	
1067	C'est tout procédé de réflexion à travers l'observation ou l'investigation qui va essayer de donner une explication à un certain phénomène	quand on a besoin d'une réflexion ou d'une vérification de certaines variables
1068	C'est l'étude de différentes disciplines qui cherchent à donner l'explication aux phénomènes, aux civilisations et au fonctionnement de ce qui nous entoure dans la Terre et dans l'univers	quand c'est qq chose qui cherche à donner une explication à qq chose qu'on ne connait
1069	C'est une connaissance, c'est l'étude d'un phénomène qui arrive dans notre entourage à travers de expériences	quand il a une méthode et ceci est investigué
1070	C'est la connaissance de tout ce qui nous entoure, ce sont des façons de comprendre mon entourage, mon environnement	tout ce qui mène l'étudiant à se rapprocher, à comprendre son entourage
1071	C'est une façon de voir les choses pédagogiquement sur l'environnement	quand il provoque des inquiétudes, il peut être démontré et on peut étable de nouveaux critères d'apprentissage
1072	C'est tout ce qui nous entoure, c'est notre environnement, l'air que nous respirons etc.	avec l'observation et en se posant des questions du type d'où cela vient, où cela va, comment cela a été créé...
1073	C'est l'observation, l'investigation et l'analyse depuis toutes les visions (de tout ce qui nous entoure)	quand nous sommes face à une question, à une hypothèse, quand nous sommes face à qq chose qui peut être observé et mérite une analyse
1074	C'est tous les faits ou phénomènes qui sont observés ou mesurés et qui nous permettent d'avoir une connaissance de ce qui nous entoure	parce qu'on peut le mesurer, le quantifier ou comparer
1075	C'est investiguer, expérimenter, observer son environnement	Quand je peux développer la méthode scientifique
1076	C'est l'étude de tout ce qui nous arrive dans notre entourage, de l'origine des processus, du fonctionnement des choses et ceci est fait à travers une méthodologie particulière et ordonnée	quand il a une structure déterminée c'est à dire quand à travers des expériences et des investigations on arrive à des conclusions et des théories
1077	tout est science, le développement dans la vie quotidienne est entouré d'événements scientifiques de différentes formes. C'est tout ce qui est vérifiable mais on peut faire de la science sur qq chose d'hypothétique	quand qq chose est objectif et justifiable et j'insiste sur le fait que la science c'est l'étude de tout ce qui nous entoure
1078	Modèle d'apprentissage ou étude de tout ce qui nous entoure avec un regard et un axe spécifique	quand c'est qq chose qui demande de l'investigation et de l'approfondissement
1079	C'est la capacité à découvrir le monde à travers des expériences significatives, elle permet à développer la capacité à découvrir le fonctionnement du monde, à répondre et à chercher des réponses à tout ce qui nous entoure.	quand on travaille avec des données qui peuvent être mesurées, quantifiées, on arrive à des conclusions, on obtient des résultats et c'est qq chose qui provoque plus de questions
1080	C'est l'étude de la nature, des faits historiques, de l'environnement, de la planète, e qui permet de connaître la façon dont ces éléments se connectent	quand on parle de scientifique on pense à la vérification de faits qui permet de trouver ou de mettre en évidence une réalité
1081	C'est tout ce que nous avons, elle a plusieurs formes (mathématiques, histoire). C'est le processus pour apprendre différents sujets	par sa composition, forme et développement
1082	C'est l'investigation de faits, de phénomènes qui arrivent dans notre environnement ou dans notre entourage	quand on peut l'expliquer et le vérifier pour donner une réponse
1083	C'est la découverte de la nature et de ses phénomènes à travers l'expérience personnelle et de façon attrayante et ludique	parce que ceci a un fondement empirique

1084	La science c'est découvrir des nouvelles connaissances à travers des informations déjà établies ou à établir	quand c'est cadré dans une investigation, dans une recherche de réponse, d'information ou de faits pas connus
1085	C'est la clef qui ouvre les portent des connaissances, de la compréhension et du respect vers soi-même et vers le monde. C'est un défi permanent de trouver ce qui est inconnu et de le comprendre à travers l'expérience d'être capable de s'émerveiller à chaque instant.	parce qu'il y a une série d'étapes qui a été suivie pour obtenir un résultat (on a fait des observations, comparé, noté, fait des analyses d'informations)
1086	La science c'est l'étude des choses et des personnes, c'est la méthode à travers laquelle nous connaissons ce qui nous entoure (une méthode pour connaître plus)	quand je me demande comment ca marche et comment c'est fabriqué ou d'où cela vient ou pourquoi cela est ici

	Groupe 67 Animation pédagogique Mai 2013	
	Qu'est-ce que la science ?	***Comment savez-vous que vous faites des sciences avec vos élèves ?***
1087	C'est l'art d'essayer de répondre à toutes les questions que l'on se pose dans tous les domaines de la vie : l'homme, la nature, l'espace, les objets, le climat...	Il y a beaucoup de questionnements, du matériel à manipuler parfois. Les enfants sont très intéressés et souvent tous très intéressés ce qui n'est pas le cas des maths ou du français
1088	Des expériences pour découvrir ou prouver des réalités physiques ou chimiques	en réalisant des expériences suite à des questionnements sur le monde physique ou chimique qui nous entoure
1089	des connaissances scientifiques dans tous les domaines acquises au fil des années à partir d'observations, de manipulations, d'expériences, de démonstrations, de preuves	Une démarche expérimentale, observation, modification d'un paramètre de l'expérience pour pouvoir conclure
1090	C'est découvrir le monde, son fonctionnement, dans le domaine du vivant, des phénomènes physiques, c'est se poser des questions, réfléchir, poser des hypothèses, sur le pourquoi, le comment de ces phénomènes	Manipuler, observer, émettre des hypothèses, les vérifier, faires des déductions
1091	C'est une discipline qui permet d'expliquer rationnellement des phénomènes naturels, qui permet de progresser dans différents domaines de recherche (médecine...)	Je fais des sciences lorsque je fais émerger des représentations mentales et que je les fais évoluer par une démarche d'investigation expérimentale vers des conceptions scientifiques
1092	Lorsque l'on se pose des questions sur des phénomènes extérieurs, la réponse est durable	Lorsqu'on se pose des questions, on expérimente, on cherche
1093	Se poser des questions, expérimenter, hypothèses	Démarche d'investigation : mise en situation, question, hypothèse, manipuler, observer, solution
1094	Matière basée sur des expériences	Lorsqu'on émet des hypothèses et que ces hypothèses sont validées par une série d'expériences. On élabore une démarche d'investigation
1095	Etude, perception, compréhension du monde vivant et non vivant, de ses composantes, de son fonctionnement	J'en fais tout le temps !
1096	Etude des phénomènes qui nous entourent	Observation, émission d'hypothèses, expérimentation, confrontation des résultats
1097	Expérimentation, manipulation, questionnement	idem
1098	C'est la découverte du monde qui nous entoure par le biais d'expériences	Les élèves émettent des hypothèses, testent ou observent, notent les résultats, vérifient leurs hypothèses, rédigent une réponse à la question posée

1099	La science regroupe observations, manipulations, hypothèses et validation des hypothèses pour comprendre le monde qui nous entoure et le faire avancer. elle implique un vocabulaire spécifique, une démarche d'investigation. Expériences qui peuvent être reproductibles	Quand on mobilise la curiosité des élèves. Lorsque l'on provoque un questionnement chez les élèves qui se poursuit en hypothèses et en expériences
1100	Travailler, découvrir, expliquer les phénomènes naturels, chimiques	Les manipulations
1101	Les sciences consistent en l'étude des éléments terrestres (eau, terre, air), leur transformation et leur utilisation. Il peut aussi s'agir d'étudier des objets et leur utilisation (roue, pendule, balance). Parfois, on peut aussi faire des parallèles avec le corps humain, les mouvements.	Quand on découvre de nouveaux éléments. On fait des hypothèses et on cherche au fil des expériences un vocabulaire de plus en plus spécifique. Les enfants développent leurs capacités.
1102	La science est synonyme de savoir au singulier. Au pluriel il s'agit de matières, disciplines, de domaines de savoir nécessitant une démarche rigoureuse de raisonnement sensée garantir une fiabilité objective	Lorsque nous nous posons des questions et essayons de répondre par l'observation, le raisonnement, les expériences avec un retour critique sur les questionnements et les résultats obtenus. Il doit y avoir expérience, contre-expérience, confrontation des résultats pour avancer

	Groupe 62 Stage Vence 12h	
	Qu'est-ce que la science ?	***Qu'aimeriez-vous que vos élèves répondent à cette question ?***
1103	Les sciences tentent d'expliquer un phénomène. cela passe donc par une observation analytique et une mise à l'épreuve de la nature pour comprendre le phénomène	C'est arriver par moi-même à trouver comment répondre aux questions que je me pose sur le monde : réfléchir au processus qui pourrait me permettre de répondre, le mettre en œuvre, ou aller chercher sur internet ou dans des livres des informations
1104	Se poser des questions, se demander comment y répondre, expérimenter, analyser	C'est chercher et trouver des réponses à nos questions
1105	L'expérimentation, la recherche des objets	On a compris comment fonctionnaient certaines choses, on a compris que ce qu'on pensait au départ n'était pas forcément juste
1106	La recherche pour trouver une solution à un problème, les essais, la solution, démonstration, preuve	Observer pour comprendre, faire des expériences
1107	L'expérimentation idéalement	joker
1108	Je peux expérimenter, mettre à l'épreuve du réel mes idées, mes hypothèses	C'est devenir curieux, savoir changer mes idées s'il le faut
1109	C'est l'expérimentation, poser des hypothèses et les vérifier ou les infirmer. Et aussi l'observation	Faire des sciences, c'est observer le monde autour de nous, faire des expériences pour mieux comprendre les phénomènes qui se produisent autour de nous. Ca nous permet d'être plus curieux
1110	On passe par l'expérimentation pour vérifier certaines hypothèses, grâce à cela on peut répondre à nos questions	Répondre à toutes les questions qu'on se pose par rapport à ce qui nous entoure pas au hasard mais en prouvant par l'expérience des choses concrètes
1111	Dans cette matière, il y a une démarche spécifique : on part de la représentation pour arriver à la connaissance	C'est connaître la vie et le monde. C'est faire des expériences
1112	Quelque chose est scientifique quand on peut prouver que cela existe par une expérimentation ou une démonstration	C'est apprendre des choses sur les objets ou les êtres vivants en faisant des expériences ou des observations
1113	Cela a été vérifié par des expériences, quantifié,	Ne pas répondre à une question au hasard mais savoir

	répertorié, prouvé, démontré à travers des recherches	l'expliquer et le justifier, le prouver (et pas seulement je l'ai lu, je l'ai appris par cœur)
1114	Les sciences sont une discipline basée sur l'expérimentation contrairement à d'autres disciplines basées sur la simple observation	Je souhaiterais qu'ils me disent avoir compris des notions scientifiques par la manipulation, l'utilisation d'instruments de mesure, bref avoir acquis une connaissance non livresque
1115	Description, analyse et conceptualisation de la réalité objective. La description s'appuie sur l'observation, l'analyse se fonde sur l'expérimentation, description et analyse des faits amène à une conceptualisation	Comprendre mieux le monde qui nous entoure, distinguer ce qui relève des phénomènes naturels et ce qui relève de l'action de l'homme.

	Groupe 29 FC		
	Qu'est-ce qui fait que qq chose est scientifique ?	***Comment définir la science ?***	***Qu'est-ce qu'un scientifique ?***
1116	Lorsque 78% de la population ne comprend pas	La recherche de la vérité	Quelqu'un qui cherche à résoudre un problème en s'appuyant sur ses connaissances et ses observations
1117	Si c'est prouvé par des calculs, des expériences irréfutables ou si c'est l'aboutissement de démarches obéissant à certains protocoles	C'est l'étude des phénomènes et la recherche d'une explication pragmatique qui obéit à des règles bien précises	C'est quelqu'un qui fait des sciences
1118	On a cherché à l'expliquer, plusieurs preuves convergent, on est capable de le démontrer	C'est tenter de comprendre et d'expliquer ce qui nous environne pour mieux y survivre. C'est répondre aux "pourquoi?"	C'est quelqu'un qui enquête pour faire avancer les connaissances. Il s'appuie sur des travaux validés par d'autres. Il apporte donc sa contribution au progrès de l'humanité
1119	QQ chose que l'on peut démontrer, chercher à prouver, que l'on n'affirme pas sans certitude	Domaine où le hasard n'a pas sa place, où les hypothèses doivent être vérifiées	Homme ou femme qui fait des sciences
1120	Ce qui fait l'objet d'une recherche, qui demande des explications, qui peut être observé, expliqué, analysé, qui a un rapport avec la matière	C'est le domaine de l'investigation, de la recherche, de l'explication de certains phénomènes	C'est une personne qui effectue des recherches dans différents domaines en se posant des questions auxquelles il tente de répondre en utilisant une démarche et des protocoles clairs
1121	Si on essaie de l'expliquer par des expérimentations, des mesures, des calculs...	L'explication du pourquoi et du comment ça marche ou comment c'est fait. On a un pb, on cherche à le résoudre, on essaie, on expérimente, on essaie de trouver une explication (une conclusion)	C'est quelqu'un qui fait des recherches sur le fonctionnement du monde qui nous entoure
1122	C'est qq chose, un fait qui peut être prouvé, démontré, soit de manière logique par le raisonnement, on est alors dans des domaines comme les maths, soit par l'expérience et on est dans des domaines comme la physique ou la chimie	Les sciences ce sont tous les domaines de recherche visant à expliquer, comprendre le monde qui nous entoure	C'est qqu'un qui fait de la recherche en science
1123	Quand il touche un des domaines touchant à la science : matière, énergie, monde du vivant	Etude du monde qui nous entoure	Personne travaillant sur des thèmes ayant un rapport avec la science. Est capable à partir d'expérience d'expliquer

1124	N'est pas du domaine de la croyance ni des certitudes acquises. Doit être prouvé et remis à l'épreuve	Un essai de compréhension, d'explication du monde qui nous entoure	Qqu'un qui s'investit dans la recherche scientifique même si ce n'est pas son métier, sa profession, son "gagne-pain"
1125	Il vérifie et généralise ses observations	expliquer des phénomènes	Qqu'un qui met en œuvre une démarche d'investigation

	Groupe 58 L3 SV 2012
	Comment distinguez-vous qq chose de scientifique de qq chose qui ne l'est pas ?
1126	Il faut que les arguments avancés puissent être prouvé, démontrés. C'est à dire qu'il y a eu un raisonnement en amont portant sur le sujet de l'écrit scientifique et visant à répondre à une hypothèse. Suite à l'expérience, l'hypothèses peut être affirmée, infirmée ou critiquée.
1127	C'est l'étude de phénomènes, de processus qui nous entoure par la formulation d'hypothèses, le test de ces hypothèses et la modélisation de différents modèles possibles en essayant d'en déduire le plus plausible, il faut chercher des explications. Qq chose de scientifique est qq chose qui permet d'étudier un processus par l'intermédiaire de calculs, d'expériences pour tester les hypothèses formulées au préalable. Cela peut être fait par modélisation et déduction logique aussi.
	C'est qq chose qui permet d'expliquer les mécanismes et processus du monde qui nous entoure en formulant des hypothèses et en tentant de les démontrer si possible. Alors que qq chose de non scientifique est plus basé sur des faits simples, pas un processus.
1128	La science c'est l'explication réelle de ce qui se passe sur la planète Terre et la recherche de ces phénomènes. Qq chose de scientifique est démontrable et remis systématiquement en question car traite aussi de la vie qui évolue avec le temps. ce qui n'est pas scientifique applique moins de règles et est moins objectif. C'est une discipline qui se base sur les phénomènes naturels et qui peut les expliquer par des expériences qui s'y rapprochent au plus (plus proche possible de la réalité)
1129	La science permet d'expliquer des hypothèses et théories à partir d'expériences et de démonstrations. On peut distinguer qq chose de scientifique en regardant si c'est basé sur des expériences qui démontrent la théorie, l'hypothèses initiale. La science propose des expériences pour expliquer des hypothèses et ainsi les confirmer/infirmer.
	Un texte ou discours scientifique utilise un vocabulaire spécifique. Il est vasé sur des expériences qui affirment ou infirment des hypothèses préalablement posées, suite à un problème.
1130	La science s'appuie sur des expérimentations afin de comprendre le monde qui nous entoure. L'expérimentation avec hypothèses, essais, résultats puis conclusion. La science permet de comprendre différentes choses qui existent autour de nous
	Un discours scientifique utilise des mots-clés et des concepts spécifiques au sujet. Il repose sur la démarche scientifique : hypothèse, expérience, résultat, conclusion
1131	La science est l'art du questionnement, le fait de se poser des questions et d'essayer d'y répondre par le biais d'essais, d'erreurs et d'expériences. Qq chose de scientifique peut être démontré par calcul, expérience et on peut discuter dessus.
	Qq chose de scientifique doit pouvoir être expliqué, démontré et rester vrai si les mêmes conditions sont réunies (évolution, physique, chimies...)qq chose de non scientifique va pouvoir être infirmé par des exemples (dogme créationisme...)
1132	Observer la nature, comprendre et expliquer les mécanismes, systèmes, le fonctionnement de la nature du corps humain. Poser des questions, observer, faire des hypothèses, des expériences, des mesures pour y répondre. Fait appel à un vocabulaire spécifique, à la réflexion.
	On peut se fier au vocabulaire employé et à la problématique traitée dans le document
1133	La science nous permet de comprendre des phénomènes grâce à des faits qui ont été démontrés et qui sont irréfutables. Il existe des sciences de la vie, de la terre, physiques, chimiques, mathématiques. La littérature n'est pas une science car elle n'est pas basée sur des expériences et ne cherche pas à démontrer une véracité. Il faut que qq chose de scientifique soit basé sur une hypothèse sous forme de question simple.
1134	La science est une démarche amenant à un questionnement, à poser des problèmes, une réflexion et essayer de trouver des éléments de réponse. Elle éveille la curiosité. On peut essayer de répondre à qq chose de scientifique mais pas forcément de réponse possible. Possible de faire des expériences pour y répondre.
	Qq chose de scientifique peut être démontrable, ou peut être prouvé par une expérience, un raisonnement, une démarche.

1135	On trouve des termes scientifiques et une méthode de rédaction scientifique. Il y a également des expériences réalisées par l'auteur qui sont présentées.
1136	La science est basée sur des expériences techniques, manuelles (preuves). Elle est basée sur le réel, des processus naturels concrets. De ces phénomènes physiques, on tire des lois générales, théoriques, applicables pour toutes les autres choses qui s'y rattachent.
1137	Par des expériences et des illustrations, ainsi que par des recherches approfondies
1138	On peut utiliser le critère de logique. Une démarche scientifique suit une logique. Elle est aussi rationnelle, non pas comme un discours philosophique sur la vie. La science, même si elle n'a pas encore trouvé toutes les réponses sur la vie est rationnelle, part d'un début et va au jour d'aujourd'hui (cellule, organe, organisme).

	Groupe 50 L2 SV Astep	
	Comment distinguez-vous qq chose de scientifique de qq chose qui ne l'est pas ?	***C'est quoi les sciences ?***
1139	C'est en rapport avec ce qui nous entoure, que l'on peut calculer, mesurer, observer	Les sciences
1140	On a à la base une question, un problème auquel on veut obtenir une solution. Pour cela on effectue des expériences, des observations et on en tire des conclusions qui confirme ou non notre hypothèses de départ. Les sciences permettent d'élucider ou du moins de comprendre des faits ou phénomènes, des mécanismes qui interagissent entre eux pour mieux comprendre notre environnement.	Qq chose d'instable en perpétuel changement
1141	C'est le raisonnement qui différencie qq chose de scientifique de qq chose qui ne l'est pas. C'est qq chose de certain, de démontré et qui est applicable dans n'importe quel cas. Avec ce raisonnement je suis capable de prédire l'événement qui se passera dans une expérience et de l'adapter pour d'autres situations différentes, d'une observation quelconque	Etre capable d'appliquer ce raisonnement
1142	C'est qq chose que l'on peut expliquer par une expérience	Les sciences consistent à se poser une question. Pour répondre à cette question on va émettre des hypothèses puis chercher à prouver ces hypothèses par des expériences. Qui peuvent aussi bien fonctionner que le cas inverse.
1143	Qq chose de scientifique va avoir une démarche, un projet, va tenter d'être objectif tandis que qq chose qui n'est pas de la science ne demande pas nécessairement d'expérience, de preuve, de projet	Une science part d'un projet, on émet une hypothèse, on fait une expérience et on valide ou non l'hypothèse. Donc on cherche à prouver des événements en faisant une démarche expérimentale.
1144	Se base sur des preuves venues d'expériences et de recherches. C'est qq chose de concret	C'est l'explication rationnelle des faits qui nous entourent comme les saisons par exemple
1145	Expérience, preuve, concret, prouvé, démontré différent de l'imagination, de la science-fiction	Découvrir de nouvelles choses, avancées, progrès, comprendre, chercher
1146	Preuves scientifiques (l'expérience, les propos ont été prouvés), la source	Sont des matières dynamiques, elles sont perpétuellement en évolution. Une vérité dans les sciences peut être contredite ou validée suivant les expériences réalisées. Les sciences sont des matières qui se pratiquent, elles se comprennent dans les laboratoires.
1147	C'est lié à la SVT, aux maths, physique. Autrement dit, tout ce qui se rapporte à l'environnement, Terre	idem
1148	La démarche, le raisonnement. Partir d'observations pour arriver à des théorèmes.	C'est la démarche de chercher des réponses sur des événements qui nous entourent
1149	Organisation, méthodologie, structure, expériences	C'est une connaissance du monde extérieur et intérieur

1150	Selon Popper, un sujet est scientifique dès le moment où celui-ci est discutable. Un sujet qui touche à la description de l'univers, de la nature.	La compréhension de ce qui nous entoure, la vie, l'univers
1151	Le point de vue, le raisonnement (plus mathématique ou plus littéraire)	La recherche, le savoir, comprendre la nature, questionner le pourquoi, beaucoup de maths
1152	On se pose une question sur le fonctionnement de qq chose et on tente de vérifier des hypothèses émises grâce à des expériences et démarches pas à pas	Les sciences sont un ensemble d'expériences, d'hypothèses, de conclusions quant à des questionnements sur notre environnement, sur des mécanismes
1153	Un exposé, une réflexion basée sur des faits irréfutables, constatés voire mesurés, desquels des déductions logiques peuvent être tirées	sont des disciplines concernant n'importe quel sujet dans lesquelles ce sujet est abordé de façon scientifique. La science regroupe les sciences
1154	La démarche (hyp, question, réflexion, conclusion). Les sciences sont qq chose d'infini, quand on se pose une question, on peut toujours aller plus loin. C'est pouvoir toucher et voir pour comprendre.	La réponse à des phénomènes naturels, c'est la réponse aux expériences
1155	Est fondé sur un raisonnement, c'est qq chose qui peut être étudié, sur lequel on peut faire des expériences pour tester, améliorer ou faire de nouvelles découvertes. Qq chose de scientifique peut être regroupé, analysé, expliqué grâce à plusieurs matières, plusieurs sciences	Qq chose qu'on peut apprendre et améliorer, modifier ou assembler et dont on cherche à obtenir un résultat. Qq chose que l'on peut apprendre par des expériences, pour connaître ce qui nous entoure.

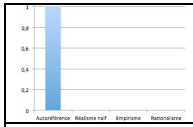
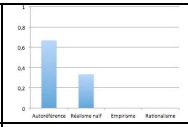
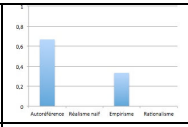
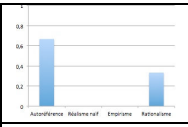
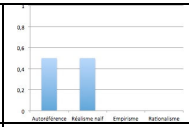
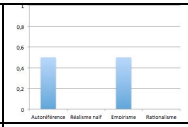
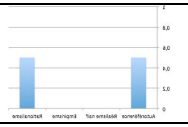
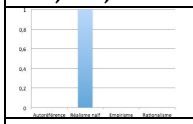
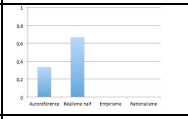
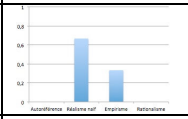
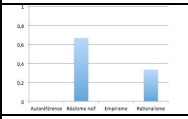
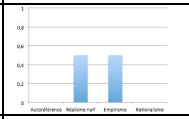
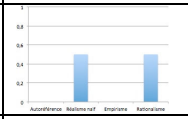
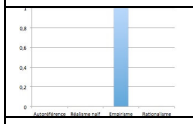
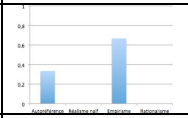
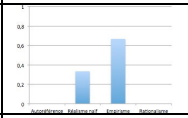
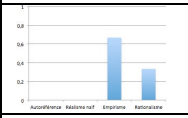
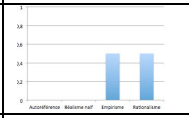
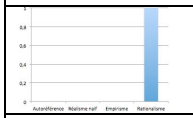
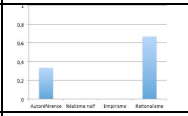
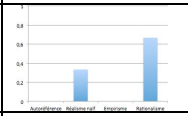
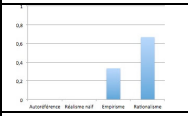
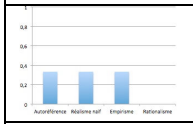
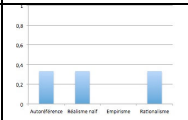
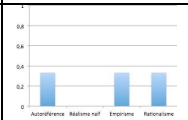
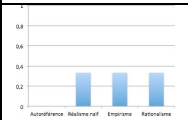
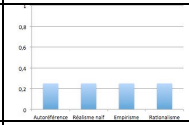
ANNEXE 6.B.b.

Profils des participants sondés

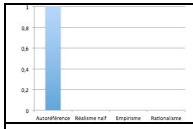
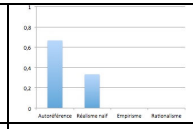
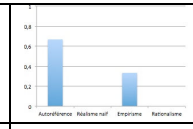
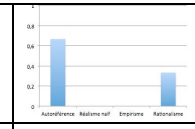
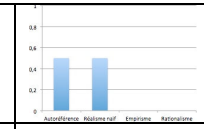
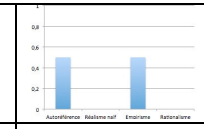
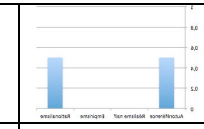
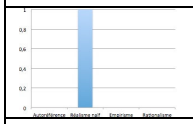
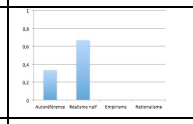
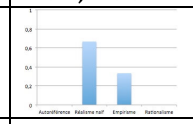
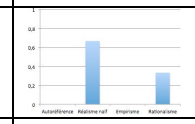
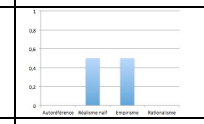
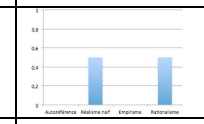
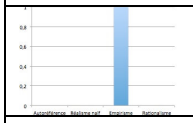
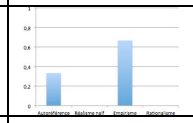
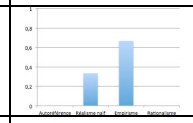
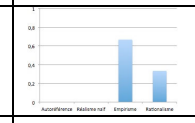
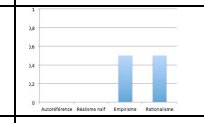
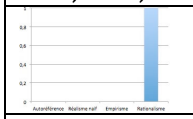
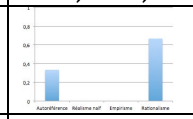
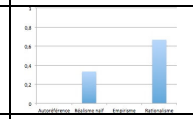
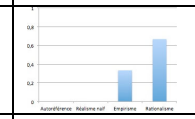
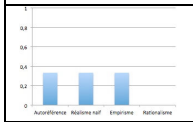
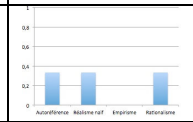
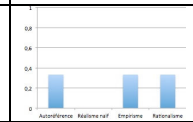
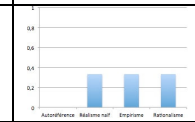
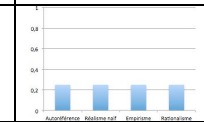
Gp. 5 PE1_4

		19			1	
7,13,14,16,17,18,20	2,5,9		4, 11	6,15	Recherche Découverte	Aristotélicien + Autoréf
					8	3, 21
			10, 12			
						Inclassable

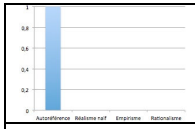
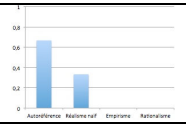
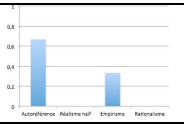
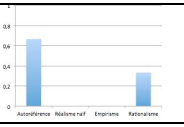
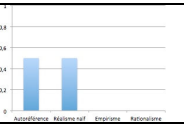
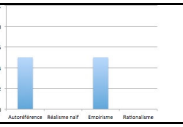
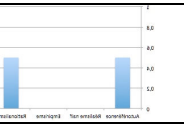
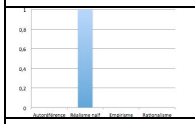
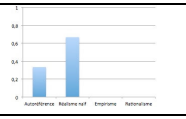
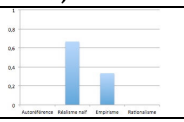
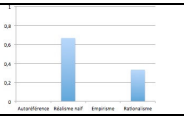
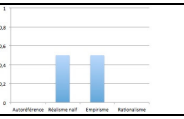
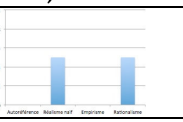
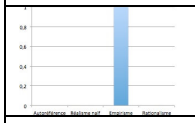
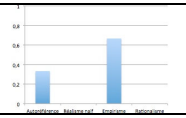
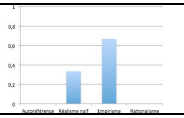
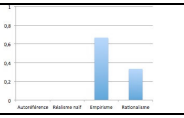
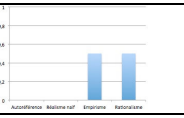
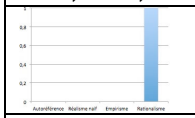
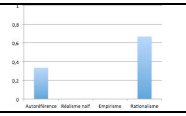
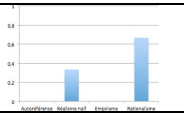
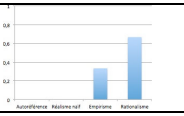
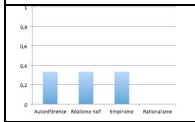
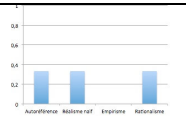
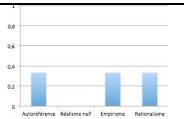
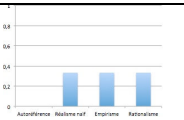
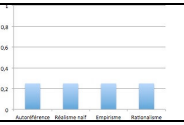
Gp. 6

						
65, 67, 72		60	76			
						
						Autoréf + Aristote
						66
62, 63, 68, 69, 70, 75	74			64, 71, 73		Aristotélicien
						61
						

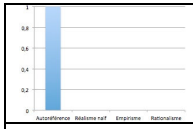
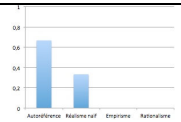
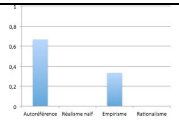
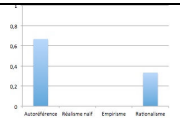
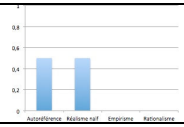
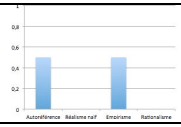
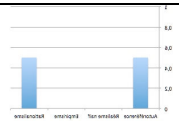
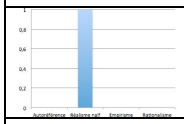
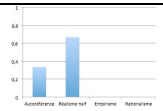
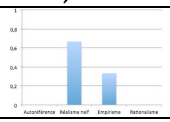
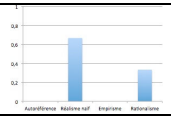
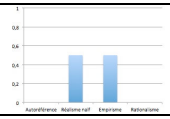
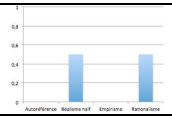
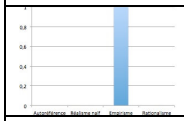
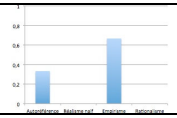
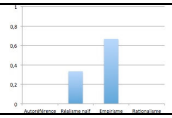
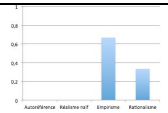
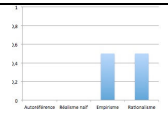
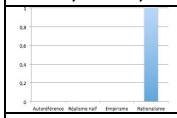
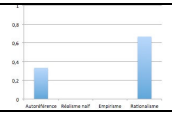
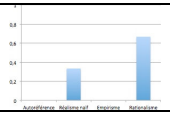
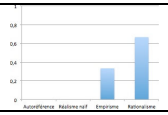
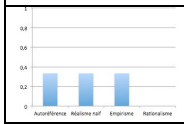
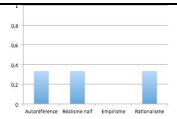
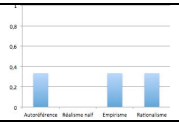
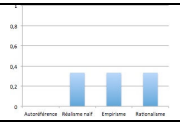
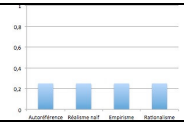
Gp. 7

						
		154, 155	150			
						
162						
						
145, 152, 153, 156	144, 147, 149, 151		146	157		Autoréf + Aristo
						143, 158, 159, 160, 161, 163
						Aristotélicien
						148, 164

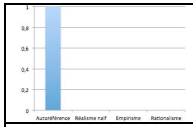
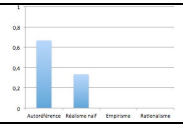
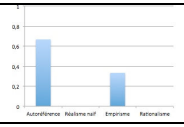
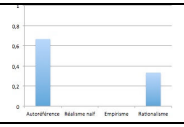
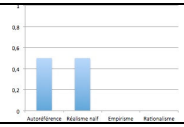
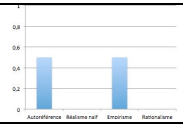
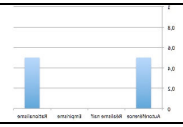
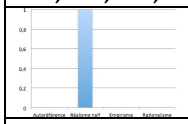
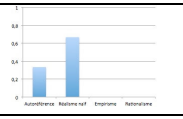
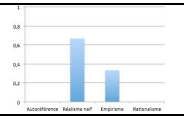
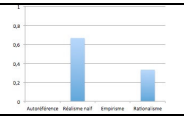
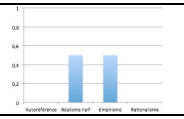
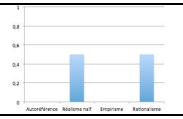
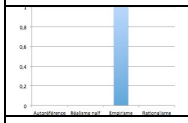
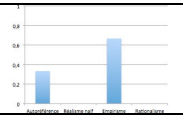
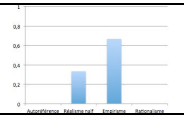
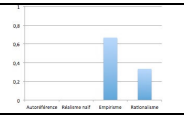
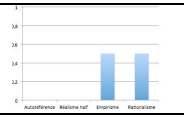
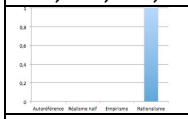
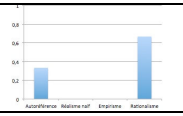
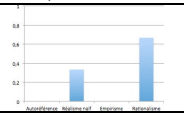
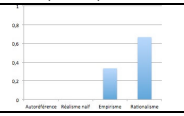
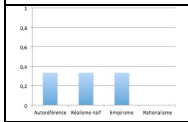
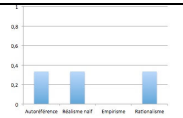
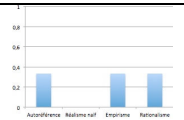
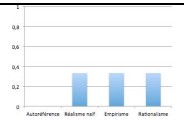
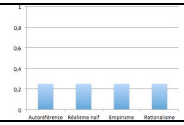
Gp. 8

						
130	138	140, 141			121, 128	
						
129	135	126				Refus de réponse
						134
120, 123, 132, 133, 139, 142	124		137	122		Aristote et Autoréf
						125
						Aristotélicien
						127, 136
		131				

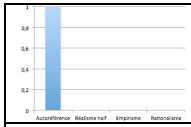
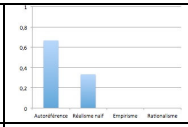
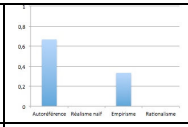
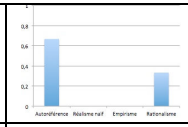
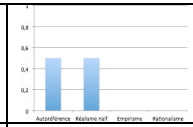
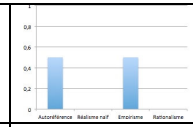
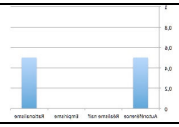
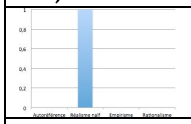
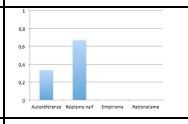
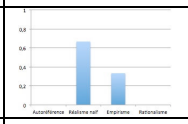
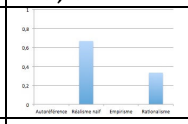
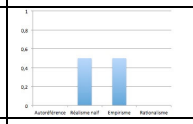
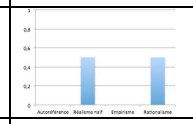
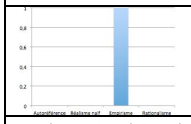
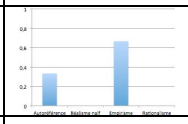
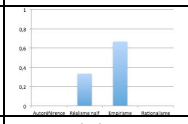
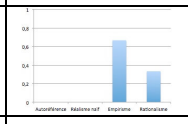
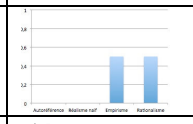
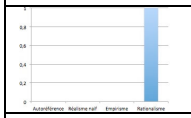
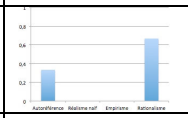
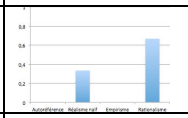
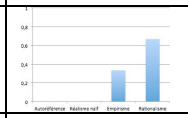
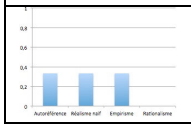
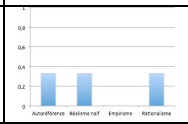
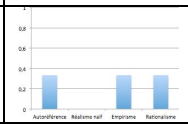
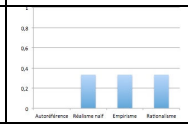
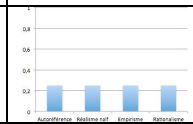
Gp. 9

						
97	102	103, 113	111		117	
						
108						
						
98, 99, 101, 104, 107, 109, 112, 114, 115,	100, 118		106, 116			
						Aristotélicien
			105			119
						
			110			

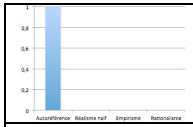
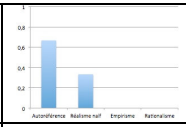
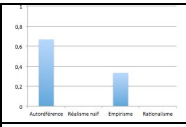
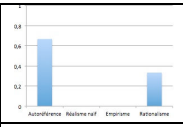
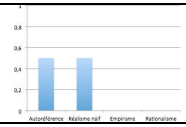
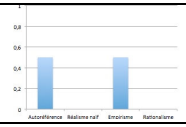
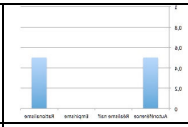
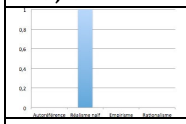
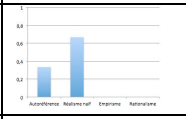
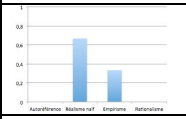
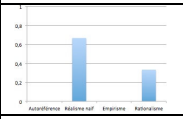
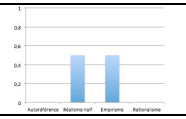
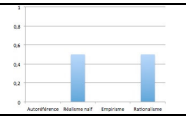
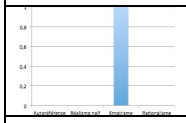
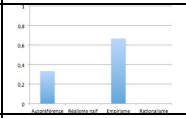
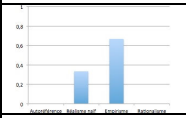
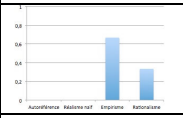
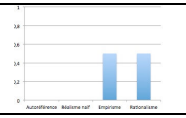
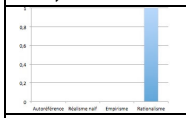
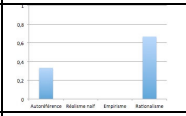
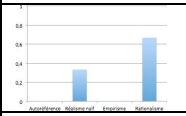
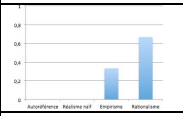
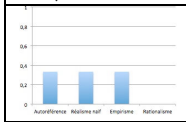
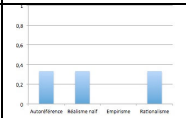
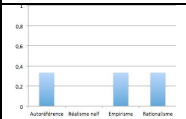
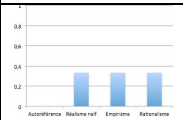
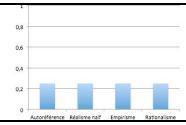
Gp. 10

						
79, 80, 88, 89, 96		85				
						
77						
						
81, 82, 83, 86	93	78, 94	84, 87, 90	91		Autoref + Aristote
						92, 95
						

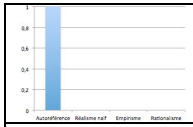
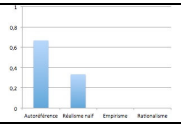
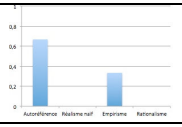
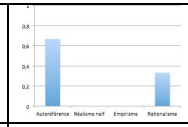
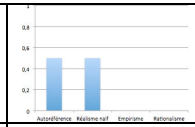
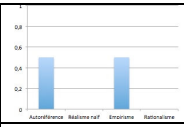
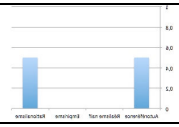
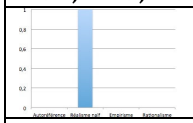
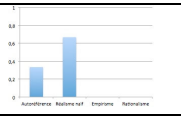
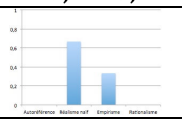
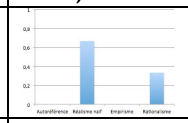
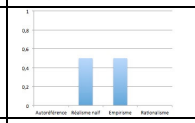
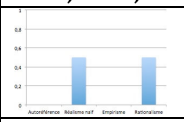
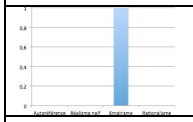
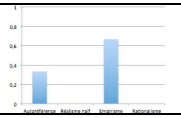
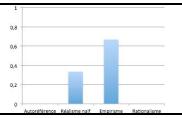
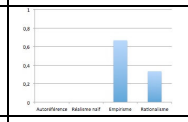
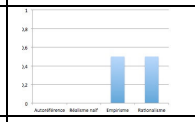
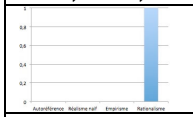
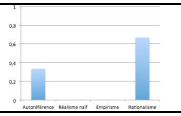
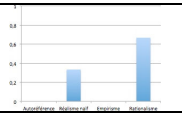
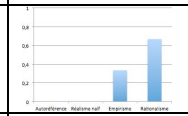
Gp. 11 PE1_7

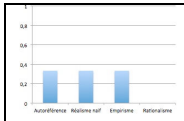
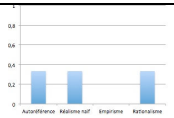
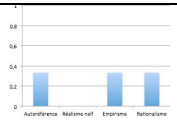
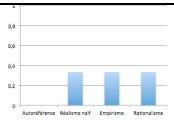
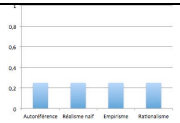
						
42, 49		47	43, 57	59	39	
						
						Aristotélicien + Autoréférent
						41, 48, 51, 53
45, 46, 50, 52, 54, 56		44, 55		58		Aristotélicien
						40
						

Gp. 12 PE1_8

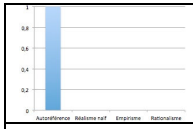
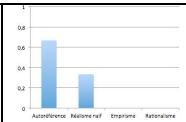
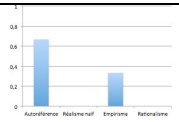
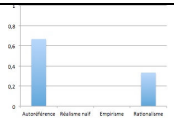
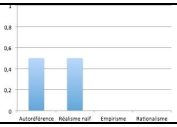
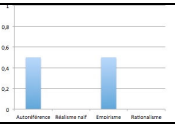
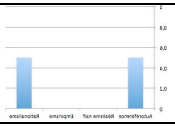
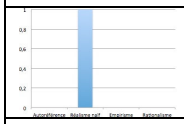
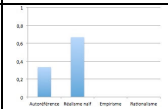
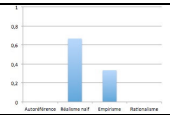
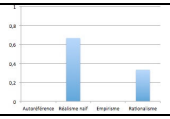
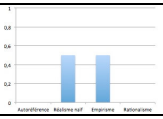
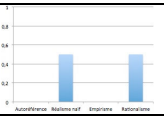
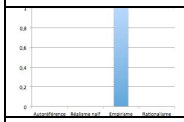
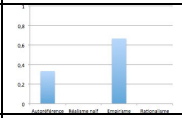
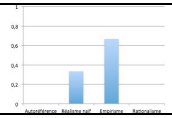
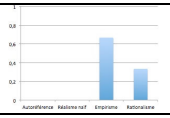
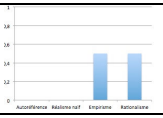
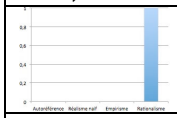
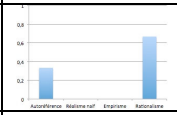
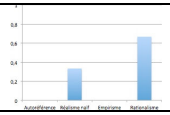
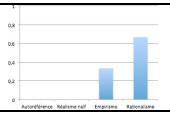
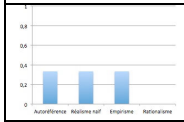
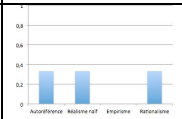
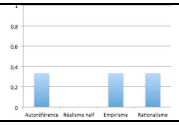
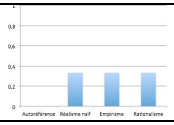
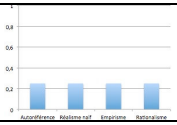
						
38, 34			36			
						
						
22, 25, 27, 29, 33, 35, 37	23, 32	28			Aristotélicien + Autoréf.	Aristotélicien
					26	30
24,						
						Inclassable
						31

Gp. 13

						
184, 215, 232		190, 198, 223, 235	187, 269	183	219, 227, 268	
						
178, 254	177	201 (pauvre), 256	172, 229, 230		Découverte/Curiosité	
					270	
165, 167, 169, 171, 174, 179, 181, 183, 189, 192, 194, 196, 199, 200, 202, 204, 205, 207, 208, 209, 211, 212, 213 (pauvre), 217, 218, 224, 226, 228, 231, 233, 234, 238, 239, 240, 244, 245, 248, 249, 250, 251, 253, 258, 259, 260, 261, 264, 265, 266, 267	185, 191, 225, 246, 271		203, 262	166, 197, 237, 243, 255	Inclassable	Autoréf + Aristote
					220, 22	168, 175, 195, 210, 222, 242
176 (pauvre)			247		Refus de réponse	Aristotélicien

					206	170, 173, 186, 188, 193, 214, 216, 236, 241, 252, 263
		246, 257				

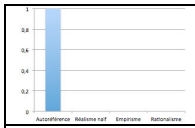
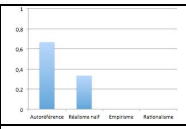
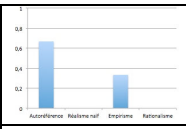
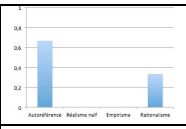
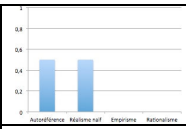
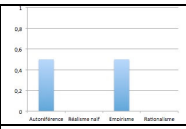
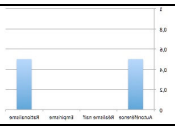
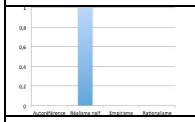
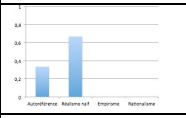
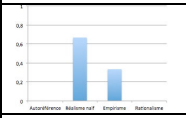
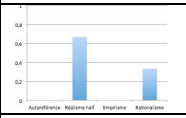
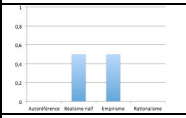
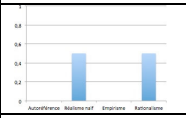
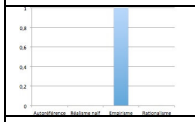
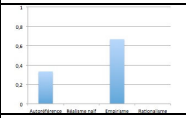
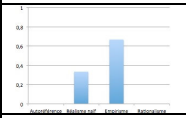
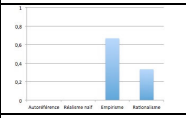
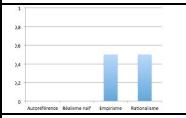
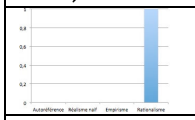
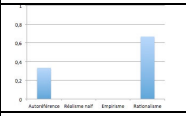
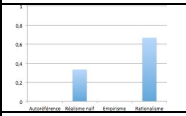
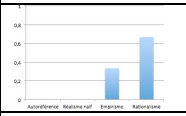
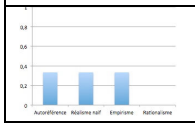
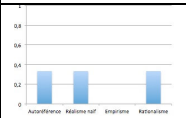
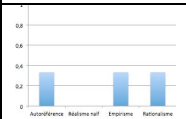
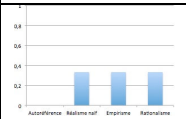
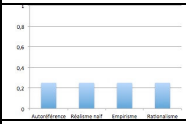
Gp. 14

						
						
278						
					Découverte/curiosité	
272, 273, 274, 276, 277, 280, 283, 286			275, 284,		285	
						
						Aristotélicien
						279, 281, 282,

Gp. 15

312, 326,		288,			289, 302, 313,	
					Découverte/curiosité	Inclassable
287, 290, 291, 292, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 303, 305, 306, 307, 308, 311,314, 315, 316, 317, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 329, 330, 334, 335, 336, 337, 338	295, 309, 318, 333,			327, 328,	293, 294, 331	310, 325,
						Aristotélicien
304 (pauvre),						332

Gp. 16

						
		354				
						
					Inclassable	Aristotélicien + autoréf
339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 348, 349, 351, 352, 353, 355 357, 358, 359, 360,		350			356,	347
					Découverte/ curiosité	Aristotélicien
					361	346
						

Gp. 17

378, 381						
					Découverte/curiosité	Inclassable
362, 363, 364, 365, 367, 368, 369, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 382, 383, 384, 385, 386,	366		388		372, 387,	
						Aristotélicien + Autoréf
						370
						Aristotélicien
						389

Gp. 18

393, 395,					407	
408						
					Découverte/curiosité	Inclassable
390, 391, 392, 396, 400, 401, 404, 406, 409, 410, 411, 412, 414, 415, 416, 417, 421	405, 419,			397	403, 418 420,	398, 402,
						Aristotélicien + Autoréf
	413					
						Aristotélicien
						394

Gp. 20

521, 526, 535						
					Découverte/curiosité	Inclassable
524, 527, 532, 533,	519, 520, 523, 529,	518,	522		530, 536	
						Aristotélicien + Autoréf
	525					
						Aristotélicien
		534				528

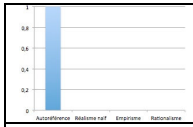
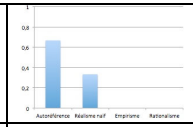
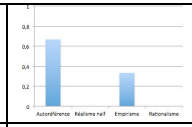
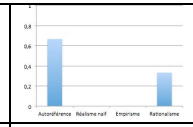
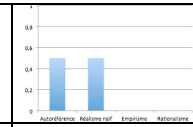
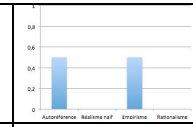
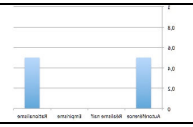
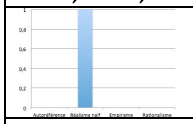
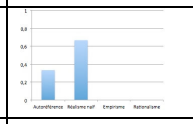
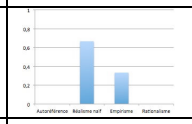
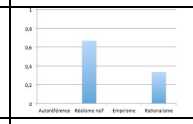
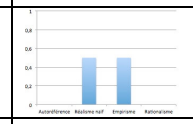
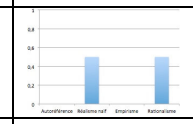
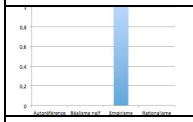
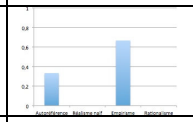
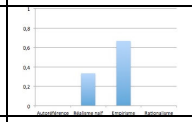
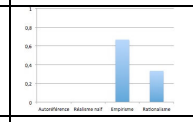
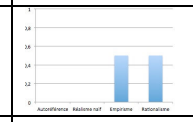
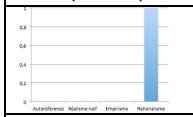
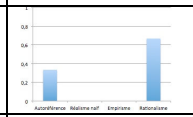
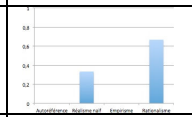
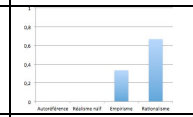
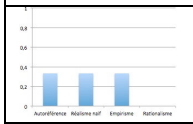
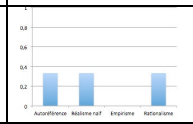
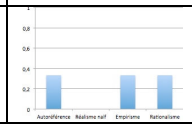
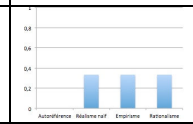
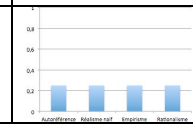
Gp. 21

555			557			
					Découverte/curiosité	Inclassable
537, 538, 540, 541, 542, 544, 545, 547, 548, 549, 550, 551, 554, 559				546		552, 558
						Aristotélicien + Autoréf
539,						556
						Aristotélicien
						553

Gp. 22

565		568,			571	
					Découverte/curiosité	Inclassable
561, 562, 563, 564, 567, 572, 574	566					569, 573
						Aristotélicien + Autoréf
						560
						Aristotélicien
		570				

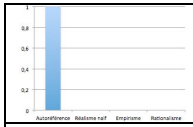
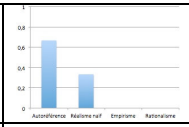
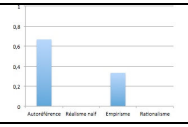
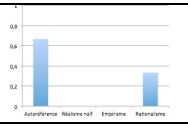
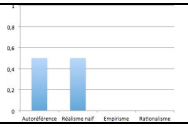
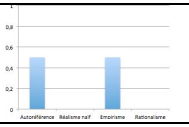
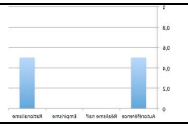
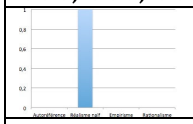
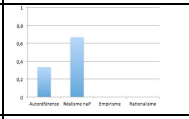
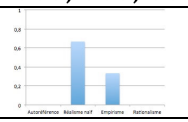
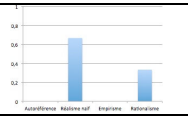
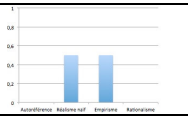
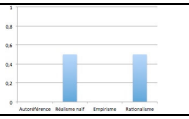
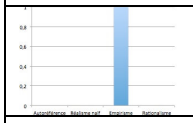
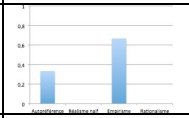
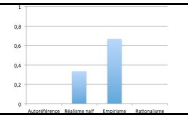
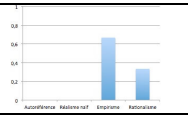
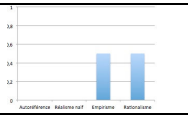
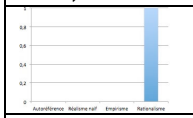
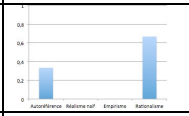
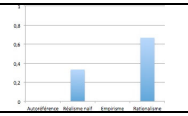
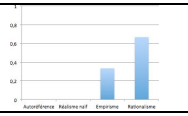
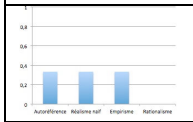
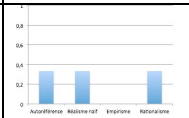
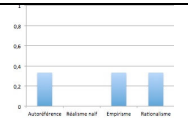
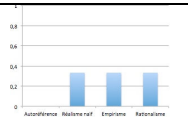
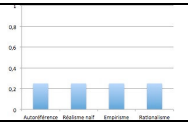
Gp. 23

						
577, 579, 582, 585, 587, 588, 590, 591, 593						
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
576, 578, 580, 581, 583, 586, 589, 592,	575, 584			594	595	
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

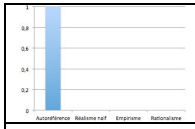
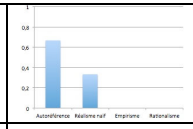
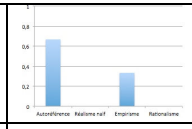
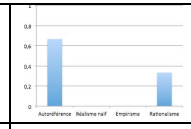
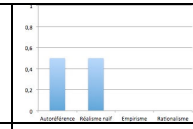
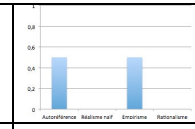
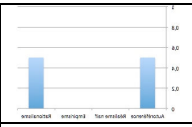
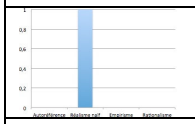
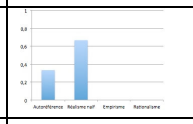
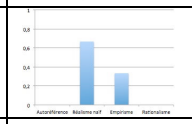
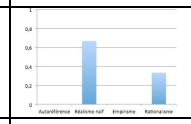
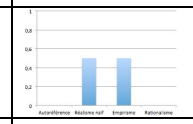
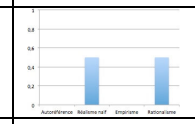
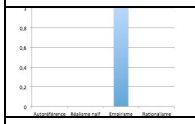
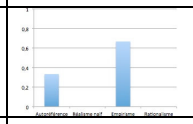
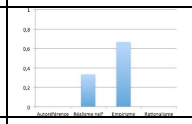
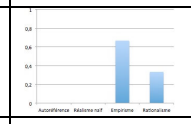
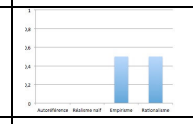
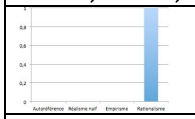
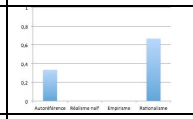
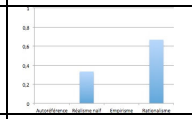
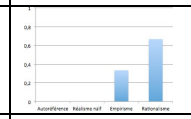
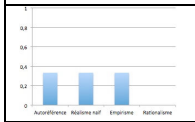
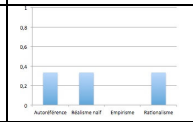
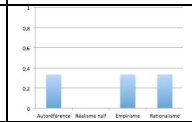
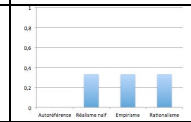
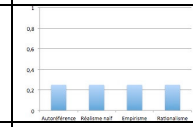
Gp.26

634, 637, 640, 644, 651		648, 654				
636 647						
					Découverte/curiosité	Inclassable
635, 638, 639, 641, 643, 646, 649, 650, 652, 653, 655	642			645		,
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

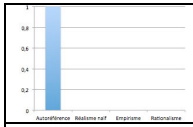
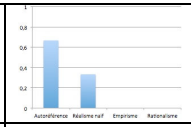
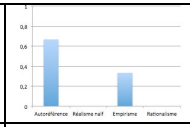
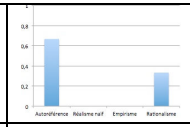
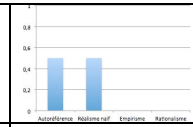
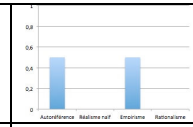
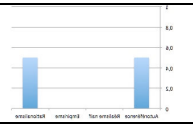
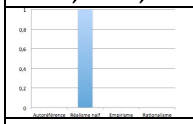
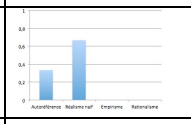
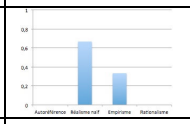
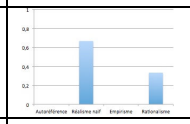
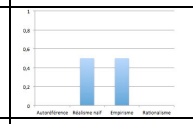
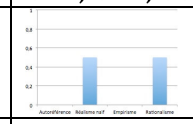
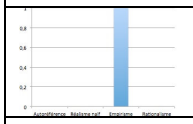
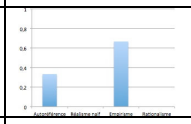
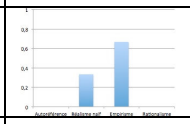
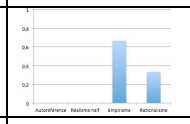
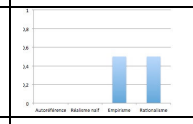
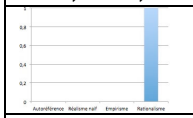
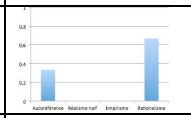
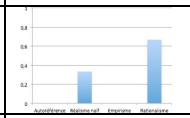
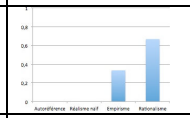
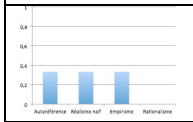
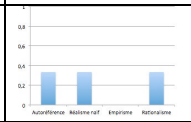
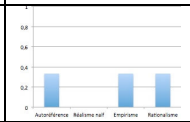
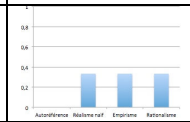
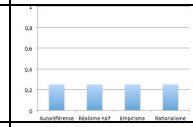
Gp. 27

						
658, 660, 666		663, 665, 669				
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
659, 664, 667, 668, 670						656
						Aristotélicien + Autoréf
						657
						Aristotélicien
						662

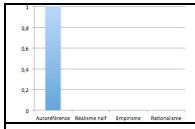
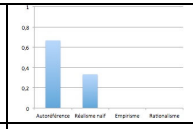
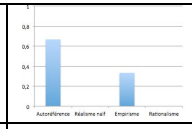
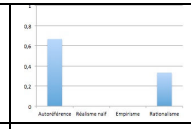
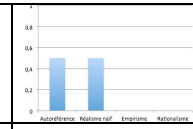
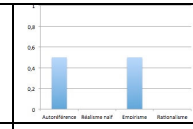
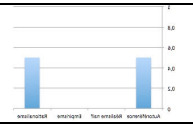
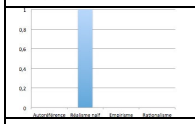
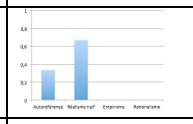
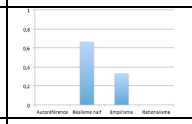
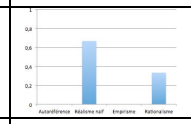
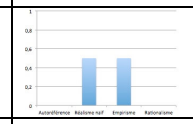
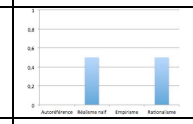
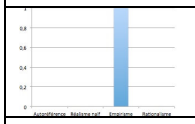
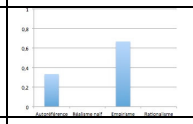
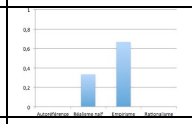
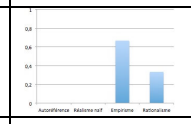
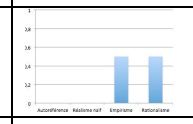
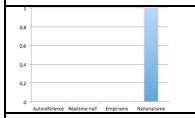
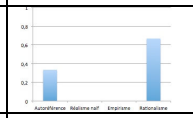
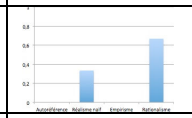
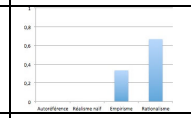
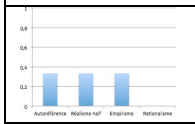
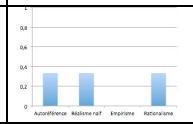
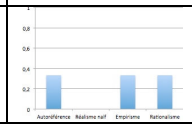
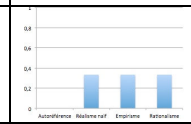
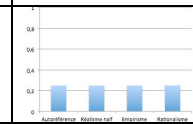
Gp. 29

						
		1123				
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
1117, 1121, 1125	1122	1120				
						Aristotélicien + Autoréf
						1119, 1124
						Aristotélicien
						1116, 1118,

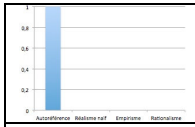
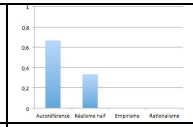
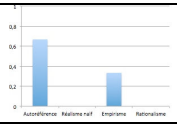
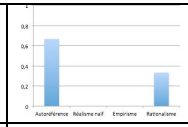
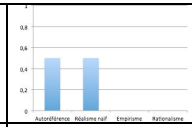
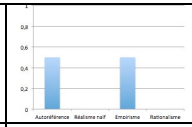
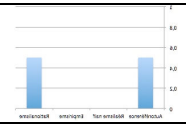
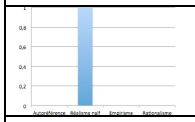
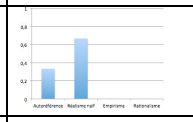
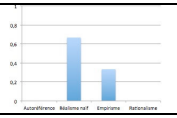
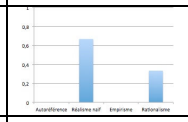
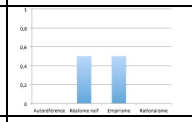
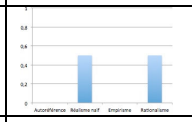
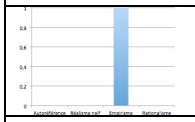
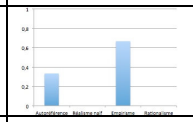
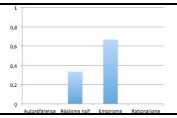
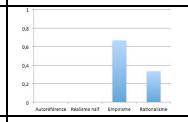
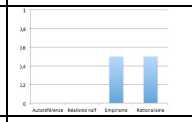
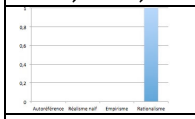
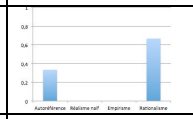
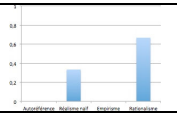
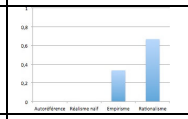
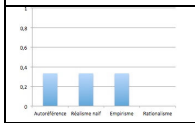
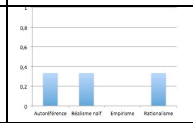
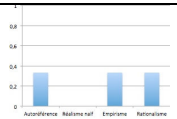
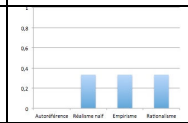
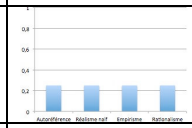
Gp. 32

						
823, 830,					824, 829, 835	
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
822, 828, 831, 832, 833,	834					825, 827
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

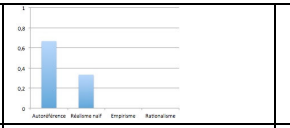
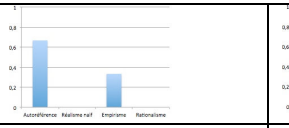
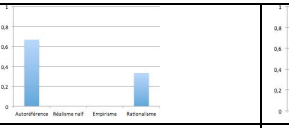
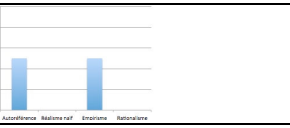
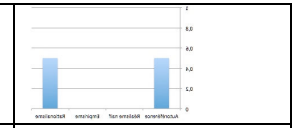
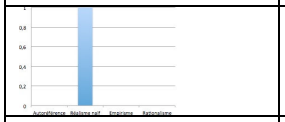
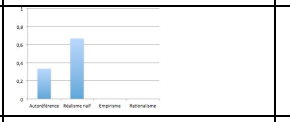
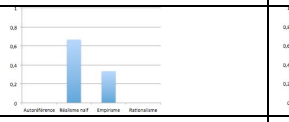
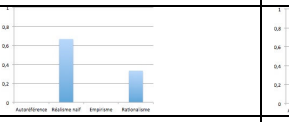
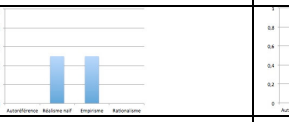
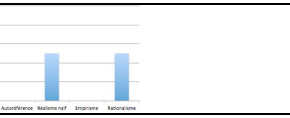
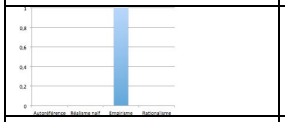
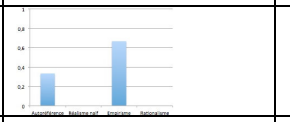
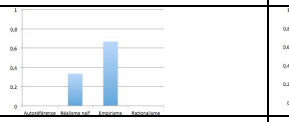
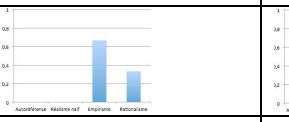
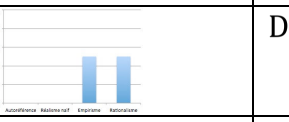
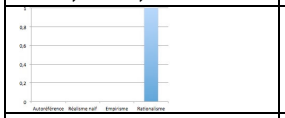
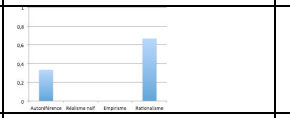
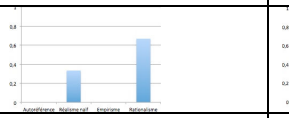
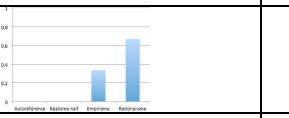
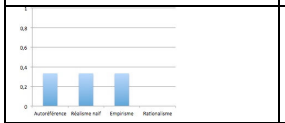
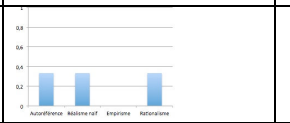
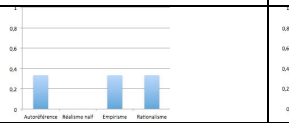
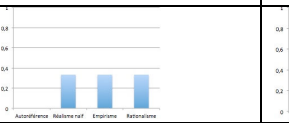
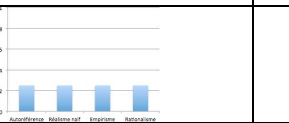
Gp. 33

						
838						
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
839, 841, 843, 845, 846, 848, 849	837, 844, 847,			840, 842,		
						Aristotélicien + Autoréf
836						
						Aristotélicien

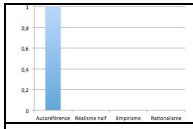
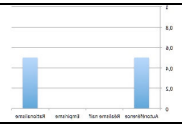
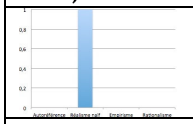
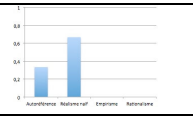
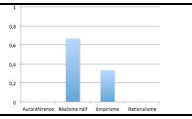
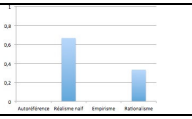
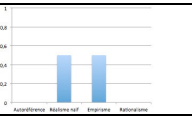
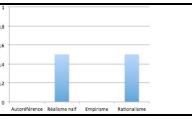
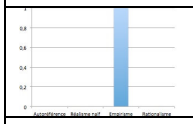
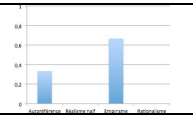
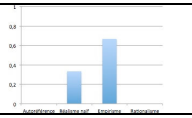
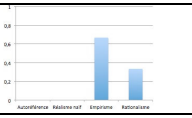
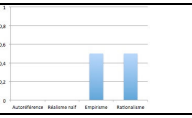
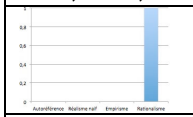
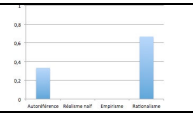
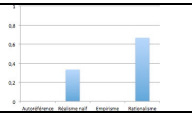
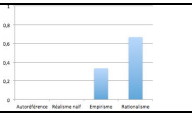
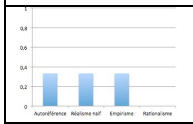
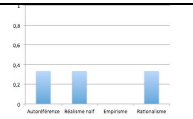
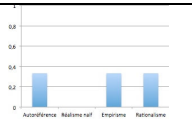
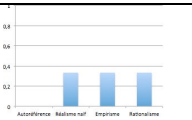
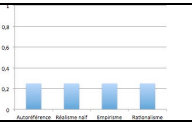
Gp. 34

						
850, 853, 866		852, 860, 862, 865				
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
851, 854, 855, 857, 858, 859, 863, 864,						
						Aristotélicien + Autoréf
			861			
						Aristotélicien

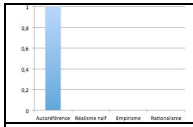
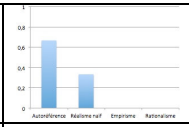
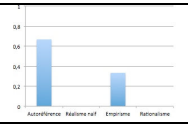
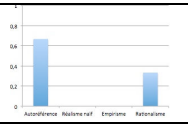
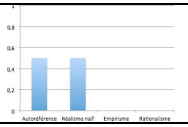
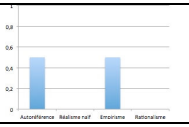
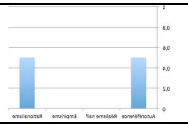
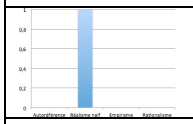
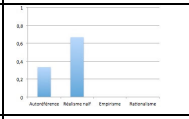
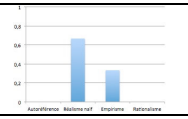
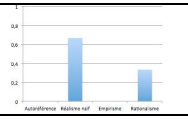
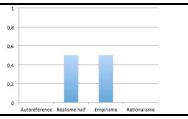
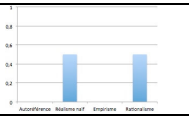
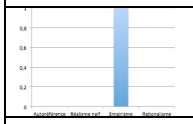
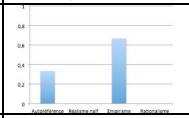
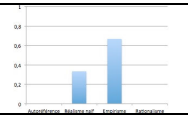
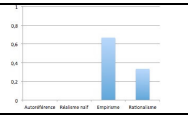
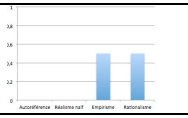
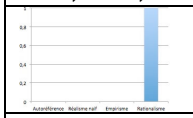
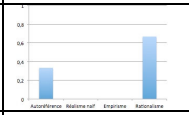
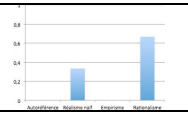
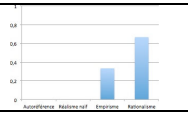
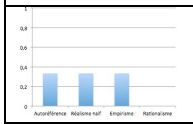
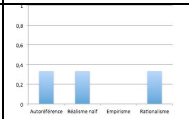
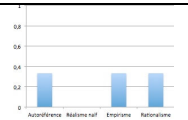
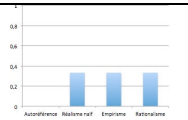
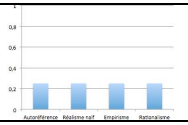
Gp. 35

						
874					872	
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
867, 869, 871, 873, 875,	870,					868, 876
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

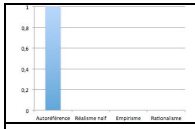
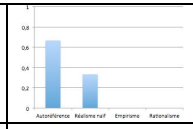
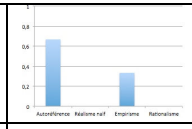
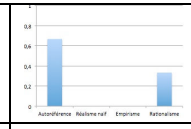
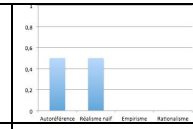
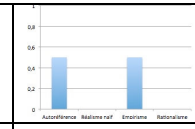
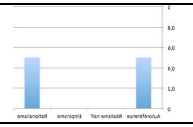
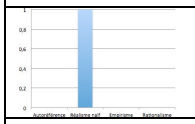
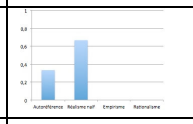
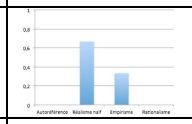
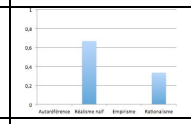
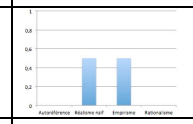
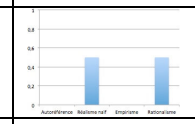
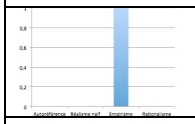
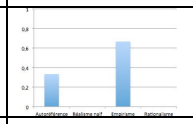
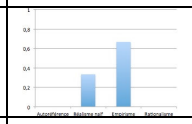
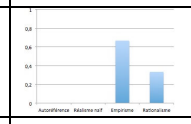
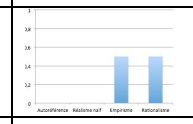
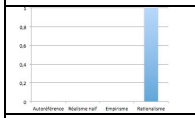
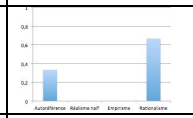
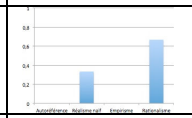
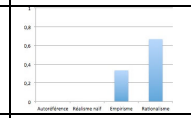
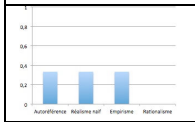
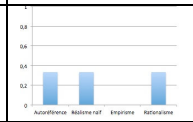
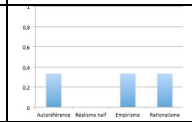
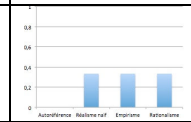
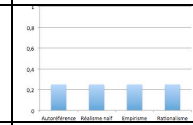
Gp. 36_37

						
879,					899	
						
		878				
					Découverte/curiosité/progrès	Inclassable
877, 880, 882, 884, 885, 887, 888, 890, 891, 892, 893, 894, 896, 897,	886, 895,				889, 898	
						Aristotélicien + Autoréf
						883,
						Aristotélicien
						881

Gp. 38

						
						
	902,					
					Découverte/curiosité	Inclassable
900, 903, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911,	904					
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien
						901

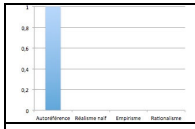
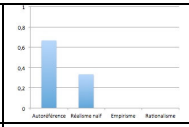
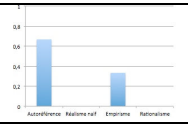
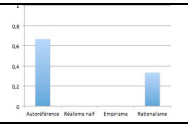
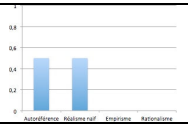
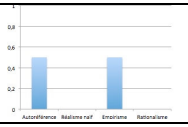
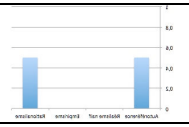
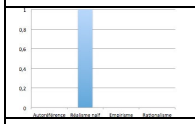
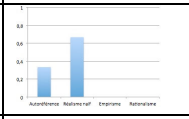
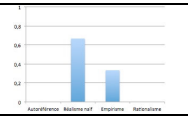
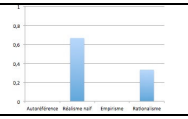
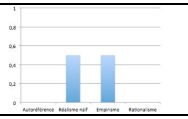
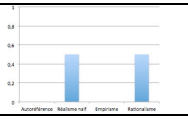
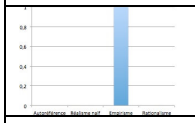
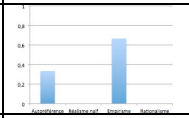
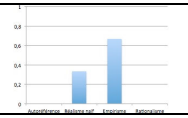
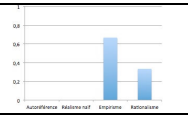
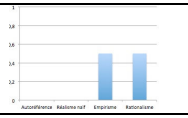
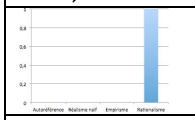
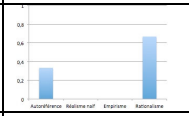
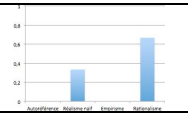
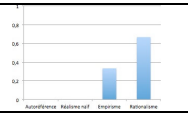
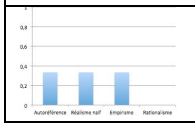
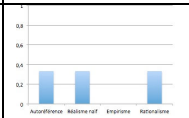
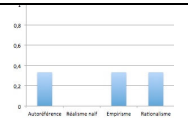
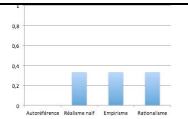
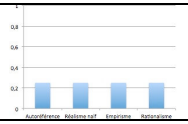
Gp. 45

						
						
949						
					Découverte/curiosité	Inclassable
948, 952, 953, 954						951
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien
						950

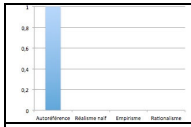
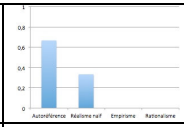
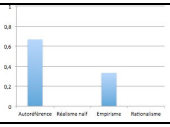
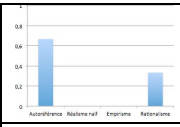
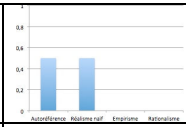
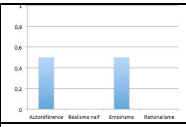
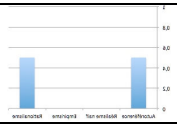
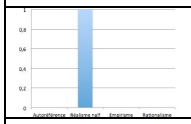
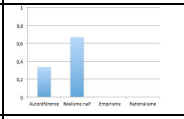
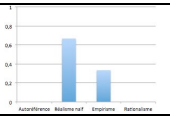
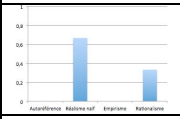
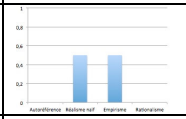
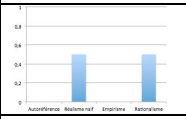
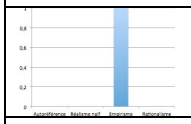
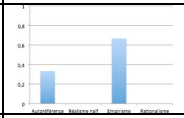
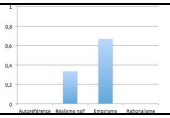
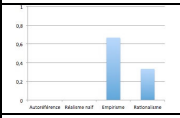
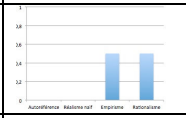
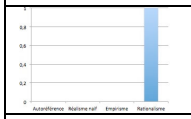
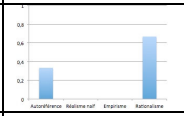
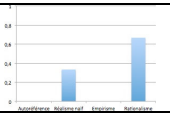
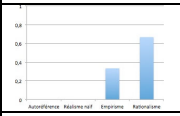
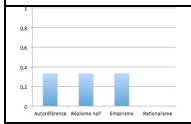
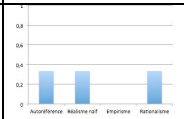
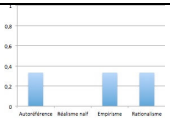
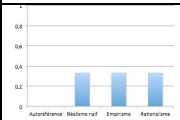
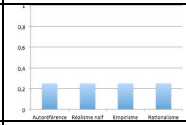
Gp. 50

1147		1146		1139		
					Découverte/curiosité	Inclassable
1142, 1143, 1144, 1149, 1152, 1154, 1155			1140,	1148		1150, 1151
						Aristotélicien + Autoréf
						1153
						Aristotélicien
						1141, 1145

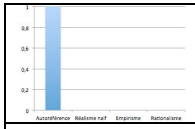
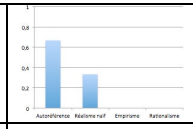
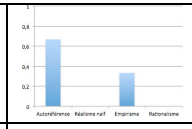
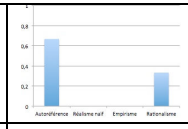
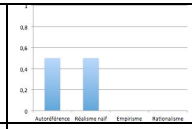
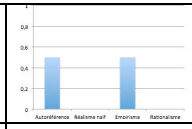
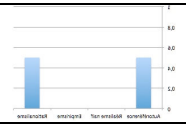
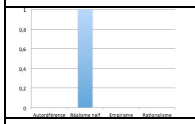
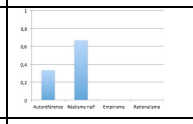
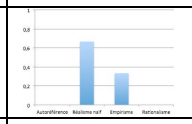
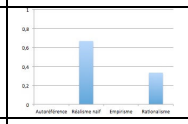
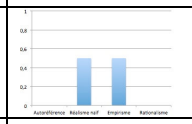
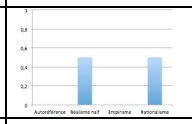
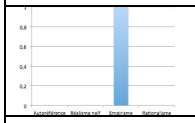
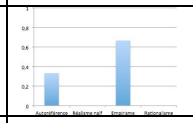
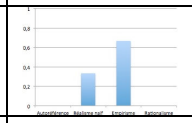
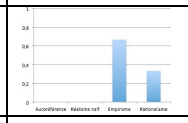
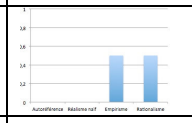
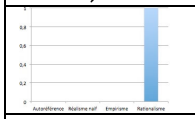
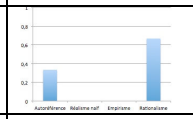
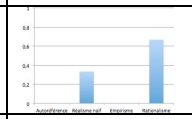
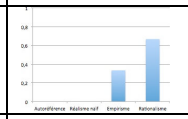
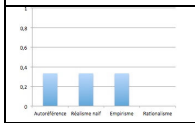
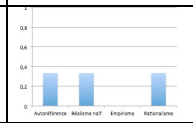
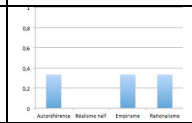
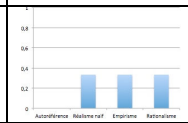
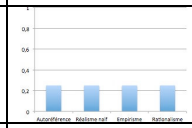
Gp. 52

						
					917	
						
		919				
					Découverte/curiosité	Inclassable
913, 914, 915, 916, 918, 920, 921, 922, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 932, 933, 934, 935, 936	931					923
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

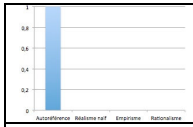
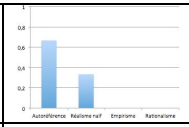
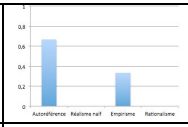
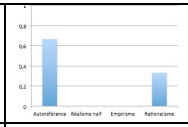
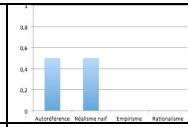
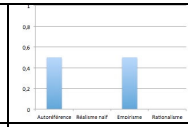
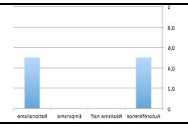
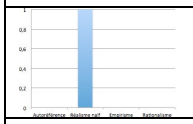
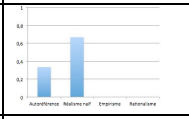
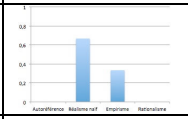
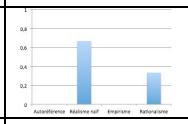
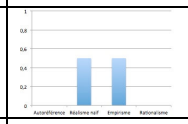
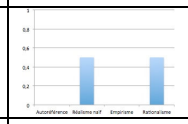
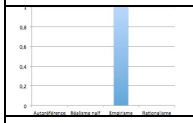
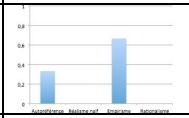
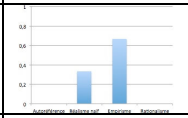
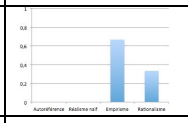
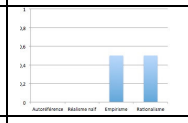
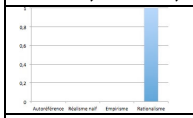
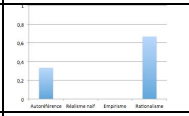
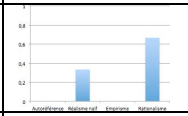
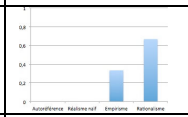
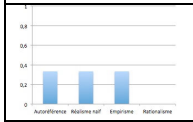
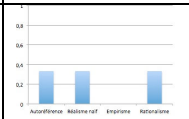
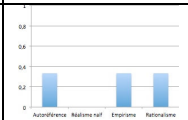
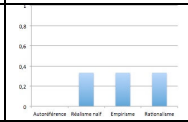
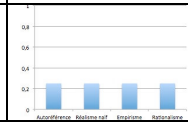
Gp. 54

						
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
956, 957, 959, 961, 962, 963, 965, 966, 967, 968	960				958	
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

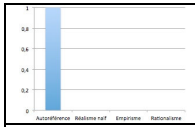
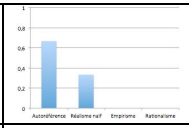
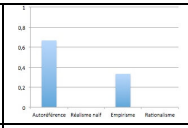
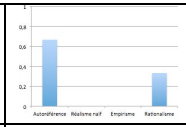
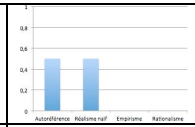
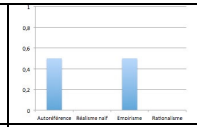
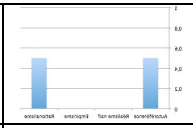
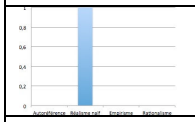
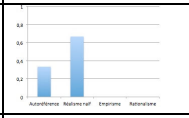
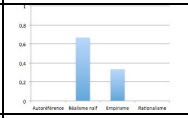
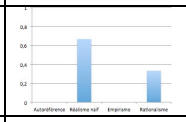
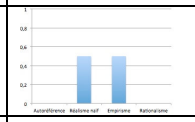
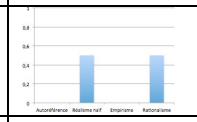
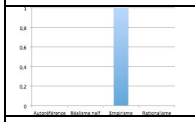
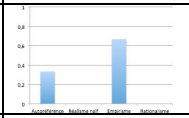
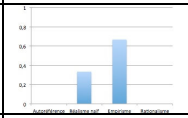
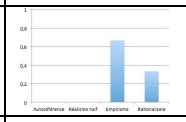
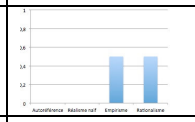
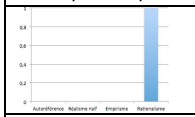
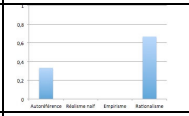
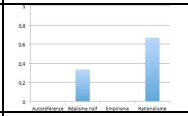
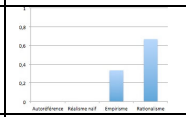
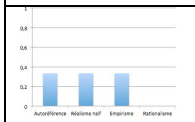
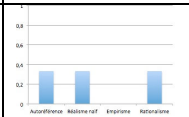
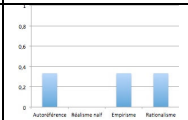
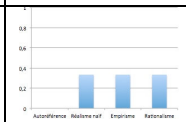
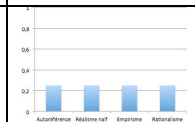
Gp. 58

						
						
		1128				
					Découverte/curiosité	Inclassable
1126, 1127, 1129, 1130, 1131, 1132, 1135, 1136					1134	1137
						Aristotélicien + Autoréf
1138						
						Aristotélicien
						1133

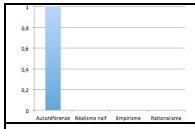
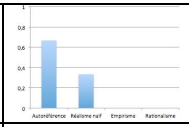
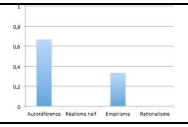
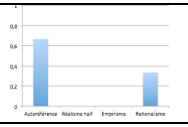
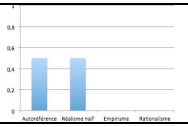
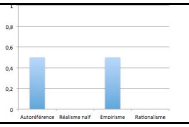
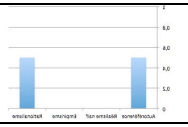
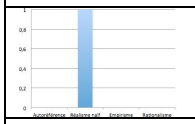
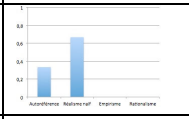
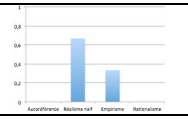
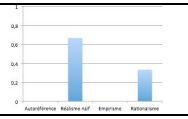
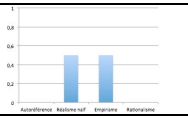
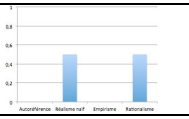
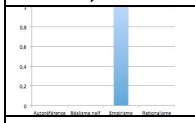
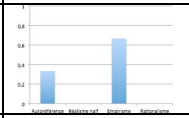
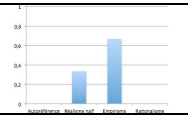
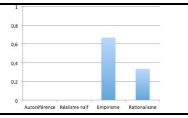
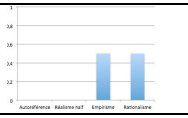
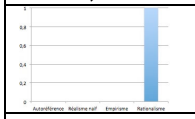
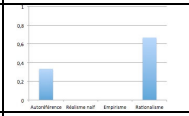
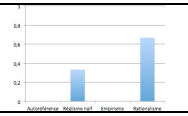
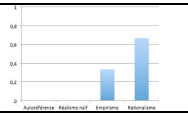
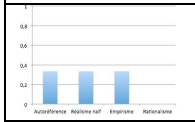
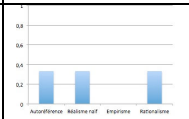
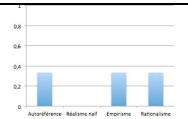
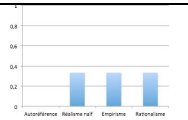
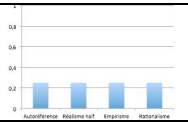
Gp. 62

						
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1112, 1113, 1114	1111, 1115					
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

Gp. 63

						
						
					Découverte/curiosité	Inclassable
969, 970,971, 972, 973, 974, 976, 977, 978, 979, 980, 981						
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien
						975

Gp. 67

						
						
1095,						
					Découverte/curiosité	Inclassable
1088, 1089, 1090, 1091, 1092, 1093, 1094, 1096, 1097, 1098, 1099, 1101			1102		1087, 1100	
						Aristotélicien + Autoréf
						Aristotélicien

ANNEXE 6.C.

LETTRE DE MONSIEUR PÉRIER A MONSIEUR PASCAL LE JEUNE (22 septembre 1648)

Monsieur,

Enfin j'ai fait l'expérience que vous avez si longtemps souhaitée. […]

Je vous en donne ici une ample et fidèle relation, où vous verrez la précision et les soins que j'y ai apportés, auxquels j'ai estimé à propos de joindre encore la présence de personnes aussi savantes qu'irréprochables, afin que la sincérité de leur témoignage ne laissât aucun doute de la certitude de l'expérience.

La journée de samedi dernier 19 de ce mois fut fort inconstante : néanmoins, le temps paraissant assez beau sur les cinq heures du matin, et le sommet du Puy-de-Dôme se montrant à découvert, je me résolus d'y aller pour y faire l'expérience. Pour cet effet, j'en donnai avis à plusieurs personnes de condition de cette ville de Clermont, qui m'avaient prié de les avertir du jour que j'irais, dont quelques-unes sont ecclésiastiques et les autres séculières : entre les ecclésiastiques étaient le T.R.P. Bannier, l'un des Pères Minimes de cette ville, qui a été plusieurs fois correcteur, c'est-à-dire supérieur, et M. Mosnier, chanoine de l'église cathédrale de cette ville ; et entre les séculiers, MM. la Ville et Begon, conseillers en la Cour des Aides, et M. la Porte, docteur en médecine et la professant ici, toutes personnes très capables, non seulement en leurs charges, mais encore dans toutes les belles connaissances, avec lesquelles je fus ravi d'exécuter cette belle partie. Nous fûmes donc ce jour-là tous ensemble sur les huit heures du matin dans le jardin des Pères Minimes qui est presque le plus bas lieu de la ville, où fut commencée l'expérience en cette sorte.

Premièrement, je versai dans un vaisseau (*bassine*) seize livres de vif-argent (*mercure*) et ayant pris deux tuyaux de verre de pareille grosseur, et longs de quatre pieds chacun, scellés hermétiquement par un bout et ouverts par l'autre, je fis en chacun de ceux-ci l'expérience ordinaire du vide dans ce même vaisseau, et ayant approché et joint les deux tuyaux l'un contre l'autre sans les tirer hors de leur vaisseau, il se trouva que le vif-argent qui était resté en chacun deux était à même niveau, et qu'il y en avait en chacun, au-dessus de la superficie de celui du vaisseau, vingt-six pouces trois lignes et demie. Je refis cette expérience dans ce même lieu, dans les deux mêmes tuyaux, avec le même vif argent et dans le même vaisseau deux autres fois il se trouva toujours que le vif-argent des deux tuyaux était à même niveau et en la même hauteur que la première fois. Cela fait, j'arrêtai à demeure l'un de ces deux tuyaux sur son vaisseau en expérience continuelle. Je marquai au verre la hauteur du vif-argent, et, ayant laissé ce tuyau en sa même place, je priai le R.P. Chastin, l'un des religieux de la maison, homme aussi pieux que capable, et qui raisonne très bien en ces matières, de prendre la peine d'y observer, de moment en moment, pendant toute la journée, s'il y arriverait du changement. Et avec l'autre tuyau, et une partie de ce même vif-argent, je fus, avec tous ces Messieurs, faire les mêmes expériences au haut du Puy-de-Dôme, élevé au-dessus des Minimes environ de 500 toises, où il se trouva qu'il ne resta plus dans ce tuyau que la hauteur de vingt-trois pouces deux lignes de vif-argent, au lieu qu'il s'en était trouvé aux Minimes, dans ce même tuyau, la hauteur de 26 pouces 3 lignes et demie, et ainsi, entre les hauteurs du vif-argent de ces deux expériences, il y eut trois pouces une ligne et demie de différence ce qui nous ravit tous d'admiration et d'étonnement, et nous surprit de telle sorte, que, pour notre satisfaction propre, nous voulûmes la répéter. C'est pourquoi je la fis encore cinq autres fois très exactement, en divers endroits du sommet, de la montagne, tantôt à couvert dans la petite chapelle qui y est, tantôt à découvert, tantôt à l'abri, tantôt au vent, tantôt au beau temps, tantôt pendant la pluie et les brouillards qui nous y venaient voir parfois, ayant à chaque fois purgé soigneusement d'air le tuyau il s'est toujours trouvé la même hauteur de vif-argent de 23 pouces 2 lignes, qui font les 3 pouces une ligne et demie de différence d'avec les vingt-six pouces trois lignes et demie qui s'étaient trouvés aux Minimes. Ce qui nous satisfît pleinement.

Après, en descendant la montagne, je refis en chemin la même expérience, toujours avec le même tuyau le même vif-argent et le même vaisseau, en un lieu appelé La Font de l'Arbre, beaucoup au-dessus des Minimes, mais beaucoup plus au-dessous du sommet de la montagne ; et là je trouvai que la hauteur du vif-argent resté dans le tuyau était de 25 pouces. Je la refis une seconde fois en ce même lieu, et le dit sieur Mosnier un des ci-devant nommés, eut la curiosité de la faire lui même: il la fit donc aussi en ce même lieu, et il se trouva toujours la même hauteur de vingt-cinq pouces, qui est moindre, que celle qui s'était trouvée aux Minimes, d'un pouce trois lignes et demie, et plus grande que celle que nous venions de trouver au haut du Puy-de-Dôme d'un pouce 10 lignes et demie ce qui n'augmentait pas peu notre satisfaction, voyant la hauteur du vif-argent se diminuer suivant la hauteur des lieux.

Enfin, étant revenus aux Minimes, j'y trouvai le vaisseau que j'avais laissé en expérience continuelle, en la même hauteur où je l'avais laissé, de 26 pouces trois lignes et demie, à laquelle hauteur le R.P. Chastin, qui y était demeuré pour l'observation, nous rapporta n'être arrivé aucun changement pendant toute la journée, quoique le temps eût été fort inconstant, tantôt serein, tantôt pluvieux, tantôt plein de brouillard, et tantôt venteux.

J'y refis l'expérience avec le tuyau que j'avais porté au Puy-de-Dôme, et dans le vaisseau où était le tuyau en expérience continuelle ; je trouvai que le vif-argent était en même niveau dans ces deux tuyaux, et à la même hauteur de 26 pouces trois lignes et demie, comme il s'était trouvé le matin dans ce même tuyau, et comme il était demeuré durant tout le jour dans le tuyau en expérience continuelle.

Je la répétai encore pour la dernière fois, non seulement dans le même tuyau où je l'avais faite sur le Puy-de-Dôme, mais encore avec le même vif argent et dans le même vaisseau que j'y avait porté, et je trouvai toujours le vif-argent à la même hauteur de 26 pouces 3 lignes et demie, qui s'y était trouvée le matin. Ce qui nous acheva de continuer dans la certitude de l'expérience.

Le lendemain, le T.RP de la Mare prêtre de l'Oratoire et Théologal de l'église cathédrale, qui avait été présent à ce qui s'était passé le matin du jour précédent dans le jardin des Minimes, et à qui j'avais rapporté ce qui était arrivé au Puy-de-Dôme, me proposa de faire la même expérience au pied et sur le haut de la plus haute des tours de Notre-Dame de Clermont, pour éprouver s'il y arriverait de la différence. Pour satisfaire à la curiosité d'un homme de si grand mérite, et qui a donné à toute la France des preuves de sa capacité, je fis le même jour l'expérience ordinaire du vide, en une maison particulière qui est au plus haut lieu de la ville, élevée par-dessus le jardin des Minimes de six ou sept toises, et à niveau du pied de la tour : nous y trouvâmes le vif-argent à la hauteur d'environ 26 pouces 3 lignes, qui est moindre, que celle qui s'était trouvée aux Minimes d'environ une demi-ligne.

Ensuite je la fis sur le haut de la même tour, élevée par dessus son pied de 20 toises, et par jardin des Minimes d'environ 26 ou 27 toises ; j'y trouvai le vif-argent à la hauteur d'environ 26 pouces une ligne, qui est moindre que celle qui s'était trouvée au pied de la tour d'environ 2 lignes, et que celle qui s'était trouvée aux Minimes d'environ 2 lignes et demie.

De sorte que, pour reprendre et comparer ensemble les différentes élévations des lieux, où les expériences ont été faites, avec les diverses hauteurs du vif-argent qui est resté dans les tuyaux, il se trouve qu'en l'expérience faite au plus bas lieu, le vif-argent restait à la hauteur de 26 pouces 3 lignes et demie. En celle qui a été faite en un lieu élevé au-dessus du plus bas d'environ 27 toises, le vif-argent s'est trouvé à la hauteur de 26 pouces une ligne. En celle qui a été faite en un lieu élevé au-dessus du plus bas d'environ 150 toises, le vif-argent s'est trouvé à la hauteur de 25 pouces. En celle qui a été faite en un lieu élevé au-dessus du plus bas d'environ 500 toises, le vif-argent s'est trouvé à la hauteur de 23 pouces 2 lignes. Et partant il se trouve qu'environ sept toises d'élévation donnent de différence en la hauteur du vif-argent une demi-ligne. Environ 27 toises : 2 lignes et demie. Environ 150 toises : quinze lignes et demie, qui font un pouce 3 lignes et demie. Et environ 500 toises: 37 lignes et demie, qui font 3 pouces une ligne et demie.

Voilà au vrai tout ce qui s'est passé en cette expérience, dont tous ces Messieurs qui y ont assisté, vous signeront la relation quand vous le désirerez.

Au reste, j'ai à vous dire que les hauteurs du vif-argent ont été prises fort exactement : mais celles des lieux où les expériences ont été faites l'ont été bien moins.

Si j'avais eu assez de loisir et de commodité, je les aurais mesurées avec plus de précision, et j'aurais même marqué des endroits en la montagne de cent en cent toises, en chacun desquels j'aurais fait l'expérience, et marqué les différence qui se seraient trouvées à la hauteur du vif-argent en chacune de ces stations, pour vous donner au juste la différence qu'auraient produite les premières cent toises, celles qu'auraient donnée les secondes cent toises, et ainsi des autres ; ce qui pourrait servir pour en dresser une table, dans la continuation de laquelle ceux qui voudraient se donner la peine de le faire pourraient peut-être arriver à la parfaite connaissance de la juste grandeur du diamètre de toute la sphère de l'air.

Je ne désespère pas de vous envoyer quelque jour ces différences de cent en cent toises, autant pour notre satisfaction que pour l'utilité que le public pourra recevoir.

Si vous trouvez quelques obscurités dans ce récit, je pourrai vous en éclaircir de vive voix dans peu de jours, tant sur le point de faire un petit voyage à Paris où je vous assurerai que je suis.

Monsieur,

Votre très humble et très affectionné serviteur,

Périer -

Clermont, ce 22 septembre 1648

ANNEXE 6.D.

Transcription du Cours PE1 2009-2010, groupe 2

La formation a été réalisée à l'IUFM de Nice, centre Stephen Liégeard, avec un public d'étudiants préparant le concours CRPE et bénéficiant de 24h de formation.

Contenu du cours :

— questionnement initial sur ce qui distingue science et non-science
— travail sur les ombres, la taille des ombres (D.I.), leur parallélisme (utilisation de l'histoire d'Eratosthène), notion d'ombre et de pénombre (cf. Annexe 2.A., séquences E-01, E-02 & E-03).
— cours d'optique
— cours d'astronomie (D.I.) : jour/nuit, alternance des saisons, cycle de la Lune et face cachée (utilisation de l'image de Manchu, cf. Annexe 2.B.).
— travail sur l'air (D.I., cf. Annexe 2.A., séquence E-07), notion de pression
— cours sur la matière, changement d'état de l'eau (D.I., cf. Annexe 2.A., séquences E-04, E-05 & E-06)
— équilibre thermique et échanges thermiques (D.I.)
— travail sur les balances et leviers (D.I., cf. Annexe 2.A., séquences E-13 & E-14) et mise en place du vocabulaire

1		(Les élèves ont répondu à un questionnaire et à la question « dessine-toi, toi et ton ombre au soleil »)
2	E	C'est la première séance. Ceux qui ont fini, vous allez pouvoir venir déposer vos feuilles sur la table ici et on va regarder les dessins que les uns et les autres ont fait.
3		(Ramassage des feuilles)
4	E	Il va falloir que vous vous leviez quand même car il va falloir que tous on les regarde.
5		(Tous les élèves se lèvent pour rejoindre la table)
6		(Tout le monde est réuni autour des dessins)
7	E	Regardez-moi tout ça de près. Vous devez me trouver les différences entre les dessins. Qu'est-ce qui est pareil, qu'est-ce qui ne l'est pas ?
8	P1	Il y a des ombres, il y en a certains, ça fait que des traits, alors que ceux là bas ils ont des détails.
9	E	Oui, on peut faire un premier tri comme ça. Il y en a « c'est que des traits « et il y en a « c'est un petit bonhomme comme la personne représentée sur le dessin ».
10	P2	Il y a les ombres qui sont rattachées aux personnages ou pas.
11	P3	Il y en a qui sont bien verticales et d'autres qui sont penchées.
12	E	Il y en a qui sont bien verticales et d'autres penchées.
13	P4	Il y a certaines ombres qui sont plus grandes.
14	E	Est-ce qu'une ombre est forcément grande ?
15	P5	Il y a en certains (de dessins) qui ont des plans comme ces deux là.
16	P6	Certains ont des rayons et d'autres non.
17	E	Oui, et au niveau des rayons ?
18	P7	Des fois il n'y en a qu'un et des fois il y en a plusieurs.
19	E	Qu'est-ce qu'on peut dire d'autre sur les ombres ? Si je regarde les rayons ici et les rayons ici.
20	P8	Il y a des rayons qui ont l'air parallèles et d'autres non.
21	E	Il y en a qui ont fait des rayons parallèles et d'autres non. Qu'est-ce qu'il y a d'autre comme différence ?

22		(Silence)
23	E	Je vois une ombre ici qui est quasiment à la verticale et la plupart du temps, on voit des ombres qui sont penchées. Au niveau des représentations, il y en a qui ont fait des représentations dans un plan et d'autres qui ont essayé de faire une représentation dans l'espace. Est-ce qu'il y a des choses qui ne sont pas compatibles entre elles ? Vous m'avez dit par exemple, qu'il y avait des ombres qui étaient attachées et d'autres qui ne l'étaient pas. Est-ce qu'on peut avoir les deux en même temps ?
24	P2	Non.
25	P5	C'est forcément attaché.
26	E	Comment vous faites pour le savoir ?
27	P5	Quand on fait l'expérience.
28	E	D'accord. Si on va dehors et qu'on regarde, vous pensez que les ombres sont attachées à vos pieds ? Est-ce qu'il y a des moments où elles ne sont pas attachées à vos pieds ?
29	P6	Si c'est reflété sur un mur et pas sur le sol.
30	E	Si vous avez une ombre sur un mur, est-ce que vus pieds sont attachés à l'ombre ?
31	P7-P8	Ben si.
32	P6	Mais quand on fait les ombres chinoises par exemple, ce n'est pas attaché.
33	P9	Quand on est dans un avion par exemple, l'ombre de l'avion n'est pas attachée à l'avion.
34	E	Oui. L'ombre d'un nuage n'est pas attachée à un nuage.
35	P5	Ce qui est en l'air en fait.
36	E	Voilà, si on veut détacher l'ombre de ses pieds, si on saute en l'air, on aura notre ombre détachée de nos pieds a priori. Si on est posé sur le sol, notre ombre est attachée à nos pieds. On ira voir.
37	P6	C'est parce que je pensais aux ombres chinoises.
38	E	Vous regarderez ce qui se passe avec une ombre chinoise. Ça c'est une première chose, on voit des choses collées aux pieds et d'autres non. Avec les enfants, c'est la même chose, il y a pas mal d'enfants qui détachent les ombres des pieds et ils font autre chose aussi. Leurs ombres rigolent comme le personnage. Donc on va dehors pour vérifier que notre ombre est sombre et qu'on ne voit pas son sourire. Après les rayons du Soleil, ils y en a qui m'ont fait des dessins avec des rayons parallèles et d'autres qui m'ont fait des dessins avec des rayons pas parallèles. Est-ce qu'on peut avoir les deux en même temps ou pas ?
39	P1	Non.
40	E	il y aura peut être quelque chose à vérifier. Qu'est-ce que vous en pensez ?
41	P10	Ce n'est pas forcément dans tous les sens donc ça ne peut pas être parallèle.
42	P11	Si, ça dépend de la source lumineuse.
43	E	Ici, on est avec le Soleil. C'est dans tous les sens ?
44	P4	Non.
45	E	Pourquoi non ?
46	P4	Parce que les rayons sont parallèles.
47	E	Comment vous le savez ?
48	P4	Je ne sais pas.
49	E	Il y en a plusieurs qui ont fait des rayons parallèles. Est-ce que ça a été fait comme ça parce que c'était plus facile ? Vous vous êtes convaincus que les rayons du Soleil nous arrivent parallèles ?
50	P4	On me l'a toujours dit donc.
51	E	Donc on vous l'a dit.
52	P4	Oui.
53	E	Ici, nous sommes en train de faire un brainstorming. On est en train de mettre en place les choses. Donc vous vous êtes convaincus que les rayons du Soleil sont parallèles car on vous l'a dit.
54	P4	Après ça dépend de certaines situations. Quand on est vraiment éloigné du Soleil comme nous sur la Terre, c'est à une grande échelle. Ça dépend à quelle échelle on regarde, si c'est à l'échelle générale et qu'on regarde par rapport aux niveaux des planètes et que si maintenant on regarde comme ça sur un plan général et qu'on veut se mettre absolument à notre échelle peut être que là, ce n'est pas parallèle. Je ne sais pas comment expliquer. Vous expliquerez mieux que moi.

55	E	Moi je n'explique pas, je vous embête en vous posant des questions. Vous qui me disiez que les rayons partaient dans tous les sens...
56	P10	Moi je pense aussi qu'ils sont parallèles.
57	E	Ah bon ? Pourquoi ?
58	P10	Ben pareil.
59	E	C'est à dire ?
60	P10	On me l'a dit.
61	E	Ok. Donc ceux qui me disent dans l'autre sens, pourquoi « pas parallèles » ? Pourquoi ça part dans tous les sens ?
62	P8	Parce que le Soleil est sphérique
63	E	Le Soleil est une boule donc une boule ça illumine dans toutes les directions.
64	P8	Oui.
65	E	Il faudra voir comment on va régler ce problème mais on ne va pas le faire de suite. Quelles différences vous faites entre ce dessin et celui-ci ?
66	P11	Au niveau de la position de l'ombre.
67	E	C'est à dire ?
68	P11	L'angle n'est pas le même.
69	E	D'accord.
70	P12	L'angle du Soleil aussi. Si on l'a mis plus ou moins haut.
71	E	Oui, on a des tailles d'ombres et des positions d'ombres différentes selon la position de la source lumineuse. Quelles différences vous faites en regardant les rayons et les ombres ?
72	P9	Là, l'ombre a la même taille.
73	E	La même taille, d'ici j'ai du mal à voir. Par contre, quelles associations on a ici et qu'on n'a pas là ?
74	P13	Là il y a l'ombre qui va jusqu'à l'ombre.
75	E	Il y a ?
76	P13	La lumière qui va jusqu'à l'ombre, jusqu'à ses extrémités. Là bas, ils ne la font pas continuer jusqu'à l'ombre.
77	P5	L'ombre n'est pas située dans le prolongement de la lumière.
78	E	Il y en a qui m'ont dessiné des rayons, ça veut dire des traits. Il y en a où les rayons vont jusqu'à l'ombre et d'autres où les rayons ne vont pas jusqu'à l'ombre. Est-ce que vous voyez d'autres différences ?
79		(Silence)
80	E	Bon on a dégagé déjà un certain nombre de choses sur les ombres et maintenant, je vous propose de prolonger le travail en faisant des manipulations. Sur vos tables, vous avez à chaque fois, une source de lumière avec des filtres pour avoir des lumières de trois couleurs différentes et un écran. Ce que je vais vous demander dans un premier temps, par groupe, je vais vous laisser faire ce que vous voulez avec les lumières et j'aimerais que pendant ce temps là, une personne de chaque groupe liste les questions qui apparaissent. Que ça soit les questions où vous avez déjà la réponse comme les questions où vous devez chercher la réponse. Dans un second temps, on va réunir les questions et on va décider tous ensemble des questions sur lesquelles nous allons travailler.
81		Manque une partie d'observation puis de discussion pendant laquelle se dégage une première question : comment faire varier la taille des ombres ainsi que la question comment expliquer la couleur des ombres. Proposition est faite de réaliser des dessins pour rendre compte des observations. (Les groupes d'élèves ont disposé les dessins qu'ils ont pu faire de l'expérience au tableau). Un rapporteur de chaque groupe est allé au tableau pour expliquer son dessin.
82	P10	Ben en fait, on a fait là une première expérience...
83	E	Attendez, attendez, première règle, c'est que tout le monde vous écoute. Quelle était la question qu'on se posait ?
84	P10	Comment faire varier la taille de l'ombre ? Nous, on a fait deux expériences. Une première, ici et une deuxième ici. La première, on a modifié la distance entre la source et l'objet. Donc ici c'était proche et là on l'a éloigné, c'était pour voir comment ça influençait l'ombre. On a vu que plus l'objet est proche, plus ça fait une grande ombre, plus la taille de l'ombre augmente.
85	E	Rapproche de ?

86	P10	La source. Plus l'objet est loin de la source, plus la taille de l'ombre diminue. En augmentant la distance source-objet, la taille de l'ombre diminue. Après, l'autre expérience, c'est en déplaçant l'écran, en le rapprochant de la source ou de l'objet. Dans les deux cas, on a mis l'objet à la même distance et on a rapproché l'écran. En augmentant la distance objet écran, la taille de l'ombre diminue.
87	E	D'accord, ça c'est votre conclusion. Pour vous, il y a deux façons de faire pour modifier la taille de l'ombre. En augmentant la distance source objet, qu'est-ce qui s'est passé pour l'écran ?
88	P10	Il n'a pas bougé.
89	E	Donc vous avez modifié la distance entre la source et l'objet sans changer la distance entre l'objet et l'écran. Et votre deuxième possibilité ?
90	P10	C'est en augmentant la distance objet-écran mais en gardant la même place pour l'objet.
91	E	Et ?
92	P10	La source.
93	E	Merci. Le groupe suivant.
94	P15	Nous on a gardé fixe la source de lumière et l'écran puisqu'on a vu, effectivement, que par rapport à l'objet, que cette distance source-objet et objet-écran peut influencer sur la taille de l'ombre. Nous on a fait le choix de garder fixe ces deux éléments et de faire varier la distance de l'objet par rapport à la source lumineuse ou par rapport à l'écran. On a mis les deux expériences sur le même schéma. Dans un premier temps, on a approché l'objet de la source lumineuse, on a pu voir que ça projetait une grande ombre sur l'écran. Puis on a déplacé l'objet un peu plus loin de la source lumineuse donc plus proche de l'écran et on s'est rendu compte que l'ombre diminuait. On a conclu que plus on éloigne l'objet de la source lumineuse, plus l'ombre sera diminuée.
95	E	Plus on éloigne l'objet de la source lumineuse en gardant l'écran fixe, plus les ombres diminuent. Merci. Au suivant.
96	P5	Donc nous on a pris une source et un écran fixe et on jouait sur la place de l'objet par rapport à la source lumineuse. On a observé qu'en rapprochant l'objet de la source lumineuse, on avait une ombre qui était grande et que si on éloignait l'objet de la source lumineuse, on avait une ombre qui était plus petite.
97	E	D'accord, vous ce que vous avez fait varier c'est la distance source-objet ou objet-écran, ça revient au même dans la mesure où on ne bouge ni la source ni l'écran. Très bien, merci beaucoup. Dernier groupe.
98	P3	Donc, on a imaginé quatre situations dans lesquelles la taille de l'ombre pourrait varier. Dans une première situation, c'est l'objet qui se déplace. La source lumineuse et l'écran sont fixes. L'objet peut être plus ou moins éloigné de la source lumineuse ou de l'écran et donc la taille de l'ombre change. Dans une deuxième situation, la source lumineuse et l'objet sont fixes et c'est l'écran qui se déplace. On voit aussi que la taille de l'ombre change. Dans une troisième situation, tout est fixe sauf la taille de l'objet. Cela fait changer la taille de l'ombre. Quatrième situation, c'est la source lumineuse qui s'éloigne de l'objet et de l'écran qui sont fixes. Ici aussi, la taille de l'ombre change.
99	E	D'accord. Vous avez proposé quatre façons de modifier la taille de l'ombre.
100	P3	Rien ne bouge sauf le paramètre qu'on étudie.
101	E	D'accord. Merci beaucoup. Que pensez vous de ces représentations ? Si on regarde un peu vos différents dessins, est-ce qu'ils sont tous pareils ?
102	P9	Ils sont tous différents.
103	E	Vous voyez ça a aussi un intérêt. Vous êtes une bonne vingtaine, on a fait quatre groupes mais on aurait pu en faire en plus et on peut voir déjà quatre façons différentes de répondre. Si on essaye de regarder un peu ce qui est proche et ce qui est différent d'un dessin à l'autre.
104	P7	Il y en a un qui est vu du dessus.
105	E	Lequel ?
106	P9	Le deuxième et le quatrième.
107	E	Oui il y a des dessins où on a l'impression que c'est un objet et d'autre où c'est un objet qui est prolongé par un trait. Vous m'avez parlé de vue de dessus ?
108	P7	On dirait mais en fait non.
109	E	On dirait mais non, c'est à dire ?
110	P7	Sur le troisième.
111	E	C'est vrai que ça ressemble à une vue de dessus mais en même temps qu'est-ce qui vous

		embête pour dire ça ?
112	P10	Si c'était une vue de profil on aurait le sol.
113	E	Est-ce qu'il y a une vue de profil dans tous ces dessins ?
114	P8	Celui là c'est une vue de coté.
115	E	Oui. On a tout dans un plan. La trace sur l'écran est un trait. Si on avait fait une vue de dessus, ça veut dire que j'ai ma source qui est comme ça et qu'on regarde par ici. Dans le cas d'une vue de dessus, l'écran est représenté par un trait et mon ombre si c'est quelque chose de très fin, c'est un point. Alors est-ce qu'on peut voir l'évolution de la taille de l'ombre en faisant une vue de dessus ?
116	P11	Non.
117	E	Donc ici c'est quoi ? Une vue de profil mais l'écran n'est pas tout à fait de profil. Et ici, qu'est-ce que vous en pensez ?
118	P6	On dirait de la perspective.
119	E	Oui, c'est une tentative de dessin en perspective. Est-ce qu'on voit l'ombre sur ce dessin ? La taille de l'ombre ?
120	P10	Pas vraiment.
121	E	On ne voit pas les ombres.
122	P16	Mais c'est la taille que ça occupe sur l'écran.
123	E	Ah, ce que vous m'avez fait c'est la taille que l'ombre occupe sur l'écran. Vous pouvez nous expliquer comment vous avez fait ça ?
124	P8	En fait c'est de profil mais on a juste dessiné l'écran un peu décalé pour voir le fait que l'ombre soit plus grande ou plus petite.
125	E	D'accord. Alors plus grand ou plus petit, vous voyez vous m'avez fait quelque chose comme ça.
126	P8	Oui mais par rapport à l'objet. Par rapport à l'ombre que ça dessinait sur l'écran.
127	E	Est-ce que vous avez remarqué, quand on disait de faire varier la taille, qu'il y avait non seulement plus grand et plus petit dans cette direction, mais que vous avez aussi plus étroit et plus large. Vous avez noté que les deux allaient ensemble de façon générale. Il faut se mettre d'accord sur ce qu'on regarde. De façon générale vous avez regardé la taille en hauteur.
128	P10	Ça augmente en largeur aussi.
129	E	Oui aussi mais là quand je regarde sur vos dessins...
130	P10	Mais on ne peut pas le voir.
131	E	Ici, par contre on voit que les proportions sont... On voit des choses. Si je regarde ces deux dessins là, qu'est-ce qu'il y a dans l'un qu'il n'y a pas dans l'autre et réciproquement ?
132	P6	Les rayons.
133	E	Dans celui là, effectivement on n'a pas le lien par le jeu des rayons de lumière entre l'objet et l'ombre. Par contre, ici on a des rayons mais on n'a pas vraiment de liens avec la taille de l'ombre. Parmi tous les dessins, lequel pour vous est le plus scientifique ? Et pourquoi ?
134	P17	C'est l'ordre des expériences.
135	E	Dites moi pourquoi.
136	P17	Ben sur certains dessins, c'est clair, il y a des flèches...
137	P9	Oui mais nous c'est plus enfantin.
138	P12	Un dessin prend en compte toutes les situations.
139	E	Est-ce que le dessin a pris en compte toutes les situations ?
140	P16	Non pas la largeur.
141	E	Quand on parle de toutes les situations, on parle de toutes les possibilités. Est-ce que vous diriez que le deuxième dessin est le plus scientifique ?
142	P10	Il manque les rayons.
143	E	Est-ce que le quatrième qui a des rayons est le plus scientifique ?
144	P10	Pas forcément.
145	E	Pourquoi ?
146	P10	On ne voit pas l'ombre.
147	E	Alors vous me dites qu'il faut l'ombre, qu'il faut des rayons.
148	P12	On n'a pas mis les rayons car on voulait rester sur la question qui portait la taille de l'ombre.

149	P16	On voulait bien montrer la différence de taille donc on a minimisé les détails.
150	E	D'accord.
151	P5	Je pense qu'il faudrait peut être faire la distinction entre la qualité scientifique d'une part et puis la qualité didactique pédagogique d'une autre part.
152	E	Alors moi je suis juste sur une question sur qu'est-ce qui est scientifique ? Je parle pour vous, pas pour les enfants. Qu'est-ce qui est important ?
153		(Silence)
154	E	Moi ce qui me tient à cœur par rapport à cela, c'est un peu ce qui a été fait dans le 1 et le 3. je suis d'accord avec vous quand vous me dites que vous avez essentiellement tenté de répondre à la question qui était : qu'est-ce qui influe sur la taille de l'ombre ? Mais c'est pas mal de voir l'association qu'il peut y avoir entre la lumière et l'ombre. En termes de représentation, quand vous allez représenter des choses comme ça, vous allez souvent avoir des difficultés, essayez de choisir une représentation qui est simple. La perspective n'est pas simple. Ça demande une certaine habitude. Privilégiez les vues de dessus ou les vues de profil. Si vous voulez montrer plus de choses vous pouvez faire une vue de face en plus. Est-ce qu'il n'y avait pas encore une autre façon de faire varier la taille de l'ombre ? Faites attention à la formulation, quand vous dites on est proche, c'est toujours par rapport à quelque chose. Autre chose qui permet de faire varier la taille de l'objet, c'est de faire varier l'inclinaison de la source.
155		(E manipule)
156	E	Vous voyez ici on est confronté à une difficulté parce que là, vous, ce que vous regardez, c'est sur un écran. Vous ne vous êtes pas trop posés la question sauf que là si j'incline beaucoup, mon ombre n'est plus sur l'écran. Est-ce que je n'ai plus d'ombre ?
157	P10	Si mais elle est sur la table.
158	E	Oui et ça, ça doit peut-être répondre à votre question de tout à l'heure : Quand je regarde sur un écran, est-ce que mon ombre est attachée à mes pieds ou pas ? Cela permet de mettre en place du vocabulaire. Sur un écran ou une surface, l'ombre qui apparaît est l'ombre portée. Elle est portée sur quelque chose. Il y a une partie de l'objet-même qui ne reçoit pas la lumière, cette partie s'appelle l'ombre propre. Vous voyez bien si je mets ma main, il y a un endroit de ma main où il n'y a pas de lumière. Ici là, tout le long, il y a une zone où il n'y a pas de lumière. On va visualiser cette zone et on peut utiliser des petits fils. On peut voir une zone qui ne reçoit pas de lumière, on appelle cette zone : la zone d'ombre. C'est des définitions.
159		Interruption de la transcription, question portant sur la nature de la lumière et l'origine des couleurs (Les élèves observent la lumière avec le spectroscope)
160	E	Vous avez vu ?
161	P8	Oui.
162	E	La lumière du Soleil a à peu près toutes les couleurs. Elle a une infinité de couleurs. Notre œil voit du rouge au violet. Quand on va plus loin dans le rouge et qu'on ne voit plus rien, c'est les infra rouges et puis du coté du violet quand on voit plus rien, c'est les ultra-violets. Cela c'est les compétences de notre œil. On appelle cela les couleurs visibles. Vous avez vu aussi que le néon qui nous semble blanc est lui aussi composé de pas mal de couleurs mais il y a des endroits où il manque des choses. Le néon n'est pas un Soleil, c'est pour cela que la lumière blanche du néon n'est pas la même que la lumière du Soleil. Question pour vous, si je ferme tout, que j'allume et que je regarde le jaune que j'ai là, qu'est-ce que je vois avec le spectroscope ?
163	P1	Du rouge et du jaune.
164	E	Vous avez vu dans ce qu'on voit en regardant le Soleil, il y a du jaune. Vous voyez que le jaune de dehors et le jaune d'ici, ce n'est pas le même. On a le jaune qui correspond à une longueur d'onde, c'est comme ça qu'on repère les choses en physique. On pourrait dire une couleur donnée mais vous voyiez qu'ici, ça ne colle pas. Je vois du jaune ici aussi mais ce n'est pas le même jaune que celui de la lumière du Soleil. Ici c'est du vert et du rouge mais il y a des choses qui se passent dans mon cerveau qui font que je vois du jaune. Notre œil est composé de trois types de cônes, un cône qui est sensible au rouge, un au vert et un au bleu. Suivant la façon dont on reçoit ces différentes lumières, on voit plus ou moins certaines couleurs. C'est de la biologie. Quand vous regardez sur votre écran avec votre spectroscope et que vous pointez ici, qu'est-ce que vous voyez ?
165	P2	On voit la lumière devant la source.
166	E	Attendez je vais la cacher.
167	P2	Je vois du rouge et du vert.
168		(Les élèves viennent tous voir l'expérience)

169	E	On recommencera un peu plus tard. En habituant son œil à des intensités de lumières faibles, on voit une raie rouge et une raie verte. En tout cas, on ne voit pas le jaune, on voit deux raies. C'est le piège, une lumière jaune peut être un mélange. Si on n'a pas de spectroscope, on ne peut pas savoir. Si on veut du jaune, on peut prendre une lumière qui vient du Sodium. La lumière qui nous arrive du Soleil nous arrive avec des tas de couleurs différentes et on a dit pour la direction, que la lumière se propage en ligne droite. Je vais vous raconter une petite histoire. C'est l'histoire d'Ératosthène. Quelqu'un connait Ératosthène ?
170	P7	Oui. De nom.
171	E	Vous nous racontez l'histoire ?
172	P7	Je sais juste que c'était un astronome.
173	E	Ah, Ératosthène est le premier à avoir mesurer le diamètre de la Terre. C'est très vieux, c'est moins 300 000 ans avant JC. Il habitait en Égypte, il habitait à Syène soit Assouan. Il avait observé qu'à Assouan, le 21 juin à midi heure solaire... Midi heure solaire c'est le moment où l'ombre est la plus courte. Il avait remarqué que à ce moment là, on voyait le Soleil au fond du puits. Il a planté un bâton dans la terre et qu'est-ce qu'il a pu voir ?
174	P3	Il y n'avait pas d'ombre.
175	E	Oui, ça veut dire que le Soleil était au zénith. Ça veut dire que le Soleil était à la verticale. Après il a été amené à travailler à Alexandrie, il a été le responsable de la bibliothèque d'Alexandrie. Le 21 juin à midi solaire, il a vu une ombre. Il s'est dit que c'était bizarre. Le 21 juin à midi solaire, une ombre à Alexandrie et pas d'ombre à Assouan. Il a cherché. C'est une histoire un peu inventée car il ne s'est pas posé les questions dans cette ordre là. Comment on pourrait faire pour comprendre ce qu'il se passe ?
176	P6	Il a pris deux points. Il a dessiné la Terre, il a pris les deux points à Assouan et à Alexandrie, du coup avec l'ombre et pas l'ombre, il a calculé l'inclinaison.
177	E	Vous voulez nous faire un dessin ?
178	P6	Oui mais je ne suis pas sûre de pouvoir bien l'expliquer.
179		(P6 va au tableau)
180	P6	Il a dessiné la Terre. Là on va dire que c'est Assouan et là c'est Alexandrie. Du coup, il a fait un triangle avec l'ombre qui avait à Assouan ou à Alexandrie....
181	E	Montrez nous.
182	P6	Il a pris cette longueur là, c'était la longueur de l'ombre.
183	E	Attention, c'est la distance entre Alexandrie et Assouan.
184	P6	Après il a calculé ici...
185	E	Vous ne nous aidez pas. On va essayer. Vous avez suivi ce qu'elle a fait ? Pour le moment ce n'est pas très clair mais il y a une histoire de distances et d'ombres. Maintenant, il faut savoir où est l'ombre de quoi. On va se poser la question comme ça : Comment expliquez vous, avec un petit schéma, qu'à un endroit il y a une ombre et qu'à un autre endroit, il n'y a pas d'ombre ? Alexandrie il y a une ombre et Assouan, il n'y a pas d'ombre.
186		(Les élèves font un schéma)
187	E	On va aller dehors et puis on va revenir sur ces schémas après. Pour faire ça je vous propose de faire comme ça. Ce n'est pas terrible comme approche mais on va voir. On ne peut pas aller voir Assouan ni Alexandrie, donc on va dire que sur le carton, on a Assouan et Alexandrie, ici et ici. On va mettre les deux bâtons et comme on a planté les bâtons bien droits dans le sol, ils sont perpendiculaires au sol. On va essayer de regarder un peu comment on peut faire pour avoir une ombre sur un bâton et pas d'ombre sur l'autre. Vous allez prendre chacun par groupe de trois, un carton et on va sortir.
188		(Les élèves sont dehors avec un carton où sont plantés deux bouts de bois)
189	E	Essayez. Qu'est-ce que vous voulez faire dans ce cas là ? Est-ce que vous arrivez à avoir une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre ?
190	P5	Non.
191	P9	Nous oui.
192	P5	Nous, c'est soit ils ont tous les deux une ombre soit ils n'ont pas d'ombre.
193	E	Donc vous c'est soit ils ont tous les deux soit ils n'en ont pas ? Vous avez essayé vous aussi ?
194	P9	Oui et on a bon.
195	E	Comment vous avez fait ?
196	P9	On a replié le carton.

197	E	En pliant le carton, ça marche et sans le plier ?
198	P5	Ça ne marche pas.
199	E	Vous avez fait la même chose de ce coté là ? Ça marche ou pas ?
200	P10	Ça marche.
201	P15	Pour nous aussi ça marche.
202	E	Ça fonctionne en faisant quoi ?
203	P10	En inclinant le carton.
204	E	Et sinon les deux ombres sont comment ? Attention, vérifiez la perpendicularité de vos bâtons avant. Quand vous avez deux ombres, elles sont comment ?
205	P8	Parallèles.
206	E	Parallèles et quand vous n'avez pas d'ombre d'un coté, vous n'avez pas d'ombre de l'autre coté. Les autres, rapprochez-vous pour voir.
207		(Les élèves sont dehors pour faire une expérience sur Ératosthène)
208	E	Vous, vous filmez tout. Alors qu'est-ce que vous avez essayé ? Si on reprend au début. Est-ce qu'il y en a qui ont posé par terre déjà ?
209	P5	Non.
210	E	On va poser par terre pour voir ce qu'il se passe. Si les bâtons sont bien perpendiculaires et qu'on regarde les ombres, qu'est-ce qu'on observe ?
211	P7	Elles sont parallèles.
212	E	Oui. Si vous prenez un grillage ou des barreaux et que vous regardez les ombres, vous voyez bien que les ombres sont parallèles. Ensuite si vous prenez le carton et que vous le bougez, qu'est-ce qui se passe au niveau des ombres ? Quand vous n'avez pas d'ombres d'un coté, vous n'avez ?
213	P9	Pas d'ombres de l'autre coté.
214	E	Et si vous avez une ombre d'un coté, vous avez ?
215	P10	Une ombre de l'autre.
216	E	Le carton plat, ça ne marche pas. Comment vous avez fait pour vous en sortir ?
217	P3	On courbe le carton.
218	E	Oui, vous avez courbé le carton. Quand on courbe le carton, on a une ombre d'un coté et pas d'ombre de l'autre.
219	P4	Sur le premier carton, il y avait ça aussi.
220	E	Montrez nous ça.
221		(P4 montre son carton. Le carton est à plat et on peut voir une petite ombre sous un des bâtonnets)
222	E	Oui, quand je disais une ombre c'était une grande ombre pour éviter ce problème. C'est du matériel de bric et de broc. Donc il faut courber le carton pour qu'on y arrive bien. Si on dit qu'Alexandrie c'est un bâtonnet, ça veut dire que mon carton c'est quoi ?
223	P9	C'est la surface de la Terre.
224	E	Oui et donc la surface de la Terre est courbée. On va essayer de dessiner tout ça maintenant.
225	E	Comment on va dessiner ça ? On va faire ça simplement. On va faire plusieurs dessins. On va prendre une vue de profil. Ici, on a le carton. Je le mets à plat sur le sol et je vais dessiner les ombres. Ensuite vous allez dessiner les ombres. Quand vous avez fait ça il n'y avait pas d'ombres des deux cotés, vous allez dessiné les rayons. Ensuite vous allez me dessiner la même chose quand vous aviez les ombres. Ensuite vous allez me dessiner les ombres quand le carton était courbé. Allez, faites ceci et dans l'ordre.
226		(E note au tableau)
227	E	Pas d'ombre. C'est le premier. Deuxième, deux ombres. Troisième, deux ombres et quatrième, pas d'ombre d'un coté et une ombre de l'autre.
228	P9	Je ne comprends pas la différence entre le 1 et le 3.
229	E	Dans le 1, quand vous courbiez, vous n'aviez pas ombres. Ah! Mais j'aurais dû faire une courbure différente et puis quand vous tenez votre carton comme ça.
230	P9	D'accord.
231	P10	C'est les rayons qu'il faut dessiner ?
232	E	C'est les rayons et les ombres. Donc vous m'avez dit qu'avec le carton plat, vous n'aviez pas d'ombre ni sur l'un ni sur l'autre. Je vous demande de dessiner la position de la lumière pour

		avoir cette situation. Ensuite vous m'avez dit que si vous penchiez autrement, on observait deux ombres et puis, pareil ici, vous m'avez dit que l'on voyait deux ombres par terre et elles étaient parallèles. Si on avait eu des bâtons de la même taille, on aurait pu voir autre chose aussi. Pour vous aider, vous pouvez penser à des arbres ou des barreaux. Faites le numéro 1. Attention, faites bien vos bâtons bien perpendiculaires au carton.
233		(Les élèves font leurs dessins.)
234	E	Pour ceux qui ont un doute, vous pouvez venir voir ici. J'ai mis deux crayons que j'ai posés sur le sol. Le sol est à peu près droit donc les stylos sont perpendiculaires au sol. Si je regarde et que je mesure la taille de l'ombre et que je regarde les deux stylos, on peut voir que les deux ombres sont parallèles et à peu près de même taille.
235	P5	Pour le petit deux ?
236	E	Pour le petit deux, on a deux ombres de même taille. Vous avez deux ombres comme ça.
237	P5	Dans le trois aussi alors ?
238	E	Dans le trois, effectivement, aussi. Si on suppose que la lumière va en ligne droite, qu'est-ce qu'on est obligé de tracer pour que ça marche ?
239	P15	Des rayons droits.
240	E	Des rayons droits ? Je n'aime pas trop ce mot.
241	P16	Rectilignes.
242	E	Ils sont rectilignes. Les rayons les uns par rapport aux autres doivent être parallèles. Est-ce que comme ça vous arrivez à voir une ombre d'un coté et pas d'ombre de l'autre ?
243	P11	Je ne vois pas ce que ça donne.
244	E	Venez ici, il y a un peu de lumière.
245		(Les élèves dessinent)
246	E	Si vous voulez le refaire proprement, j'ai un vrai carton bien rigide et on a planté des clous à l'intérieur. Comme ça vous êtes sûrs d'avoir quelque chose de bien perpendiculaire. Vous avez terminé ? Je fais le dessin pour tout le monde.
247		(E va au tableau)
248	E	Donc pas d'ombre, ce que vous tracez c'est quelque chose comme ça. Est-ce que vous êtes d'accord ?
249	P5	Oui.
250	E	Quand vous avez des ombres, vous regarderez bien mais comme c'est de la xxx, je suis obligée de xx. Si je dis que l'ombre c'est la limite des rayons, à partir d'ici, les rayons du Soleil arrivent. Cela veut dire passent juste au niveau du sommet. Cela veut dire que je trace quelque chose comme ça. Vous êtes d'accord ? Ici, je l'ai mis dans l'autre sens. C'est un peu idiot mais ce n'est pas grave. C'est pareil. Ici, du coup, si on a déjà dessiné des rayons parallèles, on ne va pas changer. On va être cohérent avec nous même, on va les mettre parallèles. On avait deux solutions, la première solution que beaucoup ont dessiné, on a le soleil qui est là, il brille de tous les feux. J'ai un rayon qui arrive comme ça et là j'ai mon ombre. L'autre possibilité, c'est dire que ici j'ai un rayon qui arrive comme ça et là j'ai une ombre. Si on se tient à ce qu'on a montré avec nos petits bâtons à nous, quelle est la bonne version ? Celle du haut ou celle du bas.
251	P15-P1	Celle du bas.
252	P7	C'est une question d'échelle.
253	E	Effectivement, il y a une question d'échelle.
254	P6	Mais les rayons du Soleil divergent ?
255	E	Est-ce qu'on a dit qu'ils divergeaient ?
256	P9	Non.
257	E	Là, on a deux possibilités qui nous permettent d'expliquer qu'il y a une ombre d'un coté et pas d'ombre de l'autre. On a deux modèles en plus. Celui du haut où il y a les rayons qui partent dans tout les sens et celui du bas les rayons sont parallèles. Nous localement à Nice à 10 heures 40, qu'est-ce qu'on a vu avec notre carton ? On a vu qu'à trente centimètres de distance, nos rayons étaient parallèles. Si on va un peu plus loin au niveau du kilomètre et qu'on regarde des bâtons un peu bizarres. Qu'est-ce qu'on va trouver à votre avis ? Les rayons sont ?
258	P9	Parallèles aussi.
259	E	Qu'est-ce qu'on en déduit ? Les rayons du soleil sont parallèles ou pas ?
260	P6	Oui à petite échelle.

261	E	Oui. On va regarder les distances. Il faut savoir que Ératosthène les avait vues. Il fallait déjà qu'il sache si la Terre était ronde. Il était convaincu que la Terre était ronde car il disait quand je vois qu'un bateau arrive de la mer, je commence d'abord par voir le mât et après je vois le reste. Est-ce que ça justifie que la surface de la Terre soit courbée ? Si moi je suis petit bonhomme ici et que la Terre est plate, quelque soit l'endroit où est mon bateau, je vois tout le bateau. Si ma Terre est courbée, pour moi le champ de vision est quelque part par ici, en dessous je ne vois rien parce que la Terre le cache. Quand je vois le bateau, je vois en premier le mât et puis ensuite le reste. Par cette observation là, le fait qu'on voit les bateaux apparaître par le bout du mât en premier, nous prouve que la Terre est courbée. Ils ont déduit que la Terre était ronde. On a comme principe de base que la Terre est ronde. Après il y a l'histoire des rayons du Soleil. Lui observait ses bâtons et il voyait qu'à chaque fois, les ombres de ses bâtons étaient parallèles. Il s'est dit si c'est parallèle localement, je vais considérer que c'est parallèle sur la Terre. Pour cela, il s'est dit que la Terre était grosse mais que le Soleil était plus gros et très très loin. Il disait que tous les rayons qui nous arrivaient dessus étaient parallèles mais c'était une approximation. Comment on peut faire pour expliquer cela ? Si on prend comme échelle la taille de la prise pour le Soleil, on a la Terre à 10 mètres. La Terre est une boule de 1 millimètre. Le Soleil est une grosse boule qui émet de la lumière dans toutes les directions. Regardez, de toute la lumière qui part de là bas, vous voyez ce qui arrive sur ma Terre ? C'est bien peu. Si bien que l'angle sous lequel je vois le soleil est tout petit , moins d'un degré. Si bien que pour nous en première approximation, on voit les rayons arriver tous dans la même direction et on dit que les rayons du Soleil arrivent de manière parallèle. Une autre façon de voir ça c'est avec des lentilles. Avec une loupe, on peut focaliser la lumière du Soleil. Le principe de fonctionnement de la loupe c'est : on a des rayons parallèles qui arrivent sur la loupe et les rayons sont focalisés en un point. Ce qui veut dire que si vous focalisez la lumière, ça veut dire que la lumière du Soleil nous arrive autre part. Si vous regardez bien, ce n'est pas tout à fait un point. C'est presque un point.
262	P3	C'est un petit rond.
263	E	C'est un petit rond, oui. C'est la lumière du Soleil qui fait ça. On va considérer que la lumière qui arrive du Soleil sur la Terre est parallèle. C'est une approximation. Ératosthène a fait ce coup de génie de dire que quand j'ai ça et ben j'ai le diamètre de la Terre. Je vous montre. Vous connaissez la taille du bâton, vous connaissez la taille de l'ombre. Conclusion, cet angle là, vous le connaissez. A cet endroit là, on n'a pas d'ombre. Ces deux rayons sont parallèles. Les deux bâtons pointent vers le centre de la Terre. Qu'est-ce que je peux dire de cet angle là ?
264	P5	Il est égal à celui là.
265	E	C'est des angles internes externes. Qu'est-ce que je connais d'autre ? Facilement je peux mesurer cette distance là. C'est fini, on compte combien il y a de fois cet angle pour faire le tour, je multiplie par cette distance et j'ai le périmètre.
266	P3	Mais on peut trouver le rayon, si on a l'angle et la distance. On calcule avec la tangente.
267	E	Oui, vous faites comme vous voulez après. Vous savez, il a trouvé une bonne approximation. Il a eu une erreur de 8%. Le coup de bol qu'il a eu dans tout ça, il est au tableau. Ce que j'ai fait c'est une courbe de mon globe qui passe par le centre et qu'il y a Syène et Alexandrie sur la courbe du globe. Vous voyez ce que je veux dire ?
268		(E prend un globe)
269	E	On va rechercher l'Afrique. Là, on voit que Alexandrie et Syène sont ici, sur la même latitude. Si jamais j'en avais un ici et un là, ça serait moins simple. Maintenant, vous retiendrez que les rayons du Soleil nous arrivent parallèles non seulement parce qu'on vous l'a appris mais aussi parce qu'on a eu l'occasion de le voir et puis aussi parce qu'avec les tailles respectives, ce qui nous arrive du Soleil ce n'est pas grand chose. Avec cela, on a les bases pour faire de l'astronomie. Est-ce que vous avez des questions par rapport à ce que l'on a fait ?
270	P6	C'est différent de ce que l'on pensait.
271	E	C'est normal c'est dans le processus. C'est « je pensais ça » et « maintenant je pense ça ».
272	P9	J'ai une question sur un dessin.
273	E	Faites moi ça au tableau.
274	P9	C'est juste une question. Par exemple pour expliquer l'éclipse de lune, les rayons sont comme ça ou comme ça. Selon ce que l'on étudie, les rayons sont parallèles ou non. Ma question c'est : Par rapport à la situation que l'on étudie et au schéma que l'on doit faire, est-ce qu'on considère qu'ils sont parallèles ou pas ?
275	E	C'est une très bonne question. Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
276	P6	Ben je vais rajouter un élément sur le schéma qui va vous perturber. Là on s'est posé la question de savoir si les rayons étaient parallèles ou divergents. Ben je vais vous montrer qu'ils

		sont convergents.
277	E	Ceci, nous l'avons déjà démontré monsieur. C'est-ce que l'on a fait tout à l'heure.
278	P6	Ah j'ai dû manquer un épisode.
279	E	Oui quand j'ai pris la prise pour le Soleil, qu'est-ce que j'ai fait ? J'ai dis que je regardais l'angle incident.
280		Manque une transcription terminant la discussion concernant le parallélisme des rayons et lançant le travail sur la pénombre. Exemple de l'image du Soleil sur le mur quand la lumière passe à travers un tout petit trou. Explication sur le fait que suivant ce qu'on observe et les distances en jeu, on ne peut pas négliger l'angle d'incidence des rayons. Limitation du modèle. Cours sur la réfraction puis ombre sur un objet avec une source ponctuelle. (E dessine au tableau)
281	P6	Ah oui.
282	E	On a une moitié obscure, c'est la zone qui est à l'ombre. C'est la zone d'ombre et c'est-ce que l'on appelle comment, ici c'est l'ombre ?
283	P9	Portée.
284	E	Oui. Alors maintenant, on va compliquer les choses. On va supposer qu'on a une deuxième source ponctuelle de lumière. Vous allez prendre un autre crayon de couleur.
285		(Les élèves dessinent)
286	E	Maintenant, on va en faire une troisième.
287		(Les élèves dessinent)
288	E	Essayez de les faire alignés. C'est mieux. Après vous allez me prendre une autre source qui est entre les trois.
289		(Les élèves dessinent)
290	E	Ça devient vite compliqué. On doit utiliser la règle pour faire ce dessin. Vous voyez que les limites de l'ombre sont toujours les mêmes. L'ombre propre je veux dire. La séparation jour nuit n'est pas changée.
291	P5	Je ne comprends pas, ici, je n'ai pas la même.
292	E	Cela dépend de la façon dont on trace les rayons mais c'est bien vu ! Ce n'est pas tout à fait la même.
293	P9	Mais c'est toujours la moitié ?
294	E	oui, c'est toujours la moitié mais pas avec la même orientation.
295	P3	On doit s'arrêter là ?
296	E	Comme vous voulez, j'ai fait des limites extrêmes mais la lumière rayonne dans tous les sens. Est-ce que vous voyez mieux sur votre dessin l'endroit où il n'y a rien qui passe ?
297	P7	Oui.
298	E	Il y a aussi des endroits où il y a de la lumière qui arrive d'une source qui passe mais pas la lumière des autres sources. Vous voyez cela ?
299		(Brouhaha)
300	E	Je prends des rayons extrêmes en vert et en rouge. Je fais plein de petits rayons, si je fais plein de petites sources entre la source verte et la source rouge, je reste dans les mêmes limites. L'endroit où il n'y a rien qui passe, c'est-ce qu'on appelle l'ombre et tout autour, là où il y a un peu de quelque chose qui passe mais pas tout, on va appeler cela la zone de pénombre. Ceux qui ne voient pas, je viens vous montrer sur vos dessins.
301		(E va voir les dessins des élèves)
302	E	Pour certains, vous m'avez fait des dessins avec des choses qui vont très loin. Si vous avez un écran très loin, vous voyez que ça se recroise.
303		(E prend un dessin et le montre à tout le monde)
304	E	Là, on a un écran où à un endroit, il n'y a rien qui passe. Cela c'est la zone d'ombre et autour c'est la pénombre. Ça veut dire qu'il y a un peu de lumière qui passe mais pas tout.
305		(E prend un autre dessin)
306	E	Vous voyez il y en a qui on mis un écran très loin. Si on met l'écran ici, c'est un peu la patouille. Cependant, si on se met ici, il y a un endroit là, au niveau des points, où on n'a rien qui passe. Quand vous dessinez, cela dépend d'où vous mettez votre écran. Il faut se mettre au bon endroit. Quand on le dessine, nous, comme on le voit sur un bouquin, c'est fait comme il faut. C'est fait de façon à ce que votre écran soit au bon endroit et la première fois que vous tracez tout cela, vous tracez d'abord vos rayons puis après vous placez votre écran, pour qu'il soit au

		bon endroit. Vous voyez la différence entre regarder quelque chose à l'écran et faire quelque chose soit même. C'est la même chose pour les enfants. C'est pour cela qu'on les met en situation de pratique. Est-ce que cela ça va ? Ombre pénombre ?
307	P4	Oui.
308	E	Est-ce que vous voulez bien me montrer le dessin que vous avez récupéré d'internet ?
309		(P10 donne son cours pris sur internet et E le montre à tout le monde)
310	E	Qu'est-ce que vous en pensez ?
311	P11	C'est noir au milieu.
312	E	Ça ne devrait pas être noir sur le milieu ? C'est l'endroit où il n'y a ni la lumière d'une source, ni la lumière de l'autre source. Quel est le problème ?
313		(Silence)
314	E	Est-ce qu'il y a un problème déjà ?
315	P13	On peut ne pas comprendre d'où vient le cône.
316	E	Voilà, on peut ne pas comprendre d'où vient ce cône là.
317	P13	On peut considérer que le premier cône rouge qui sort de la source lumineuse, c'est en fait la zone de lumière. Alors que dans la réalité, le faisceau est beaucoup plus large.
318	E	Voilà. C'est la même chose que tout à l'heure sur votre table. Vous, vous avez dessiné ce que vous avez vu sur la table alors que sur ce dessin c'est plus une interprétation. Cela veut dire aussi qu'il faut se méfier. Parfois vous ne comprenez pas ce qu'on vous explique mais ce n'est pas parce que vous êtes bête, c'est parce que des fois les explications sont foireuses. Vous avez vu la difficulté ?
319	P13	Ici, il faudrait juste rajouter un rayon qui part.
320	E	Il faudrait rajouter des rayons qui partent d'ici. Il faudrait faire un faisceau beaucoup plus large et ce bout là ne vient pas d'ici, il vient d'ailleurs. On peut avoir beaucoup de difficultés avec la représentation en perspective. Regardez et faites attention aux erreurs. C'est très instructif pour vous car ce genre de choses c'est-ce qu'on vous demande en analyse de document. La semaine prochaine on fait l'astronomie.
321	E	Alors pour faire ça, on va commencer par essayer de faire une liste de tout ce que l'on sait sur ce que l'on voit autour de nous, quand il fait jour, quand il fait nuit, et qui pourrait nous servir à construire un modèle sur le fonctionnement de notre Terre par rapport au soleil. Alors qu'est-ce que vous savez ? Première chose : on sait que le soleil se lève et se couche. C'est-à-dire qu'on a des jours et on a des nuits. Et on sait que, au jour succède la nuit. Que pouvez-vous me dire sur l'alternance jour / nuit ?
322	A1	Ça varie.
323	E	C'est-à-dire ? Qu'est-ce qui varie ?
324	A1	La durée du jour et la durée de la nuit. La durée du jour plutôt.
325	E	La durée du jour varie comment ? Aller, dites-le, vous le savez tous ! Qu'est-ce qui varie dans la durée du jour ? Entre quoi et quoi à peu près, et quand ?
326	A3	Avec les solstices non ?
327	A2	En été il fait plus jour.
328	E	Alors été : plus long ; hiver : plus court. J'ai entendu le mot "solstice".
329	A2	A un moment donné c'est pile 12 heures.
330	E	Ah, il y a un moment donné où c'est pile 12 heures. Quand ?
331	A4	En juin…
332	E	Alors il y en a qui me disent juin et décembre et il y en a qui me disent le printemps et l'automne.
333	A5	Le printemps et l'automne c'est les équinoxes.
334	E	Bon alors 12 heures c'est que l'on appelle les équinoxes, "équi" pour "égal". Et donc c'est quand les équinoxes ?
335	A1	C'est un 21…
336	E	Oui, c'est un 21, mais tout tombe tout le temps un 21 (rires). Le solstice, c'est aussi un 21 d'un mois.
337	A2	C'est le 21 juin non ?
338	E	Alors le 21 juin c'est quoi ?
339	A6	C'est le jour le plus long non ?

340	E	Bon on met un point d'interrogation pour les jours "fifty-fifty". Comment fait-on pour savoir, si on a un doute ? Comment peut-on faire pour savoir la durée du jour ?
341	A8	On regarde la météo.
342	E	On regarde la météo, première solution, effectivement. Deuxième solution ? On regarde à quelle heure le soleil se lève et l'heure à laquelle il se couche. On a fait un quadrillage des heures de lever et de coucher du soleil. Bon en gros, les équinoxes, c'est en septembre et en mars. Donc on a des moments où on a 12 heures, des moments où la durée du jour est plus longue et des moments où elle est plus courte. Qu'est-ce que vous savez d'autre ? On parle de durée du jour plus ou moins longue, ça veut dire qu'on a des saisons. C'est le phénomène des saisons. Est-ce que vous savez si ce phénomène est général ?
343	A9	C'est le nombre qui change…
344	E	C'est le nombre de saisons qui change. Par exemple ? Est-ce que vous savez si partout sur la Terre il y a des saisons ?
345	A9	Ça dépend dans quelle zone on habite.
346	E	Ah, ça dépend d'où on habite. En étant plus claire ?
347	A10	Non, il y a des saisons partout.
348	E	Il y a des saisons partout…
349	A10	Si on prend l'exemple du pôle nord, ou pôle sud, il va faire plus chaud ou moins chaud.
350	E	Alors le pôle nord et le pôle sud ; est-ce que vous avez des informations sur le pôle nord et le pôle sud ? Le jour et la nuit au pôle nord et au pôle sud ? Réveillez-vous ! (rires)
351	A11	Il y a 6 mois de jour et 6 mois de nuit.
352	E	Oui, 6 mois de jour et 6 mois de nuit. Au pôle nord et au pôle sud, on a 6 mois de nuit et 6 mois de jour. Y a-t-il un autre endroit ?
353	A12	A l'équateur.
354	E	Voilà, à l'équateur, que se passe-t-il ? Bon alors je vais vous le raconter, pour nous c'est extrêmement bizarre, le soleil se lève tous les jours à 6h du matin, et se couche tous les jours à 6h du soir. Donc c'est tout le temps pareil. Il y a tout le temps 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Et ça, il suffit d'y aller pour voir, ou encore une fois, de regarder la météo. Que savez-vous sur les gens qui sont en Afrique du sud en ce moment, par rapport à nous, sur la durée du jour et de la nuit ?
355	A12	C'est l'été.
356	E	Oui, c'est l'été chez eux, est-ce que c'est l'été ?
357	A1	Non, c'est l'hiver.
358	A6	C'est le printemps.
359	E	Oui, c'est inversé effectivement, donc quand dans l'hémisphère nord, on est en été, dans l'hémisphère sud, on est en hiver. Vous le savez ça ? Que savez-vous d'autre ? Savez-vous des choses sur les étoiles ? Est-ce qu'il y a un nom d'étoile qui vous vient tout de suite ?
360	A3	Le soleil.
361	E	Oui.
362	A13	La grande ourse et petite ourse.
363	E	Oui.
364	A9	L'étoile polaire.
365	E	Oui, que savez-vous de l'étoile polaire ?
366	A1	Elle est dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre.
367	E	Ah, la Terre tourne ? Comment savez-vous qu'elle est dans le prolongement de l'axe de rotation de la Terre ?
368	A8	Parce qu'elle indique le Nord.
369	E	Alors elle indique le Nord. Et c'est pareil ?
370	A15	Dans la nuit, on peut voir que la petite ourse et la grande ourse se déplacent en fonction de l'étoile polaire. Elles tournent autour de l'étoile polaire.
371	E	Est-ce que tout le monde a déjà vu ce genre de choses ?
372	Groupe	Oui.
373	E	Vous avez vu des images de ça ? Je vais essayer de vous en trouver une. (Estelle montre une image.) On décalque, on superpose et on voit qu'il y a une étoile qui ne bouge pas et toutes les autres étoiles autour ont un mouvement, on a l'impression que ça tourne. L'étoile polaire, on ne

		la voit pas toujours au même endroit dans le ciel, mais par contre, quand on prend une photo sur 6 heures, systématiquement, on voit que toutes les étoiles tournent autour de l'étoile polaire. Donc on a toutes les étoiles qui tournent autour de l'étoile polaire. Est-ce que vous savez si on voit l'étoile polaire dans l'hémisphère sud ?
374	A7	On peut la voir.
375	E	On peut la voir… (Estelle écrit au tableau.) Est-ce que vous avez d'autres choses encore que vous voulez me dire ?
376	A6	Le grand mystère de la lune : pourquoi est-ce qu'on voit toujours la même face ?
377	E	Ah, la lune ! On passe sur la lune maintenant. Et vous me dites que la lune présente toujours la même face. Comment vous le savez ça ?
378	A6	Parce que c'est toujours la même chose qu'on voit.
379	E	Ah bon ? On voit toujours la même chose sur la lune ?
380	A6	Le même dessin des cratères bien sûr, la lune n'est pas illuminée de la même façon tous les jours mais par contre la surface de la lune va être toujours la même.
381	E	Et vous me dites que vous repérez ça par les cratères.
382	A6	Oui.
383	E	C'est super important, il faut savoir comment on fait. Ok, donc votre collègue me dit qu'on voit toujours la même face de la lune. Alors pour vérifier ça, on prend des photos de la lune, et on regarde les cratères. Vous n'êtes pas très convaincus ?
384	A1	Non.
385	E	Vous n'avez jamais regardé la lune ? Alors je vais essayer de vous trouver ça. La technique qu'il vous propose c'est de regarder la lune tous les jours, bon on n'observe pas toujours la même forme de la lune, vous le savez bien, on a des croissants, des quartiers, mais quand je repère un endroit sur la lune, si je fais une marque, un rond par exemple là où j'ai vu un trou, et je regarde au fur et à mesure des jours, quand je vois la lune, je vois toujours les mêmes trous aux mêmes endroits. Si je vois toujours les mêmes endroits sur la lune et que je fais ça pendant un long moment, c'est que je ne vois jamais de l'autre côté. Vous êtes d'accord avec ça ?
386	Groupe	Oui.
387	E	Alors donc on voit toujours la même face de la lune. Et puis du coup, on a rajouté qu'on avait des phases. On appelle ça des croissants, des quartiers, on a la pleine lune, etc. Qu'est-ce que vous savez d'autre ?
388	A8	Il y a des zones sombres et des zones pas sombres.
389	E	Sur la lune ?
390	A8	Oui. Et il y a le phénomène de marée aussi.
391	E	Alors le phénomène de marée c'est aussi sur la lune ou ici ?
392	A8	Non, non, il y a un nom, les zones sombres ne s'appellent pas…
393	E	Oui, donc la lune ce n'est pas quelque chose de tout lisse a priori.
394	A10	"Marée" en fait ça veut dire "mer" en latin, c'est pour ça.
395	E	Donc ce n'est pas lisse, on a des trous et des montagnes. Est-ce que vous connaissez le site de "la main à la pâte" ? Je vous le conseille. (Estelle cherche les phases de la lune sur internet.) Voilà, vous allez voir les phases de la lune. Donc si vous repérez deux endroits sur la lune, au moment de la pleine lune par exemple, vous allez voir qu'il y a une grosse tâche ici et une grosse tâche ici. Et bien si on regarde, on la retrouve de partout. Donc on voit tout le temps, quand on peut la voir, cette tâche là. Et puis celle-ci, si vous regardez, vous la retrouvez de la même façon, quasiment partout. Conclusion : on voit toujours le même côté de la lune.
396	A11	Comment ça se fait ?
397	E	C'est une bonne question, à laquelle je ne vais pas répondre tout de suite. On y répondra tout à l'heure. Donc on voit toujours la même face de la lune. Ça, c'est une chose. Et on voit différentes phases de la lune représentées ici. Est-ce que ça va ça ?
398	Groupe	Oui.
399	E	Que voit-on d'autre, vu de la Terre, qui pourrait nous intéresser ?
400	A6	Le soleil.
401	E	Le soleil, oui. Est-ce que l'on regarde le soleil dans les yeux ?
402	Groupe	Non.
403	E	Non, jamais, vous vous brûlerez les yeux sinon. Ceux qui regardent le soleil se rendent aveugles. Donc qu'est-ce qu'on peut voir du soleil ? Quelles sont les observations que l'on peut

		faire ?
404	A3	Il est plus ou moins haut en fonction des saisons.
405	E	Il est plus ou moins haut dans le ciel en fonction des saisons, ok. Vous le vérifiez comment ça ? Comment savez-vous qu'il est plus ou moins haut dans le ciel ?
406	A5	Avec l'ombre.
407	E	Ah ! Avec l'ombre. Qu'est-ce qu'elle a votre ombre au cours des saisons ?
408	A5	Elle est plus ou moins courte.
409	E	Elle est plus ou moins courte. Vous avez tous observé ça ? Alors ça c'est au cours des saisons. Sur une journée, qu'est-ce que vous voyez ?
410	A15	L'ombre tourne.
411	E	Oui, elle tourne, effectivement. L'orientation de l'ombre change. Et que savez-vous de sa taille ?
412	A9	A midi, elle est plus courte.
413	E	A midi, elle est plus courte, ok. Donc au cours d'une journée, la taille et la position de l'ombre varient. Et vous me dites plus petite à midi. (Estelle écrit les idées au tableau.) D'autres informations encore ?
414	A10	Le soleil se lève à l'Est et se couche à l'ouest.
415	E	Le soleil se lève à l'Est et se couche à l'ouest. Comment le savez-vous ?
416	A10	Quand on regarde la mer…
417	E	Quand on regarde la mer ? Quand vous regardez la mer, il se lève. Comment savez-vous qu'il se lève à l'Est ?
418	A10	Parce que la mer est au Sud.
419	E	Parce que la mer est au Sud, ok. Quelqu'un veut rajouter quelque chose par rapport à ça ? Non, parce que moi je viens du Nord et la mer est au Nord chez moi ! Comment peut-on faire pour savoir ? Comment savez-vous que la mer est au Sud ?
420	A13	Parce qu'on a déjà regardé sur une carte.
421	E	D'accord.
422	A11	Ou par exemple avec une boussole.
423	E	Oui, avec une boussole, on a le Nord, l'Est, l'Ouest, et on a le soleil qui se lève à l'Est et qui se couche à l'Ouest. Plus de précisions que ça ou on en reste là pour le moment ? Alors c'est vers l'Est et vers l'Ouest. Du coup, évidemment je vais vous embêter ! C'est "vers" parce qu'il n'y a pas un point fixe à l'Est et un point fixe à l'Ouest. Alors, par rapport à là où je suis, est-ce que je peux définir exactement l'Est et l'Ouest ? Si je sais exactement que le Nord est dans cette direction, où est l'Est et où est l'Ouest ? Alors c'est une perpendiculaire, ici vous avez l'Ouest et ici vous avez l'Est. Donc si je sais très exactement que le Nord est là, je sais très exactement qu'à 90° d'un côté j'ai l'Ouest et à 90° de l'autre côté j'ai l'Est.
424	A6	Oui, sauf que ça dépend comment on mesure le Nord. Si on prend le Nord à partir d'une boussole, on a le Nord magnétique, qui est dans le Nord du Canada, alors qu'en suivant l'étoile polaire on aurait le Nord géographique.
425	E	Alors vous me dites qu'il ne faut pas perdre le Nord mais qu'il y en a deux.
426	A6	Exactement ! Et c'est pour ça que les marins préfèrent utiliser des appareils qui permettent de pointer le Nord à partir de l'étoile polaire. Parce que pour voyager d'un continent à l'autre par exemple, si on se fie au Nord magnétique…
427	E	Ah, alors il y a deux Nord. Alors quand on dit que le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest, on parle de quel Nord ?
428	A6	Plutôt le Nord géographique.
429	E	Il va falloir que vous convainquiez les autres (rires). Alors, on parle du Nord géographique, ok. (Estelle note l'idée au tableau.) Bon maintenant on ne va plus utiliser une boussole puisque votre collègue vient de me dire que ça ne marchait pas, donc maintenant on va prendre un Nord. On va dire que c'est le Nord géographique pour le moment. Donc on a toujours à 90° d'un côté l'Est et d'un côté l'Ouest. Maintenant on a un Est et un Ouest géographiques. C'est juste l'ensemble qui se décale. Est-ce que là, on a une direction qui indique l'Est, et une direction qui indique l'Ouest ?
430	Groupe	Oui.
431	E	Oui, toujours. Alors maintenant, "vers" l'Est, "vers" l'Ouest. Est-ce que c'est lié à cette direction ?
432	A5	Non, c'est par rapport au soleil.

433	E	Alors, on va dire que mon Nord est là ; ici j'ai mon Est. Donc dans cette direction là, le matin, si je vois le soleil se lever, c'est qu'il s'est levé à l'Est. Vous êtes d'accord ?
434	A6	Oui, sauf que là c'est le Nord et là c'est l'Ouest.
435	E	Oui, pardon. Là, merci ! Donc j'ai le soleil qui se lève dans cette direction là, pile poil dans le prolongement de ma main, ça veut dire que le soleil se lève à l'Est. Alors quand on dit qu'il se lève vers l'Est, ça veut dire qu'il peut se lever par ici, ou par là. Vous êtes d'accord ?
436	A6	Pas tout à fait. En ce qui concerne l'hémisphère Nord, comme le soleil n'est jamais exactement au zénith, forcément il se lève un peu plus au sud de l'Est et se couche un peu plus au sud de l'Ouest. Toujours plus au Sud mais plus ou moins selon les saisons : plus en hiver qu'en été.
437	E	Qu'est-ce que vous en dites ?
438	A9	Oui, c'est ça, c'est selon les saisons.
439	E	Alors on va parler de Nice. Vous me dites que ça se lève toujours plutôt vers le Sud-est ?
440	A6	Oui, enfin ça dépend si vous êtes en haut du Mont Boron ou…
441	E	On va dire qu'à l'échelle de 500 mètres, 2 ou 3 km, l'impact n'est pas très fort (rires). On va dire qu'on reste sur Nice et que ce n'est pas visible à l'œil nu. Ce que vous me dites, c'est que, ce qui est visible à l'œil nu, c'est qu'on n'est pas tout à fait à l'Est mais on est au Sud-est.
442	A6	Oui, on est un petit peu au Sud-est.
443	E	Et tout le temps ?
444	A6	Oui, tout le temps, mais ça dépend des saisons.
445	E	Donc oui, tout le temps au Sud-est mais la variation dépend des saisons ?
446	A12	Ça peut être le Nord-est aussi.
447	E	Alors vous, vous me dites que ça peut être aussi le Nord-est.
448	A12	Oui, c'est pour ça qu'on a le jour qui est plus court quand il va du Nord-est jusqu'au le Nord-Ouest, il fait moins jour.
449	E	Bon, comment fait-on pour savoir ? Parce que là vous n'êtes pas d'accord. On regardera cet été, on regardera cet hiver, on regardera au printemps, et à l'automne, ok. On fait des observations et on peut même repérer très précisément à quel endroit ça se trouve. Vous êtes d'accord avec ça ?
450	Groupe	Oui.
451	E	Et bien si on fait ça, on observe que le soleil, suivant la saison, à Nice, se lève au Nord-est ou au Sud-est. Et évidemment, entre les deux, il passe par l'Est. C'est-ce que l'on observe. Bon, et bien on a vu plein de choses déjà. Avec tout ça, on va essayer de construire la façon dont notre Terre se déplace par rapport au soleil. Alors, pour le moment, on va juste se baser sur tout ce que l'on a dit nous, vus de la Terre. Tout ça ce sont des choses que l'on voit de la Terre, vous êtes d'accord avec moi ?
452	Groupe	Oui.
453	E	Donc on va construire tout ça. Pour construire tout ça, on va se donner un modèle quand même. Notre modèle de base ça va être que notre Terre est une boule, et on va dire que le soleil est très loin donc c'est une source de lumière comment ?
454	A13	Blanche.
455	E	Blanche, oui.
456	A2	Ponctuelle.
457	E	Ponctuelle, euh, oui, si elle est très, très loin. On va considérer quoi ?
458	A15	Que les rayons sont parallèles.
459	E	Voilà ! Les rayons arrivent parallèles. Donc on va considérer que le soleil étant très, très loin, on a une source de lumière parallèle. On va se mettre d'accord sur l'endroit d'où vous voyez la lumière du soleil. On va dire que les rayons du soleil nous arrivent de par ici. (Estelle montre les fenêtres.) Alors pour vous aider, je vous ai mis une balle à disposition, je vais vous donner des crayons et vous allez même pouvoir dessiner dessus. Et puis je vous ai mis la fameuse source de lumière de la dernière fois. Alors elle est parallèle ou pas cette source ? Comment fait-on pour vérifier ?
460	A8	Si la taille de l'ombre est égale à la taille de l'objet c'est…
461	E	Et qu'est-ce qu'il faut faire pour vérifier ? Taille de l'ombre = taille de l'objet ? Et que fait-on ?
462	A8	On a l'écran, on a l'objet au milieu, et si on a la taille de l'ombre égale à la taille de l'objet, c'est que les rayons sont parallèles.
463	E	Vous êtes d'accord ?

464	Groupe	Oui.
465	E	D'accord. Une autre possibilité, c'est de bouger ma source et je vois si la taille de l'ombre change ou pas. Autre possibilité aussi, je pose deux objets, et que se passe-t-il si je pose deux objets côte-à-côte et que je regarde leurs ombres ?
466	A14	Elles ne sont pas confondues, c'est deux ombres différentes.
467	E	Oui, elles seront différentes.
468	A7	On regardera si elles ne se sont pas croisées.
469	E	Alors oui, si les ombres sont parallèles et de même taille, si vous avez mis des objets de même taille, alors ma source de lumière est a priori, localement en tous cas, parallèle. Allez-y, vérifiez, et dites-moi ce que vous pensez de cette source, si elle est parallèle ou pas ? (Les groupes manipulent.) Est-ce que la taille change ?
470	Groupe	Oui.
471	E	La taille change. Donc conclusion ? Parallèle ou pas ?
472	Groupe	Non.
473	E	Donc pas parallèle. Je vous propose de mettre deux mêmes crayons côte-à-côte. Est-ce que les ombres de vos crayons sont parallèles ou pas ?
474	Groupe	Non.
475	E	Non, donc est-ce que c'est une source de lumière parallèle ?
476	Groupe	Non.
477	E	Non. Je vais vous proposer maintenant d'aller un petit peu plus loin. Vous allez prendre votre source en main, et vous allez la mettre haute, pour voir vos petites ombres, et à quel point elles ne sont pas parallèles. C'est bon ? Vous voyez vos ombres pas parallèles du tout ? Et bien maintenant, vous allez, en gardant la même direction quasiment, vous allez éloigner votre source de lumière. Eloignez-la aussi loin que vous pouvez aller avec le fil. Que se passe-t-il quand vous éloignez ? C'est de plus en plus parallèle. Ça vous rappelle quelque chose ça ?
478	Groupe	Le soleil.
479	E	Et bien voilà. Le soleil est très loin et comme il est très loin, effectivement, on a des rayons qui sont quasiment parallèles. Ça, ça marche bien avec les petits. Bon, et bien on est parti maintenant ! Alors je vais vous poser les questions, au fur et à mesure, vous allez chercher les réponses ensemble par groupe. Il y a une personne par groupe qui sert de secrétaire, et une fois que tout le monde a trouvé une réponse, on se met d'accord ensemble. Donc chaque groupe présentera au fur et à mesure, il y aura un groupe qui parlera d'abord puis les autres rajouteront des choses au fur et à mesure. Et d'une question à l'autre, évidemment le premier groupe qui parle ne sera pas le même. On va fonctionner comme ça. Donc première question : comment expliquer que quand il fait jour ici à Nice, si je suis à Pékin, là, tout de suite, il fait carrément nuit ? Donc comment expliquer que quand il fait jour sur certains endroits du globe, il fait nuit sur certains autres endroits du globe ? Aller, vous avez quelques minutes pour faire ça. Vous savez tous où se trouve Pékin, la Chine par rapport à nous ?
480	Groupe	Oui, oui. (Les groupes discutent ensemble.)
481	Groupe 1	(Audio WS320082 à partir de 00:39:00 jusqu'à 00:40:44) Personne 1 : C'est parce que Nice c'est là et que Pékin c'est dans la zone d'ombre.
482	Groupe 2	(Audio WS320101 à partir de 00:39:17 jusqu'à 00:41:30) Personne 1 : Je fais un point sur le globe pour représenter Nice. Personne 2 : C'est parce qu'il n'y a qu'un côté qui est éclairé par le soleil. Personne 3 : Là en fait le Soleil s'est levé il n'y a pas très longtemps. La Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Personne 4 : Pour l'instant, c'est nous qui sommes éclairés.
483	Groupe 3	(Audio WS320071 à partir de 00:39:04 jusqu'à 00:40:55) Personne 1 : Bon c'est facile, nous on est là, il fait jour, donc forcément de l'autre côté, il fait nuit. Personne 2 : Il n'y a qu'une partie de la Terre qui est éclairée par le soleil, et ça c'est l'ombre propre. Donc Pékin se trouve dans l'ombre propre. (Discussion hors-sujet.)
484	E	Alors, vous avez trouvé ? Allez-y, vous allez être le premier groupe à nous expliquer les choses.
485	A5	Si on place la boule devant la source, comme la Terre est devant le soleil, il y a la moitié qui n'est pas éclairée, c'est l'ombre propre, et comme Pékin est à l'autre bout de la Terre de nous, et bien voilà. Nous on est illuminé, et pendant ce temps, eux ils sont derrière donc ils sont dans l'ombre propre donc ils ne sont pas illuminés.
486	E	Que pensez-vous de ce qu'elles ont dit ? Est-ce que vous êtes d'accord ?
487	Groupe	Oui.

488	E	Est-ce que quelqu'un peut reformuler ce qu'elle vient de dire ? C'était bien, mais je voudrais une autre formulation.
489	A6	On peut observer que quand on éclaire une boule à la lumière, il y a une zone qui est éclairée et une zone qui n'est pas éclairée. Donc si Nice se trouve là, on est dans le jour, et si Pékin se trouve là, c'est la nuit.
490	E	Alors "là et là", c'est bien quand on parle. Imaginez que je rajoute une difficulté, que vous deviez expliquer ça sur votre copie. Il n'y a quasiment rien à changer de ce que vous m'avez dit.
491	A10	Si Nice se trouve dans la zone éclairée, Pékin qui est de l'autre côté se trouve dans la zone non éclairée.
492	E	Donc vous diriez que lorsque le soleil éclaire la Terre, la Terre étant une sphère, on a la moitié de la sphère qui est éclairée et l'autre moitié qui ne l'est pas. Et toutes les villes étant dans cette zone non éclairée, donc dans l'ombre propre de la Terre, sont dans l'obscurité, dans la nuit. Ok, et bien ça c'est déjà un bon début. Vous voulez bien me faire un dessin de ça ? Je voudrais que vous me montriez comment vous expliquez la séparation jour / nuit sur votre balle. Vous allez me faire ça comme si vous étiez au concours. Je voudrais que le dessin soit le plus scientifique possible. (Les groupes dessinent.) Je vous rappelle qu'on avait dit que les rayons du soleil nous arrivaient parallèles. On va dire qu'on hachure la partie qui n'est pas éclairée. (Estelle passe dans les groupes pour regarder les dessins.) Alors quasiment tout le monde m'a fait des rayons, c'est bien, et une Terre, c'est mieux. Par contre, je vois un certain nombre de représentations différentes. Il y en a une partie d'entre vous qui ont fait ça (Estelle dessine au tableau.), il y en a d'autres qui ont fait ça, d'autres qui ont fait ça, et quelques uns qui ont fait ça. On va les appeler a, b, c et d. A votre avis, quelle est-celle que j'attends de vous ?
493	A2	C'est la d.
494	A13	La a.
495	A6	La b puisque c'est-celle que vous avez commencé par dessiner ! (rires)
496	E	Ça ce n'est pas forcément un critère (rires).
497	A15	Le souci c'est qu'avec la a on prend en compte l'inclinaison de la Terre mais les rayons arrivent toujours pareils donc on va avoir la moitié éclairée et pas l'autre. Ce n'est pas l'ombre qui va être décalée.
498	E	Tout ce que je vous ai dessiné a été dessiné exprès, je vous le redessine en rouge.
499	A2	Elle n'est pas juste la a.
500	E	Elle n'est pas juste la a ?
501	A2	Non parce que la Terre, qu'elle soit inclinée ou pas, l'ombre, c'est toujours la moitié. Les rayons doivent être en face.
502	E	Donc la a ne vous convient pas. Par rapport à ce qu'on a dessiné la dernière fois, par rapport à ce que l'on a dit aussi.
503	A6	Ça pourrait créer une confusion entre l'axe de rotation de la Terre et la ligne de démarcation entre l'ombre et la lumière.
504	E	Cette ligne s'appelle la séparatrice tout simplement. Alors la a vous la voulez ou pas ?
505	Groupe	Non.
506	E	Vous l'éliminez parce que vous me dites que la séparation jour / nuit ne correspond pas à la réalité des rayons. Alors maintenant, b, c ou d ? A priori, les ombres sont toutes correctement dessinées, donc a priori tous ces dessins sont justes.
507	A9	Pour les rayons il faudrait essayer de faire un trait continu et ne pas s'arrêter en chemin.
508	E	Ah, du coup, vous préférez celle-là, parce que les rayons vont jusqu'au bout.
509	A9	Oui, en tous cas jusqu'à la Terre.
510	E	En tous cas jusqu'à la Terre, ok. Ici, ils s'arrêtent tous avant, et ici, un peu des deux. Alors pour le concours, quand on vous demande un dessin, je veux que vous montriez que vous maîtrisez bien les choses, et que l'ombre, vous l'associez parfaitement aux rayons donc que les rayons vont jusqu'au bout. Vous verrez sur plein de livres, et vous me verrez aussi moi-même faire ce genre de dessins. Ce n'est pas bien. Mais ça va nettement plus vite. Donc vous, sur vos copies, c'est ça.
511	A5	Donc les rayons en-dessous, au-dessus…
512	E	Eventuellement, les rayons au-dessus et en-dessous, ce n'est pas mal. Mais c'est surtout les rayons qui délimitent la zone d'ombre et la zone éclairée.
513	A10	Et le soleil, on doit le dessiner ou on doit juste l'écrire ?

514	E	Alors, si on fait des rayons parallèles, est-ce qu'on dessine un soleil ?
515	A10	Non, mais éventuellement faire une petite phrase.
516	E	Alors oui, faire une petite phrase, ou vous pouvez mettre un "S" comme "soleil". Ou alors, si vous faites un soleil, vous précisez qu'il n'est pas à l'échelle. Bon, donc on a répondu à notre première question, à savoir qu'on explique le phénomène de jour et de nuit par le fait que notre Terre est une boule, et une boule quand on l'éclaire, il y a une moitié qui est éclairée et une qui ne l'est pas. Question suivante : comment expliquer l'alternance du jour et de la nuit ? A vous !
517	Groupe 1	(Audio WS320082 à partir de 00:53:46 jusqu'à 00:56:10) Personne 1 : Il faut expliquer pourquoi la Terre tourne. Personne 2 : C'est parce que la Terre tourne autour du soleil. Il faudrait faire tourner la Terre comme ça mais il faudrait aussi la faire tourner comme ça. En fait ça change parce que la Terre tourne sur elle-même, et elle tourne autour du soleil. Personne 3 : Oui, donc en fait on dit que c'est parce que la terre tourne sur elle-même et elle tourne aussi autour du soleil. Personne 4 : L'alternance c'est juste parce qu'elle tourne sur elle-même. Et le fait qu'elle tourne autour du soleil c'est pour les saisons. (Discussion hors-sujet.)
518	Groupe 2	(Audio WS320101 à partir de 00:54:05 jusqu'à 00:56:27) Personne 1 : C'est parce que la Terre tourne. Personne 2 : On dit qu'elle tourne autour du soleil ou ça ne rentre pas en jeu pour l'instant ? Personne 3 : On dit juste qu'elle tourne sur elle-même. Parce que si elle ne tournait pas autour du soleil, ça marcherait quand même. Personne 4 : Ben voilà, c'est tout alors. (Discussion hors-sujet.)
519	Groupe 3	(Audio WS320071 à partir de 00:53:55 jusqu'à 00:56:20) Personne 1 : La Terre tourne sur elle-même. Personne 2 : Oui mais là, du coup, on dit quoi ? Que c'est parce qu'elle tourne autour du soleil ou parce qu'elle tourne sur elle-même ? (Discussion hors-sujet.)
520	E	Vous avez fini ? Vous avez tous trouvé ? Alors, qui pourrait m'expliquer ? Aller-y, expliquez-nous.
521	A9	C'est lié à la rotation de la Terre sur elle-même.
522	E	Donc vous nous proposez comme modèle, le fait que la Terre tourne sur elle-même. Expliquez-nous en quoi ça permet d'expliquer le jour et la nuit.
523	A9	(A9 manipule la boule.) La France est représentée ici, on a fait tourner le globe dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, et on s'est rendu compte qu'au fil de la journée, on passait sur la face à l'ombre, alors Pékin se retrouvait sur la face éclairée par le soleil.
524	E	Ça vous convient les autres ? Est-ce que cette façon de faire les choses permet d'expliquer l'alternance jour / nuit ?
525	Groupe	Oui.
526	E	Est-ce que vous avez une autre solution ?
527	A6	Ça peut être que la Terre ne bouge pas, c'est le soleil qui bouge.
528	E	Alors l'autre possibilité que vous me dites c'est que la Terre ne bouge pas, et le soleil tourne autour. Est-ce que c'est possible ?
529	A10	Ça serait un peu compliqué.
530	E	Pourquoi "un peu compliqué" ?
531	A2	Parce que le soleil est très loin de la Terre. Il ferait un grand tour.
532	A10	Il faudrait qu'il bouge.
533	E	Ah, le soleil ne bouge pas ? Alors, est-ce que ça marche le fait que le soleil tourne autour de la Terre pour expliquer l'alternance jour / nuit ? Moi si je regarde dehors, qu'est-ce que je vois ? Je vois le soleil, qui apparaît et qui disparaît, tous les jours. Si je dessine sa trace avec les ombres justement, je peux faire tourner ma lampe et j'arrive à reproduire ce que je trouvais au niveau des ombres. Donc si on dit que le soleil tourne autour de la Terre en 24 heures pour expliquer l'alternance jour / nuit, est-ce que c'est possible ?
534	Groupe	Oui.
535	E	Alors comment fait-on pour savoir laquelle des deux est la bonne ? Est-ce qu'il y en a une qui est plus juste que l'autre déjà ? Moi, vu de la Terre, je vois le soleil qui tourne. Vous êtes d'accord avec moi ?
536	Groupe	Oui.
537	E	Donc je vois le soleil bouger. Par contre vous m'avez tous dit que c'est la Terre qui tourne sur elle-même. C'est-ce qu'on vous a appris ?
538	Groupe	Oui.
539	A6	Je n'ai aucun moyen de prouver que le soleil ne bouge pas, mais par contre j'ai un moyen qui pourrait prouver que la Terre tourne. On a besoin d'une cathédrale avec une grande hauteur

		sous plafond.
540	E	Attendez, déjà je veux que vous m'expliquiez la première partie de votre réponse. Vous m'avez dit "je n'ai aucun moyen de prouver que le soleil ne bouge pas". Je voudrais qu'on aille un tout petit peu plus loin.
541	A6	Parce que, quand bien même j'arriverais à prouver que c'est la Terre qui tourne, ça ne prouve pas que le soleil ne bouge pas. Ça démontrerait seulement que la Terre tourne.
542	E	Alors on va aller un pas en arrière par rapport à tout ce que vous me dites, on va déjà essayer de voir si on peut, nous, vu de la Terre, savoir si c'est le soleil qui tourne ou si c'est nous qui tournons. Votre collègue affirme qu'il n'y a pas de moyen de le savoir. On va faire une ronde. Venez, vous allez faire une ronde (Un groupe se lève et fait une ronde.) Alors on va dire que nous avons un soleil et nous avons une Terre. On va voir les différentes façons dont le soleil tourne autour de la Terre, le soleil qui se lève et qui se couche. Alors vous, vous voyez le soleil quasiment devant vous. Quand on voit le soleil quasiment devant soi, il est au plus haut dans le ciel, il est midi. Vous, le soleil, vous commencez ou vous terminez de le voir, ça dépend dans quel sens vous tournez ; mais vous le voyez sur le côté. De l'autre côté, vous aussi vous voyez le soleil sur le côté. Et vous deux, vous ne voyez pas le soleil, donc c'est la nuit. On a la Terre, on a le soleil, on a ceux qui voient le soleil et ceux qui ne le voient pas. Et vous me dites qu'une première façon pour que celle qui est dans la nuit voie le jour et celle qui est dans le jour voie la nuit, c'est de faire tourner la Terre. Allez-y. (La ronde tourne.) Donc maintenant, est-ce que vous voyez encore le soleil ? Non. Vous qui étiez dans la nuit, est-ce que vous voyez le soleil ?
543	A11	Un peu.
544	E	Un peu sur le côté, oui. Vous commencez à voir apparaître le soleil, c'est le lever du soleil. Vous, vous le voyez mais pas parfaitement devant vous, donc il doit être 9h du matin. Vous, vous avez fini de le voir au-dessus de vous; et la collègue là-bas, elle ne le voit presque plus, il va disparaître, c'est le coucher. Vous auriez pu tourner dans l'autre sens, est-ce que ça aurait changé quelque chose ?
545	A8	Non.
546	E	Non, tournez dans l'autre sens pour voir. Il y a toujours alternance du jour et de la nuit, par contre maintenant, là où le soleil se levait, il se couche, et là où il se couchait, il se lève. Donc on va garder le même sens de circulation et vous, vous allez regarder comment vous voyez le soleil, et le soleil va regarder comment il vous voit passer les uns et les autres, devant lui. (La ronde tourne.) C'est bon vous avez repéré ? Alors maintenant, je voudrais que sans que la Terre bouge, vous ayez l'impression de voir la même chose. Est-ce que c'est possible ? Est-ce que le soleil peut voir la même chose, et la Terre voir la même chose ? Est-ce que vous pouvez voir le soleil se lever et se coucher sans que la Terre bouge ?
547	A15	Il faudrait que je bouge (A15 est le soleil).
548	E	Et bien allez-y. (Le soleil tourne autour de la Terre.) Est-ce que vous les voyez apparaître et disparaître dans le même sens que tout à l'heure ?
549	A15	Non, c'est l'inverse.
550	E	Bon remettez-vous à votre place, on recommence. Regardez, vous voyez d'abord le plus grand, ensuite la petite blonde.
551	A15	(A15 tourne autour de la Terre.) Là je vois l'inverse de ce que j'ai vu.
552	E	Ce n'est pas ça qu'on vous demande. On vous demande de voir la même chose que tout à l'heure.
553	A15	Alors il faut que je tourne dans l'autre sens.
554	E	Voilà.
555	A15	Là je les vois dans le même ordre que tout à l'heure.
556	E	Vous êtes d'accord les autres ?
557	Groupe	Oui.
558	E	Donc finalement, si le soleil se met à tourner dans le sens inverse de la façon dont la Terre tournait tout à l'heure, on voit la même chose. Donc si on voit la même chose, vu de la Terre, est-ce qu'on peut savoir si c'est la Terre qui tourne ou le soleil qui tourne ?
559	A2	Non.
560	E	Donc on ne peut pas savoir, nous, vu de la Terre, si c'est nous qui tournons ou si c'est le soleil qui tourne. Alors maintenant nous avons quelqu'un qui nous propose une autre possibilité et qui nous dit "moi je sais que la Terre tourne". Alors vous voulez bien nous raconter ça ? Essayez d'être le plus bref possible et le plus pertinent possible pour vos collègues.
561	A6	Ça s'appelle le pendule de Foucault. On a besoin d'une cathédrale, d'un bout de ficelle et d'une

		grosse boule très lourde. Il suffit de faire balancer le pendule en balancier, et d'attendre une bonne heure. Ensuite on a essayé de placer un bout de papier au sol, de tracer au crayon l'axe du balancement du pendule, on attend une heure et on retrace au crayon l'axe de balancement du pendule. Et on observe que l'axe n'est pas le même. Et à partir de ça, on démontre que la Terre tourne.
562	E	Ah bon ?
563	A6	Et oui. (A6 vient faire l'expérience avec le pendule et une feuille de papier.)
564	E	Alors Foucault a fait les choses proprement. Pour voir l'axe de rotation, il a mis une petite pointe et du sable. Parce que faire une marque et regarder ce n'est pas évident. Donc avec le sable, il y a la trace. Donc le pendule de Foucault c'est le XIXème siècle. Donc là on observe le battement d'un pendule, regardez ce qu'il se passe vu de vous, et vu de moi. Quand on fait tourner la chaise, qu'est-ce qu'il se passe au niveau de l'orientation dans laquelle bat le pendule ? Si je regarde non pas la trace par rapport à la chaise mais la trace par rapport au sol ?
565	Groupe	C'est la même.
566	E	C'est toujours la même, effectivement. Par contre, vous voyez, par rapport à la chaise, la trace a changé. Alors, ce qu'il vous a montré là, c'est que si je suis dans un référentiel, dans un endroit où ça ne tourne pas, on va dire que nous, par rapport à la Terre, on ne tourne pas. Que voit-on par rapport au sol par exemple ? Je vois que l'orientation de mon pendule par rapport au sol ne change pas. Donc si moi je ne tourne pas, si je suis sur quelque chose qui ne tourne pas, je vois une trace toujours droite. Par contre ce qu'il vous a montré c'est que si on est sur la chaise, si on est sur quelque chose qui tourne, on voit que la trace du pendule tourne. Alors comment explique-t-on ça ? Si on en croit Newton, le fait que ça tourne, ça nous montre que la Terre tourne. Donc avec Foucault, et en étant d'accord avec Newton, on peut dire que la Terre tourne sur elle-même. Alors évidemment, la Terre ne tourne pas aussi vite que la chaise, elle fait un tour en 24 heures. Donc il faut du temps, il faut un peu plus d'une heure pour voir les choses. Ce déplacement, on ne le voit pas de la même façon si on le fait à Paris, en Afrique, du côté du Maroc, du côté de l'Equateur. Mais la Terre tourne sur elle-même, ça on le sait. Donc effectivement, on n'a pas montré si le soleil tournait autour ou pas, par contre on va considérer maintenant, pour faire alterner le jour et la nuit, qu'on va faire tourner notre Terre. Alors maintenant, la question suivante ça va être : dans quel sens tourne la Terre ? On fait 10 minutes de pause. (Tout le monde part en pause.)
567	E	Aller, on y retourne. Alors, dans quel sens tourne la Terre ? Vous savez que quand on se place au Nord, elle tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Ça c'est une chose que vous avez apprise. Comment en arrive-t-on à ça ?
568	A6	Elle n'a pas vraiment de sens.
569	E	Ah si ! Soit elle tourne comme ça (Estelle tourne dans un sens), soit elle tourne comme ça (Estelle tourne dans l'autre sens.)
570	A6	Ben non, ça dépend comment on regarde.
571	E	Alors effectivement, il faut qu'on regarde de quelque part. Donc on va dire qu'on regarde par rapport au-dessus. Quand on dit qu'il y a quelque chose qui tourne, forcément, il y a un axe de rotation. Donc vous intuitivement, après des années de scolarité, on vous a montré que le Nord était là, et que le Sud était là. Et donc ce que l'on a dit c'est que, si on se place au-dessus du pôle Nord, la Terre tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre. Par contre, on n'a pas expliqué pourquoi. C'est parce qu'on l'a appris. Alors est-ce qu'on peut trouver ça ?
572	A5	Si le soleil ne tourne pas, vu qu'on sait qu'il se lève à l'Est, on peut voir par rapport à ça.
573	E	Ah peut être bien oui. Alors on essaye. On va faire un point rouge sur la boule, on va dire que ce point, c'est nous. Et donc si on a le Nord ici, l'Est est ici, et l'Ouest est ici. Vous êtes d'accord ? On a dit que le soleil, on le voyait apparaître par l'Est et disparaître par l'Ouest. Donc est-ce qu'avec ça, on peut savoir dans quel sens tourne la Terre ? Allez-y. Donc vous avez la séparation jour / nuit, vous la voyez bien. Pour vous aider, vous pouvez mettre deux points : Nice et Brest. Et pour information, quand le soleil vient de se lever à Nice, il fait encore nuit à Brest. Le soleil se lève à 7h à Nice et à 8h à Brest, il y a quasiment une heure de décalage. Donc Brest est à l'Ouest de Nice et le soleil se lève plus tard.
574	Groupe 1	(Audio WS320082 à partir de 01:34:55 jusqu'à 01:37:25) Personne 1 : Donc c'est Nice qui reçoit le soleil d'abord. Personne 2 : Oui. Donc c'est forcément dans ce sens là, parce que si on tournait dans l'autre sens, c'est Brest qui aurait d'abord la lumière. Personne 3 : Donc c'est bien dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Estelle : Alors, ça tourne dans quel sens ? Personne 4 : Dans le sens inverse. Estelle : Essayez de me mettre ça sous forme de phrases, puisque vous avez fini avant les autres. Essayez de voir comment vous expliqueriez ça. (Chacun réfléchit.)
575	Groupe 2	(Audio WS320102 à partir de 00:01:13 jusqu'à 00:04:23) Personne 1 : Regarde là c'est nous, et

		après, hop, c'est eux. (Le groupe manipule.) Personne 2 : Donc pour le coucher c'est pareil, ils se lèvent une heure après mais ils se couchent une heure plus tard aussi. Personne 3 : Oui puisque c'est décalé. Personne 4 : Donc la Terre tourne bien dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Personne 1 : Mais comment on le sait en fait que le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest ? Personne 2 : On le voit. Personne 1 : Ok. Ça part de l'observation.
576	Groupe 3	(Audio WS320071 à partir de 01:35:15 jusqu'à 01:37:35) Personne 1 : A Nice, il commence à faire jour, et là à Brest il fait toujours nuit. Et là il fait jour. Donc du coup c'est bien que ça tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Donc là, tu vois apparaître le soleil à ta gauche, donc à l'Est.
577	E	Alors, vous avez tous trouvé ? Quelqu'un veut expliquer comment il a fait ? Allez-y.
578	A8	On sait que pendant un certain intervalle de temps, il va faire jour à Nice tandis qu'il va encore faire nuit à Brest. Donc sachant que Brest est à l'Ouest de Nice, le seul moyen pour que Nice soit éclairée avant Brest, c'est que la Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
579	E	Vous êtes d'accord ?
580	Groupe	Oui.
581	E	Alors maintenant, si on prenait l'autre version "le soleil se lève à l'Est et couche à l'Ouest", est-ce que ça revient au même ?
582	A8	Oui parce que Nice est située à l'Est de Brest et on voit que Nice est éclairée avant Brest.
583	E	Oui. Alors l'idée de mettre deux villes c'est pour vous aider à vous repérer. Il y en a une qui voit le soleil avant l'autre ; et celle qui voit le soleil est-celle qui est le plus à l'Est des deux. La difficulté qu'on a par rapport à ça c'est que mon Est peut être votre Ouest et réciproquement. Vous, venez avec moi, et vous aussi (Estelle désigne deux personnes.) On va dire que le Nord est là-bas. Donc moi je suis Brest et elle est Nice. Moi, Brest, je dis que Nice est à l'Est, pour moi. Maintenant si je me mets par ici, Nice est à l'Ouest. Donc vous voyez, la notion d'Est et d'Ouest c'est toujours par rapport à un point donné. Donc ça c'est toujours une difficulté pour tout le monde. Quand on se donne deux points et qu'on dit "le soleil on le voit d'abord là puis là", forcément ça implique un sens de rotation. Maintenant, quand on dit "le soleil se lève à l'Est", il se lève à l'Est d'un point, parce que se lever à l'Est tout court, ça ne veut pas dire grand chose. Il se lève à l'Est par rapport à moi. Donc si je prends un seul point cette fois-ci, par rapport à ce point, je positionne l'Est et je positionne l'Ouest. Et puis j'essaye de voir, comment, en tournant, je peux voir d'abord le soleil sur l'Est. Vous utilisez l'une ou l'autre version. Personnellement, je trouve que la version avec les deux villes est nettement plus pratique. Avec les enfants, on fait ça sous forme de ronde. On prend Nice, Paris, Brest, une ville en Italie, on prend les Etats-Unis de l'autre côté... Alors dès qu'on va très loin, on a un problème, c'est que localement, on a décalé les heures. Donc on va se retrouver avec des problèmes de ce style là. On va rester sur une ronde, on va juste regarder Nice, Paris et Brest, puis on va faire tourner les enfants de façon à ce que Nice voit d'abord le soleil, puis Paris, puis Brest.
584	A1	Mais par exemple si on se place comme si on était sur la Terre, moi je me mets là, mon soleil est à gauche.
585	E	Vous êtes là, mais le Nord est ici, d'accord ? L'Est est ici.
586	A1	Oui mais si je suis comme ça ?
587	E	Non, non, sur la Terre vous regardez le Nord, c'est important aussi ça, vous voyez. Quand je suis sur la Terre, je regarde en direction du Nord. Donc quand je regarde le Nord, mon Est est ici et mon Ouest est ici. Donc le soleil doit m'apparaître quelque part par ici, donc il faut que je tourne dans ce sens là.
588	A1	D'accord.
589	E	Mais effectivement, vous avez raison, quand on se met sur le petit globe là, on regarde en direction du Nord pour voir l'Est par là. Alors du coup c'est intéressant comme question, je vous pose la question suivante. Si je suis en Australie, est-ce que je vois le soleil se lever à l'Est et se coucher à l'Ouest ou pas ? A Nice, on a vu que le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest. Qu'en est-il de l'Australie ? Est-ce que ça change quelque chose ou pas ?
590	A9	Pour eux, le Nord est le pôle Sud pour nous.
591	E	Alors est-ce que le Nord est le même pour tout le monde ?
592	Groupe	Oui.
593	E	Oui, tout le monde a le même Nord. (Tout le monde réfléchit.) Bon on va regarder. On prend notre globe. On a mis Nice, on va descendre sur la même latitude, on va faire un autre point et on va placer l'Est et l'Ouest sur ce point là. Est-ce que ça change par rapport à ici ?
594	Groupe	Non.

595	E	Non, ça ne change rien, l'Est est toujours là et l'Ouest est toujours là. On a fixé le mouvement de rotation de la Terre, il ne change pas non plus. Donc si on garde ça constant, pour l'hémisphère sud, on voit que le soleil apparaît de la même façon à l'Est et va se coucher à l'Ouest. Donc ça ne change rien. Dans l'hémisphère sud, le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest également.
596	A10	Et le coup de la chasse d'eau qui tourne dans un sens ?
597	A2	Ça a un rapport avec le magnétisme non ?
598	E	Non, ça n'a rien à voir avec le magnétisme, c'est lié à la rotation de la Terre. La rotation de la Terre génère un certain nombre de phénomènes assez bizarres, comme le pendule de Foucault. Mais il n'y a pas que ça. Si vous lâchez un objet, on dit qu'il tomber verticalement mais en fait il est dévié vers l'Est. Alors les nuages... Dans l'atmosphère on a des masses d'air qui sont en mouvement. Et le fait que ma Terre tourne, ça a des impacts sur la façon dont ces masses d'air se déplacent. Dans la chasse d'eau, le fait que les tourbillons tournent dans un sens ou dans l'autre, selon qu'on soit dans l'hémisphère Nord ou dans l'hémisphère Sud... c'est sensible à la rotation de la Terre mais il y a d'autres choses qui sont prédominantes et qui font que ça va tourner dans un sens ou dans l'autre. Donc on ne peut pas vraiment savoir si on est dans l'hémisphère Nord ou dans l'hémisphère Sud en regardant la façon dont l'eau tourne. Ce serait rigolo, mais non, c'est une légende urbaine comme on dit. On a vu le sens de la Terre, qu'est-ce qu'il nous reste à voir maintenant ?
599	Groupe	Les saisons.
600	E	Les saisons, on essaye d'expliquer en fait ce que l'on voit nous, vu de la Terre. Donc vu de la Terre, on a vu qu'il y avait du jour et de la nuit, ensuite on a observé qu'on avait une alternance jour / nuit et on s'est mis d'accord que c'était lié au fait que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures. Et puis du coup on s'est posé la question de savoir dans quel sens tournait la Terre. Et maintenant, on a constaté que la durée du jour et la durée de la nuit variait sur le globe. Alors je vais commencer par vous poser la question suivante, c'est : essayez de m'expliquer pourquoi, quand le jour est long en France, donc en été, on est en hiver en Afrique du Sud ? Vous vous mettez d'accord par petits groupes d'abord, puis ensuite on met ça en commun.
601	Groupe 1	(Audio WS320082 à partir de 01:49:54 jusqu'à 01:54:30) Personne 1 : Sur une certaine surface tu as la quantité de rayons qui arrivent qui n'est pas la même. Personne 2 : C'est parce que la Terre est penchée en fait. Personne 1 : Voilà. Personne 3 : C'est dû à la rotondité de la Terre. Personne 4 : En fait la quantité de rayons est la même mais la surface sur laquelle les rayons arrivent est différente. Elle est plus grande, donc du coup tu vas avoir moins de puissance. Personne 2 : Je croyais que ça avait un rapport aussi avec la longueur. Personne 1 : Oui, ça c'est par rapport aux saisons. C'est parce qu'en fait quand la Terre va être à côté du soleil, c'est la France qui va se retrouver dans la zone où il y a le plus de rayons, par contre si tu mets la Terre de l'autre côté, ça va être l'Afrique du Sud qui va se retrouver dans la zone où il y a le plus de rayons. C'est lié à la rotation de la Terre autour du soleil. Personne 4 : Oui et il y a des moments où elle passe plus près du soleil. Personne 1 : Quand c'est plus près du soleil, à un moment donné, ça va être l'hémisphère Nord qui va être là où il y a le plus de rayons, donc c'est l'été dans le Nord et l'hiver dans le Sud ; et puis elle va continuer son tour, et de l'autre côté ça va être l'hémisphère Sud qui va être le plus proche du soleil. C'est pour ça qu'il y a les saisons. Personne 3 : Et c'est une question d'inclinaison. Personne 1 : Oui, aussi. C'est une combinaison des deux qui font que un coup c'est plus proche et un coup c'est plus loin.
602	Groupe 2	(Audio WS320102 à partir de 00:17:00 jusqu'à 00:21:30) Personne 1 : On va dire qu'on est là. Personne 2 : Les rayons arrivent de plein fouet comme ça, et là c'est moins éclairé. Donc il y a moins de chaleur. Personne 3 : C'est que le soleil est plus loin d'ici que d'ici. Personne 2 : Et après c'est l'inverse. Le soleil est rasant ici alors que là c'est de plein fouet. Personne 4 : Mais comment expliquer par des phrases simples ? Personne 1 : Ben, le soleil est plus haut dans le ciel ou le soleil est plus bas dans le ciel. Il est plus ou moins éloigné. Personne 1 : Je ne comprends pas comment il peut être plus ou moins proche. Personne 2 : Les rayons sont parallèles donc à partir du moment où ils sont parallèles... (Le groupe manipule.) Personne 4 : C'est parce que la Terre fait une ellipse donc il y a un moment où elle est plus près du soleil. Et puis elle est toujours inclinée de 23°. Personne 1 : Si elle n'était pas inclinée, on aurait la même saison en même temps. Personne 2 : C'est parce que les rayons sont parallèles en fait, donc forcément, ça n'éclaire pas de la même manière. Ça n'éclaire pas au même moment au même endroit, avec la même inclinaison. Donc par rapport à l'équateur, ça serait la même quantité de soleil qui va frapper la Terre, et donc ça sera les mêmes saisons.
603	Groupe 3	(Audio WS320071 à partir de 01:50:20 jusqu'à 01:54:43) Personne 1 : Ça vient de l'inclinaison de la Terre. Personne 2 : Mais comment on sait qu'elle est inclinée dans ce sens là et pas dans l'autre ? Personne 3 : Moi je dirais que là on est plus loin du soleil. Personne 4 : En fait

		l'inclinaison ne change pas, c'est l'axe de rotation qui change. Personne 2 : Non justement. (Le groupe manipule.) Personne 3 : Pour répondre aux saisons, on peut dire que c'est l'inclinaison. Personne 4 : Moi je pensais que c'était un truc par rapport à l'équateur. Personne 1 : Si tu considères que les rayons arrivent parallèlement, l'angle par lequel ils vont arriver en France ne va pas être le même que l'angle par lequel ils vont arriver en Afrique. Personne 4 : C'est pour ça qu'il fait plus chaud en Afrique parce que c'est l'autre axe de rotation. Personne 2 : En Afrique il fait toujours plus chaud qu'en France, que ce soit en hiver ou en été, et en fait ce qui change c'est que quand elle tourne autour du soleil, ce n'est pas un cercle, c'est une ellipse, donc à un moment donné, là elle va être plus près du soleil que là. Personne 4 : Oui mais logiquement, si toute la Terre se rapproche du soleil, toute la Terre est en été. En fait je ne savais pas que c'était inversé par rapport à l'équateur.
604	E	Tout le monde a trouvé ?
605	Groupe 3	Non.
606	E	Non ? J'allais vous interroger, mais justement, expliquez-nous vos difficultés puis on demandera à un autre groupe.
607	A11	Alors on s'est posé la question de l'inclinaison de la Terre, et on avait forcément l'Afrique qui était plus près du soleil que la France, donc c'est pour ça qu'il faisait plus chaud en Afrique.
608	E	Quelle était la question ?
609	A11	On s'est vite égaré en fait, et après on s'est rendu compte qu'on parlait de saisons. Donc qu'est-ce qui pouvait expliquer qu'ici ce soit l'été et ici l'hiver, et quand est-ce que ça s'inverse ?
610	E	Alors j'ai peut être mal posé la question. Je pensais à la longueur des jours, j'ai été maladroite sur ma formulation. Là c'est moi qui suis responsable. Vous voyez en quoi la formulation d'une question est importante.
611	A11	Donc du coup on s'est rabattu sur les saisons. Mais au final on s'est dit que l'inclinaison était toujours la même donc l'Afrique sera toujours ici et la France ici. Donc on ne voit pas pourquoi là ce serait l'hiver et ici ça serait l'été en même temps, sachant que l'inclinaison ne bouge pas.
612	E	L'inclinaison de quoi ?
613	A11	De la Terre.
614	E	Alors attendez, on n'est pas en train d'essayer d'expliquer l'alternance des saisons. On est déjà en train d'expliquer pourquoi d'un côté c'est l'été et d'un côté c'est l'hiver. Pourquoi d'un côté les jours sont longs, et de l'autre côté ils sont courts ? Et c'est comme ça que j'aurais dû formuler ma question. Pourquoi en France la durée des jours est longue, et en même temps, en Australie ou en Afrique du Sud, la durée des jours est courte ? La formulation de la question est vraiment très importante. Alors comment expliquer que la durée du jour est longue à Nice et courte en Afrique du Sud ? (Tout le monde réfléchit.)
615	A12	On voit que si on la fait tourner, le petit point rouge va rester plus longtemps éclairé que la France.
616	E	Vous avez entendu ce qu'elles ont dit ? Vous avez vérifié ?
617	Groupe	Oui.
618	E	Ce que vous proposez c'est que vous inclinez l'axe de rotation de la Terre. Déjà, est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'elles ont dit ?
619	Groupe	Oui.
620	E	Alors je vais vous le dessiner. (Estelle dessine sur un globe.) Là, l'Afrique est en été et nous sommes en hiver. Quand vous faites tourner, vous regardez un peu ce qu'il se passe. Dans cette situation, on a la France en hiver et l'Afrique du Sud en été. Vous êtes tous d'accord ?
621	Groupe	Oui.
622	E	Comment voyez-vous ça ? Pourquoi vous me dites que la France est en hiver ?
623	A9	Le trait rouge est plus petit que le trait bleu.
624	E	Le trait rouge est plus petit que le trait bleu. Est-ce que vous pensez que ça se joue comme ça ? La durée du jour et la chaleur, est-ce que c'est pareil ?
625	Groupe	Non.
626	E	Non, ce n'est pas pareil. Comment savez vous que les jours sont plus courts quand c'est l'hiver en France ?
627	A3	On remarque que dans l'hémisphère Nord, l'ombre est plus importante que dans l'hémisphère Sud.
628	E	Effectivement, là, l'ombre est grande et vers le Nord, et là, l'ombre est toute petite et vers le Sud. Mais est-ce que l'ombre grande et l'ombre petite vous donnent des indications sur la

		durée du jour ? Ça peut éventuellement nous donner une indication sur l'heure qu'il est si on utilise un cadran solaire. Alors la durée du jour, comment la trouve-t-on ?
629	A2	Si on tourne, la France va être moins longtemps éclairée que l'Afrique.
630	E	D'accord, je tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Ici en France, il commence à faire jour alors qu'en Afrique il fait jour depuis un petit moment. Ensuite, là, il est midi pour tout le monde, je suis quasiment sur la même latitude. Et ici, le soleil se couche en France et il fait encore jour en Afrique. Donc on a supposé qu'on faisait tourner notre globe de façon régulière. Comment sait-on que la Terre tourne de façon régulière ?
631	A11	Parce que tous les jours durent 24 heures.
632	E	Non. Vous me parliez tout à l'heure de cadran solaire. Que se passe-t-il si j'ai, par exemple, un pendule qui me permet de compter des battements réguliers, et si j'observe le déplacement de l'ombre sur le sol au cours de la journée ? Donc si j'ai un temps fixe, je mesure mon ombre à toutes les heures...
633	A12	Elle est proportionnelle.
634	E	Qu'est-ce qui est proportionnel ? Attention, faites-moi des phrases.
635	A12	La mesure de l'angle est proportionnelle à la durée.
636	E	Vous me dites que la mesure de l'angle entre deux ombres est proportionnelle à quoi ?
637	A12	A la durée.
638	E	C'est-à-dire que si je trace des angles toutes les heures, les angles que me font deux ombres successives sont toujours des angles égaux. Oui ? Il faudrait aller vérifier ça. On va dire qu'il y en a d'autres qui ont vérifié avant nous, et qu'effectivement, ça marche bien. Et ils ont même vérifié quand c'était la nuit pour nous, c'est-à-dire qu'ils ont demandé à quelqu'un qui était de l'autre côté de le faire. Et il a trouvé la même chose. Donc on a vérifié, la Terre tourne toujours à la même vitesse. On parle là de vitesse angulaire, c'est-à-dire qu'elle fait toujours un tour en 24 heures. Alors maintenant, durée du jour, durée de la nuit. En quoi ça nous aide de dire qu'elle tourne toujours à la même vitesse ? Regardez, si je marque la séparation jour / nuit, j'observe que dans l'hémisphère Nord, globalement mon point suit ce chemin là ; il suit un chemin qui est-centré sur l'axe de rotation de la Terre. Si je regarde la longueur qui est dans le jour, elle est beaucoup plus courte que la distance qui est dans la nuit. Et comme on vient de dire que la vitesse était tout le temps la même, dire une distance ou dire une durée, c'est pareil. Vous me suivez ?
639	Groupe	Oui.
640	E	Donc ça veut dire que si c'est plus court dans la lumière que dans la nuit, ça veut dire qu'ici, la durée est plus petite qu'ici. Donc sur 24 heures, j'ai environ 7 heures de lumière, et le reste dans l'obscurité. Donc j'ai un éclairement plus court que la nuit. Et pour l'Australie ou l'Afrique, c'est l'inverse : la durée parcourue dans la lumière est plus longue que la durée parcourue dans la nuit. Donc là j'ai peut être 15 ou 16 heures de jour, et le reste en nuit. Vous êtes d'accord ?
641	Groupe	Oui.
642	E	Là, je n'ai pas comparé cette distance là à cette distance là, j'ai comparé la partie jour de la partie nuit à chaque fois. Donc voilà, finalement, quand vous inclinez le globe, ça marche bien cette histoire. Si j'incline le globe, j'ai bien un endroit où c'est l'hiver, et au même moment un endroit où c'est l'été. Et pour m'assurer de ça, je regarde la durée parcourue dans la lumière et la durée parcourue dans la nuit. Est-ce qu'il y avait une autre possibilité ?
643	A5	On l'incline dans l'autre sens.
644	E	Si on l'incline dans l'autre sens, on se retrouve avec les saisons. Est-ce qu'il y a une autre façon de faire que d'incliner le globe pour avoir ça ? On ne bouge pas la Terre, mais on déplace le soleil. Ça marche aussi.
645	A8	Oui mais ça veut dire que le soleil ne se lève plus à l'Est et ne se couche plus à l'Ouest.
646	E	Est-ce que ça change quelque chose ? Ça ne change pas grand-chose. Effectivement, vous avez raison, on va regarder ça de plus près. Mais globalement, c'est vers l'Est et vers l'Ouest, ça ne change rien. Mais regardez, se mettre dans cette situation, ou se mettre dans cette situation, est-ce que ça change quelque chose ?
647	Groupe	Non.
648	E	C'est rigoureusement la même chose. Dire que je penche le soleil ou dire que je penche la Terre, c'est une bête histoire de point de vue. Donc on a dit qu'on a une Terre penchée. On a un axe qui n'est pas perpendiculaire aux rayons de lumière. Maintenant, c'est la question suivante : comment expliquer l'alternance des saisons ? Comment expliquer qu'on ait l'été puis l'automne, puis l'hiver, puis le printemps, et que ça recommence ? Essayez de me trouver un moyen d'expliquer ça. (Tout le monde réfléchit.) Est-ce que tout le monde a trouvé quelque

		chose ? Ce n'est pas facile à expliquer. Alors, il y en a qui ont trouvé trois possibilités. Allez-y, on va commencer par la vôtre.
649	A13	La Terre ne fait pas un rond exact autour du soleil, c'est-à-dire qu'elle n'est jamais à la même distance par rapport au soleil.
650	E	Est-ce que la distance, ça joue sur la séparation jour / nuit ? Regardez sur mon globe là. La source est une source à peu près parallèle. Si ma source est parallèle, que se passe-t-il si je recule mon globe, est-ce que ça change quelque chose sur ma séparation jour / nuit ?
651	Groupe	Non.
652	E	Ça ne change rien. Vous l'avez vu, la taille de l'ombre ne bouge pas. Donc rapprocher ou éloigner ma boule du soleil, ce n'est pas ça qui va faire changer ma séparation jour / nuit. La séparation jour / nuit et le fait qu'on soit en hiver d'un côté et en été de l'autre, ce n'est pas la distance au soleil qui va jouer. Alors, que peut-on faire d'autre ?
653	A10	Nous on a commencé par faire tourner la source autour, quand on est à l'opposé, on remarque qu'en Afrique, la durée du jour serait plus courte que la durée de la nuit. Donc c'est l'inverse de ce que l'on avait tout à l'heure. Et vice-versa pour la France. Et donc si la source ne bouge plus, quand on tourne autour du soleil, on a notre axe comme ça, et voilà, c'est la même chose.
654	E	Donc elle vous propose de faire tourner le soleil autour de la Terre. (Estelle fait la manipulation.) Là on est en été dans l'hémisphère Nord et en hiver dans l'hémisphère Sud, ça se voit bien avec les pôles. Ensuite, on tourne encore, regardez les pôles, les deux pôles sont mi-jour, mi-nuit, c'est-à-dire que la séparation jour / nuit passe par l'axe. Et si je regarde la longueur du jour et de la nuit, elle est effectivement la même partout sur le globe : équinoxe, partout il y a la moitié de jour et la moitié de nuit. Donc il y a deux équinoxes. On a dit que là on était en été, là on est au printemps ou en automne, en tous cas on a moitié-moitié, et là on est en hiver. Donc ça, ça a l'air de marcher, on ne bouge pas le globe, on a le soleil qui tourne autour. L'autre possibilité qu'elle nous disait c'est que la Terre tourne autour du soleil, en maintenant l'axe toujours de la même façon. (Estelle fait la manipulation.) Donc là on est en hiver, on continue c'est moitié-moitié, là on est en été, là on est moitié-moitié, et là on retourne en hiver. Donc la deuxième possibilité marche bien. Troisième possibilité, vous nous la montrez ?
655	A5	C'est si on ne garde pas le même axe d'inclinaison. Si rien ne bouge, mais c'est juste la Terre, l'axe qui bouge. Là on est en été, et si on change on est en hiver.
656	E	Ça marche aussi ?
657	Groupe	Oui.
658	E	Alors nous avons trois possibilités : le soleil qui tourne autour de la Terre ; la Terre qui tourne autour du soleil ; et la Terre qui gigote. Comment s'en sort-on ? La Terre qui gigote ?
659	A6	On imagine que la Terre tourne sur elle-même, comme une toupie. Et une toupie quand on la fait tourner rapidement, elle ne pivote pas, parce qu'un objet en rotation aime bien tourner toujours selon un axe. Donc l'axe ne change pas tant qu'il n'y a pas une force qui vient le faire tourner.
660	E	Alors là on va plus loin. Vu ce qu'il se passe quand on est nous, sur la Terre, est-ce qu'on peut savoir ? Il vous dit que quand on fait tourner quelque chose, vous le ferez avec une toupie. Quand on lance une toupie, ce qu'a dit votre collègue est très juste. Quand vous faites tourner quelque chose, s'il n'y a rien qui frotte, votre chose continue toujours à tourner avec le même axe. Et si on veut la faire basculer sur une autre direction cet objet, donc la Terre c'est une toupie, elle tourne sur elle-même, pour lui faire changer de direction, il faut y aller sacrément fort. Mais il n'y a rien pour le faire, donc ma toupie ne va pas se mettre à changer d'axe. Ceci dit, ma Terre est comme une toupie, et une toupie, si vous la lancez d'une certaine façon, elle fait un mouvement de nutation. Et quand je fais ça, j'ai bien mon axe qui bouge. Donc ça se passe vraiment, mais ça se passe sur 23 000 ans. Donc pour nous, à notre échelle, qui vivons jusqu'à 100 ans, soyons optimistes, c'est négligeable. Mais on a effectivement un mouvement comme ça qui se passe au cours du temps, au bout de 23 000 ans. Donc globalement, nous on va dire que l'axe de rotation de la Terre ne bouge pas. Alors ça c'est une vision mécanique de la chose. Il y en a une autre. Ça c'est le point de vue de la Terre. est-ce qu'on pourrait trouver quelque chose qui, vu de la Terre, nous permette de dire que l'axe ne bouge pas ? Dans tout ce qu'on a écrit ?
661	A13	On ne verrait peut être pas les mêmes étoiles.
662	E	Ah les étoiles ! Oui, effectivement. Si on bouge comme ça, que se passe-t-il au niveau des étoiles ?
663	A13	Vu qu'on n'est plus au même endroit, forcément, on ne verra plus la même chose dans le ciel.

664	E	Oui. Alors figurez-vous que si vous regardez le ciel d'été et le ciel d'hiver, vous ne voyez pas les mêmes étoiles. Mais vous n'êtes pas loin. Pourquoi ne voit-on pas les mêmes étoiles dans le ciel ? Regardez. (Estelle manipule.) Si je suis ici, dans la nuit je regarde par là, et quand je suis ici je vois des étoiles que je ne voyais pas tout à l'heure parce que tout à l'heure j'étais dans la lumière. Donc en basculant, on ne voit pas les mêmes étoiles. Il se trouve que nous, on ne voit pas les mêmes étoiles dans le ciel. Il y a quelque chose en plus. il y a une étoile que vous m'avez citée tout à l'heure, c'est l'étoile polaire. Vous m'avez dit que vous ne la voyez pas bouger alors que toutes les autres bougeaient. Est-ce qu'on peut l'expliquer ? Regardez. Ma Terre tourne, les étoiles, je les vois tourner aussi, elles tournent par rapport à l'axe de rotation de la Terre. Ça veut dire que s'il y a une étoile dans l'axe de rotation, elle ne tourne pas. Si je me mets au pôle Nord, l'étoile polaire est juste au-dessus de ma tête, et elle ne bouge pas. Par contre, toutes les autres étoiles autour, on a l'impression qu'elles bougent. Mais en fait, si on s'est mis dans l'hypothèse que c'est la Terre qui tourne, les étoiles ne bougent pas, c'est moi qui bouge. Maintenant, que se passe-t-il pour mon étoile polaire si j'ai un axe qui bascule comme ça ? Il y a des moments où elle n'est plus dans l'axe, et si elle n'est plus dans l'axe, on devrait la voir bouger. Or, je vois toujours mon étoile polaire qui ne bouge pas, et les autres autour qui bougent. Petite remarque : l'étoile polaire est quelque part dans cet axe là. Si je suis ici, est-ce que je peux voir l'étoile polaire ? Quels sont les gens qui peuvent voir l'étoile polaire ? Si je suis ici, l'étoile polaire je la vois comment par rapport au sol ? Je la vois haute. Ici elle est un peu plus basse, ici, encore plus basse. Et à l'équateur, mon étoile est quasiment au niveau du sol, c'est-à-dire à l'horizon. Donc pour la voir, il faut avoir un espace bien dégagé. Et si je descends en-dessous de l'équateur, je ne vois plus l'étoile polaire. Ça veut dire que l'étoile polaire, on la voit entre l'équateur et le reste, c'est-à-dire uniquement dans l'hémisphère Nord. Donc on ne peut pas la voir dans l'hémisphère Sud, elle est cachée parce que la Terre est ronde, elle est sous l'horizon. Vous êtes d'accord ? Dites-le si vous ne comprenez pas.
665	A9	Moi on m'a dit qu'on la voyait dans l'hémisphère Sud selon les saisons, il y a une saison où on peut la voir.
666	E	Ah, alors est-ce que ça changerait selon les saisons ? Là, on est en hiver dans l'hémisphère Nord et en été dans l'hémisphère Sud. J'inverse, si je me mets comme ça maintenant, je suis en été dans l'hémisphère Nord et en hiver dans l'hémisphère Sud. Est-ce que ça change quelque chose ? L'étoile polaire, moi, vue de la Terre, je la vois comme ça. Regardez ici, quand je suis au niveau de l'équateur, je la vois à l'horizon. Et dessous je ne peux pas la voir, vous êtes d'accord ?
667	Groupe	Oui.
668	E	Donc déjà ce n'est pas en été et ce n'est pas en hiver. Alors les autres saisons, c'est quand on est à peu près comme ça, vous voyez bien, 12 heures de jour et 12 heures de nuit de partout, ça coupe en deux par l'axe. Si je suis au pôle Nord, je la vois toujours verticale et si je me mets à l'équateur, je la vois à l'horizontal. Géométriquement, ce n'est pas possible, quand on est dans l'hémisphère Sud, de voir l'étoile polaire.
669	A9	Pourtant on m'a dit ça dans un observatoire…
670	E	Nous ce qu'on a dit là c'est qu'on a considéré que la Terre est une boule, et un soleil avec des rayons qui nous arrivent parallèles. Et mon étoile polaire, là, telle qu'elle est, le lumière ne peut pas m'arriver dessus, ce n'est pas possible. Mais notre Terre est entourée d'une atmosphère. Quand on une atmosphère, elle peut mettre la pagaille, c'est génial. Vous vous souvenez, on a dit que quand on passait d'un milieu à l'autre, ce qu'il pouvait se passer c'est que les rayons de lumière ne nous arrivaient plus tout droit. Alors je ne sais pas ce qu'ils vous ont dit exactement, mais une hypothèse que je pourrais émettre, c'est que si on voit la lumière de l'étoile polaire, alors que moi, géométriquement parlant, ce n'est pas possible, c'est qu'il y a autre chose qui joue. C'est-à-dire que j'ai des rayons qui ne vont pas en ligne droite, comme ils devraient aller. Donc une possibilité c'est que l'atmosphère perturbe tout ça et nous permette de voir quelque chose qu'on ne devrait pas voir, c'est-à-dire que ce serait un mirage.
671	A6	Peut être qu'il s'agissait d'une étoile polaire mais au Sud.
672	E	Non, non, l'étoile polaire, c'est l'étoile polaire, on l'a identifiée comme telle, et on n'en change pas, parce que sinon on ne s'en sort plus. Alors la Croix du Sud maintenant. On pourrait se dire que ça serait bien que dans l'axe du Sud, ils aient aussi quelque chose, mais pas de chance, ils n'ont rien. Ceci dit quand on prend une photo, on voit toutes les étoiles qui tournent de la même façon. On voit toutes les étoiles tourner, mais on les voit tourner autour de rien ; on peut retrouver le centre du cercle. Par contre, il y a des étoiles qui sont un peu plus loin, très brillantes et qu'on reconnaît facilement, c'est la fameuse Croix du Sud. C'est un peu l'équivalent de notre Grande Ourse si vous voulez. Nous, on se réfère à la Grande Ourse, eux se réfèrent à la croix du Sud. Ça va ?

673	Groupe	Oui.
674	E	Alors il faut savoir que quand vous voyez des choses que vous ne devriez pas voir, en général, c'est à cause de l'atmosphère. Donc on a éliminé une possibilité, il nous en reste deux. Maintenant on a la Terre qui tourne autour du soleil ou le soleil qui tourne autour de la Terre. Alors qu'est-ce que vous en pensez ?
675	A11	Les deux.
676	E	Pourquoi vous me dites les deux ?
677	A11	Ça dépend du point de référence.
678	E	Ah, ça dépend de notre point de référence. Allez-y, continuez votre explication.
679	A11	Si on se met sur le soleil, effectivement, c'est la Terre qui tourne autour.
680	E	Oui, si on se met sur le soleil, on voit la Terre qui tourne autour. Et si on se met sur la Terre ?
681	A11	On a l'impression que c'est le soleil qui tourne autour.
682	E	Vous êtes d'accord avec ça ?
683	Groupe	Oui.
684	E	Et bien oui. C'est-à-dire que les deux sont valables. Si on regarde juste les mouvements, dire que le soleil tourne autour de la Terre ou que la Terre tourne autour du soleil, c'est exactement la même chose, ça dépend du point de vue qu'on prend, selon que je regarde du soleil ou selon que je regarde de la Terre. Alors pourquoi toutes ces histoires, puisque c'est la même chose ?
685	A5	Parce qu'on connaissait le système solaire, donc on considérait que le soleil était au centre.
686	E	Alors, avant Copernic, on mettait la Terre immobile au centre, et ça ne marchait pas si mal ; on faisait tourner le soleil en 24 heures et on le faisait descendre et monter de temps en temps. C'est une façon de voir les choses. Je me dis que je suis sur la Terre, et que de la Terre, je regarde les choses. Puis Copernic a dit que ça ne serait pas mal si on regardait les choses vues du soleil. Et vue du soleil, j'ai la Terre qui tourne sur elle-même. Pourquoi le fait de regarder à partir du référentiel du soleil a été privilégié par rapport au référentiel de la Terre ?
687	A8	C'est à cause des planètes.
688	E	Vous me dites les planètes, effectivement. Vous savez d'où vient le mot "planète" ? Ça vient du grec, et ça veut dire "astre errant" ; parce que si les étoiles ont l'habitude de faire des mouvements en arc de cercles, il y a des choses qui ne font pas ce mouvement là. il y a des choses bizarres dans le ciel qui faisaient un mouvement bizarre, et ça bougeait au cours du temps, et c'était difficile d'imaginer où était la planète le lendemain. Evidemment, nous, on s'est focalisé sur la Terre mais les astronomes sont allés plus loin, ils ont essayé d'expliquer un peu tout ce qu'il se passait autour de nous, et dans "tout", il y avait aussi ces fameux astres errants. Et pour expliquer comment ces astres errants bougeaient autour de la Terre, ça faisait des tas de cercles dans des cercles, dans des cercles. Puis Copernic, quand il met le soleil au centre, d'un seul coup, tout devient nettement plus simple. C'est-à-dire que là je peux tout décrire en faisant tout tourner autour du soleil, et j'ai nettement moins de cercles. C'est l'idée des épicentres. Avec ce système là, c'est à la portée de n'importe qui. Donc on avait deux représentations, et cette représentation était nettement plus pratique en terme de visualisation. Mais les deux versions sont juste une histoire de point de vue, on se met du point de vue de la Terre ou du point de vue du soleil. Alors Copernic et Galilée. Galilée disait que c'était vraiment une histoire de point de vue. Il s'est dit qu'on allait prendre le soleil comme point de référence, parce que c'était plus pratique. Galilée dit qu'il n'y a pas de référentiel absolu, il n'y a pas de référentiel mieux qu'un autre. C'est-à-dire que le soleil est immobile si je me mets sur l'axe du soleil et que je regarde tout à partir du soleil ; dans ce cas là, tout tourne autour de moi. Et si je me mets sur une autre étoile et que je regarde les choses, je vais voir les choses autrement. Je vais voir le soleil qui tourne et des choses qui tournent autour d'autres choses. Selon l'endroit où je suis, je vais choisir le référentiel le plus commode. Mais quand je dis "le soleil tourne autour de la Terre" ou "la Terre tourne autour du soleil", c'est la même chose. C'est la révolution galiléenne. Imaginez qu'on aille très loin dans les étoiles, on est sur une exo planète. Si vous allez sur cette exo planète là, est-ce que vous allez regarder comment elle tourne par rapport au soleil ? Non ce n'est pas pratique, parce qu'il est très loin le soleil. Donc ça sera plus pratique de regarder les choses par rapport à votre étoile à vous. On choisit vraiment le référentiel qui est le plus commode pour nous, c'est juste un choix. Et le choix qu'on a fait nous, c'est de mettre le soleil au centre. Quelle heure est-il ?
689	Groupe	C'est l'heure.
690	E	Bon on va prendre 5 minutes de plus pour expliquer la lune, comme ça on a fini avec l'astronomie. Alors la lune, je vais vous dire deux choses très brièvement. Première chose : je ne vous dirai pas pourquoi on voit toujours la même face de la lune ; par contre je vais vous

		demander comment expliquer le fait qu'on voit toujours la même face de la lune. Le "comment" je sais, le "pourquoi", je ne sais pas. Et la deuxième chose, c'est les phases de la lune : comment expliquer qu'on voit la lune avec des phases ? Pour ça, j'ai besoin de deux volontaires. Aller, venez. (Estelle désigne deux personnes.) Vous êtes la Terre et vous êtes la lune. On va dire qu'elle est quelqu'un sur la Terre qui voit toujours la lune devant lui. On est d'accord que nous, on tourne en 24 heures sur nous-mêmes ; et la lune, elle fait un tour sur elle-même en combien de temps ?
691	A6	28 jours.
692	E	28 jours, oui. Donc la lune tourne autour de la Terre en 28 jours, et elle tourne aussi dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. En fait quasiment tout tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Alors votre collègue va faire faire 28 tours pendant que l'autre collègue fait un tour.
693	E	Faire 28 tours pendant qu'elle fait un tour, ça va être dur. Donc il y a quelqu'un sur Terre, tout le temps, qui voit la lune. Donc elle voit la lune, et elle voit toujours la même face de la lune. Donc vous vous regardez les yeux dans les yeux. On va essayer de voir ce qu'il se passe pour que quand la lune fait un tour, on voie toujours la même face de la lune. Donc vous (la personne qui joue le rôle de la Terre), vous tournez sur vous même, et vous (la personne qui joue le rôle de la lune), vous tourner autour de la Terre, de façon à voir toujours son visage. allez-y, c'est parti. (La lune tourne autour de la Terre) Alors, est-ce que la lune a fait un tour ?
694	Groupe	Oui.
695	E	Oui ? Vous êtes d'accord ? Refaites-le encore. (La lune tourne autour de la Terre).
696	A1	Ce n'est pas logique.
697	E	Qu'est-ce qui n'est pas logique ?
698	A1	Et bien la Terre elle fait un tour en 24 heures et là…
699	E	Oui, oui, j'ai dit qu'il y avait toujours quelqu'un sur la Terre qui voyait la lune en face de lui, pour éviter ce problème. Parce qu'effectivement, ce serait compliqué sinon. Alors la lune a fait un tour autour de la Terre, est-ce que la lune a tourné sur elle-même ou pas ?
700	A2	Non.
701	E	Alors on recommence, tendez le bras gauche. (La lune tourne autour de la Terre.) Regardez son bras. Est-ce que son bras a bougé ?
702	A3	Ben oui.
703	E	Est-ce qu'elle a fait un tour sur elle-même ?
704	Groupe	Oui.
705	E	Alors, maintenant vous allez bouger doucement, et à chaque fois vous allez dire ce que vous voyez derrière elle. Donc au commence d'ici. Qu'est-ce que vous voyez derrière la Terre ?
706	A1	Le mur.
707	E	Le mur, ce mur là. Commencez à tourner, stop. Qu'est-ce que vous voyez maintenant ?
708	A1	La porte.
709	E	Vous voyez la porte. Ensuite, continuez. Et maintenant ?
710	A1	Le tableau.
711	E	Le tableau, oui. Allez-y, continuez.
712	A1	Je vois les fenêtres.
713	E	Vous voyez les fenêtres, et continuez.
714	A1	Le mur.
715	E	Le mur, bien. Vous avez fait un tour autour de la Terre là, vous êtes d'accord ?
716	Groupe	Oui.
717	E	Elle a fait un tour autour de la Terre, est-ce qu'elle a fait qu'un tour autour de la Terre ? Elle vous dit qu'elle a vu le mur, puis la porte, puis le tableau, puis les fenêtres, puis à nouveau le mur. Vous avez vu ce que j'ai fait ?
718	A4	Vous avez fait un tour sur vous-même.
719	E	J'ai fait un tour sur moi-même. Et voilà, c'est là le secret de la face cachée de la lune. On voit toujours la même face de la lune parce que pendant que la lune fait un tour autour de la Terre, elle fait un tour sur elle-même très exactement. Pourquoi ? C'est très subtil, et je ne vais pas aller dans ce genre d'explication parce que je ne les maîtrise tout simplement pas moi-même.
720	A5	Donc la lune fait un tour sur elle-même et tourne autour de la Terre.
721	E	Oui.

722	A5	Et en combien de temps ?
723	E	En 28 jours. La lune tourne sur elle-même en 28 jours et fait un tour autour de la Terre en 28 jours. Pour information, quand on tourne sur soi-même on appelle ça une rotation, quand on tourne autour de quelque chose on appelle ça une révolution. Donc ce qu'on dit c'est que sa période de rotation est la même que sa période de révolution. vous verrez aussi dans les livres "c'est synchrone". Donc ça, c'est pour régler l'histoire qu'on voit toujours la même face de la lune. Maintenant l'étape suivante, c'est les phases de la lune. Alors les phases de la lune, vous savez les noms ? Il y a un moment où on ne voit pas la lune, c'est-ce qu'on appelle la nouvelle lune. Ensuite on a ce qu'on appelle le premier croissant, puis on a le premier quartier, puis une gibbeuse, c'est quand c'est un peu plus d'un quartier mais pas encore la pleine lune. Ensuite c'est la pleine lune, ensuite la lune rétrécit de l'autre côté, c'est de nouveau la lune gibbeuse, ensuite c'est un dernier quartier, puis un dernier croissant et ensuite nouvelle lune. Ça vous le trouvez dans tous les livres. Alors comment se fait-il qu'on voit ces différentes choses ? Il me faut une chaise et un volontaire. (Estelle prend une chaise à roulettes, et un volontaire.) Alors il est la Terre, c'est encore la même chose, à savoir qu'il est la Terre, que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures et que la lune fait un tour en 28 jours. (Estelle manipule la lune de façon à ce que la Terre ne soit plus éclairée par le soleil.) Vous savez ce que c'est ça, c'est une éclipse de soleil. C'est-à-dire que la lune cache le soleil. Est-ce qu'on voit la lune sur la Terre d'ici ? Est-ce que lui (la Terre) voit la lune ? La lune c'est quand ça brille, est-ce que vous voyez que ça brille ?
724	A6	Non.
725	E	Vous voyez, ma lune c'est une boule, donc moitié à la lumière et moitié à l'ombre. Ce qu'on voit là pour le moment, vue de la Terre, c'est l'ombre. Quand la lune passe devant le soleil, on est dans l'ombre propre. Vous vous souvenez, je vous ai dit que quand on était dans l'ombre propre de la Terre, il faisait noir. Oui ?
726	Groupe	Oui.
727	E	Et bien là c'est pareil. Cette partie là de la lune, c'est une partie que l'on ne voit pas. La partie dans l'ombre est une partie qui n'est pas éclairée, et comme la seule lumière que vous voyez de la lune c'est la lumière diffuse. On voit la lune parce que la lumière du soleil arrive sur la lune et la lune renvoie cette lumière. Donc là, la lumière du soleil qui arrive sur la lune c'est ici, et ici il n'y en a pas. Donc comme il n'y a pas de lumière du soleil qui arrive sur la lune ici, la partie là ne renvoie pas de lumière et comme on ne voit pas de lumière, on ne voit pas la lune. Ça c'est la nouvelle lune, c'est quand on ne voit rien. Maintenant on va faire tourner la lune. Qu'est-ce que vous voyez de la lune ?
728	A6	Un croissant.
729	E	Vous voyez un croissant. (Estelle fait tourner la lune autour de la Terre.) Et maintenant ?
730	A6	Presque la moitié.
731	E	Vous voyez quasiment la moitié. C'est-à-dire que vous voyez une demie lune, c'est un quartier. C'est un premier ou un dernier quartier que vous voyez ? C'est un premier quartier. Et maintenant ? Vous voyez les trois quarts, c'est une lune gibbeuse. Et maintenant ? On voit la pleine lune. Là ? C'est un peu moins plein, c'est une gibbeuse. Et maintenant ? C'est un dernier quartier. Ensuite un croissant, et puis maintenant plus rien. Voilà l'explication des phases de la lune, c'est tout simplement la façon dont la lune est positionnée par rapport à vous. Est-ce que ça va ça ?
732	Groupe	Oui.
733	E	Alors pour bien comprendre ça il faut le refaire chez soi, histoire de bien sentir les choses. Est-ce qu'on peut voir la lune pendant la journée ?
734	Groupe	Oui.
735	E	Ça arrive. Alors à quel moment voit-on la lune ? Regardez. (Estelle replace la lune autour de la Terre.) Là ici, pour vous, il est quelle heure ? Il est midi. Est-ce qu'il voit la lune ? Il ne voit rien. Alors on va se mettre dans le premier quartier. Alors là pour vous il est quelle heure ? Mettez-vous à minuit, vous voyez la lune, déplacez-vous un peu. Est-ce que vous voyez la lune ?
736	A6	Non.
737	E	Donc à minuit, la lune disparaît à l'horizon pour nous. Mettez-vous à 6h du matin. Est-ce qu'il voit la lune ? Non. Mettez-vous à midi. Est-ce qu'à midi vous pouvez voir la lune ?
738	A6	Un peu.
739	E	En tournant un tout petit peu la tête il peut voir la lune. Donc il commence à voir la lune à midi. Puis mettez-vous à 6h du soir, au moment où le soleil se couche, la lune est au-dessus, devant nous. Puis ensuite à minuit, la lune se couche. Donc en premier quartier, on voit la lune

		entre midi et minuit. Maintenant entre quand et quand voit-on la pleine lune ?
740	A6	Entre 6h et 6h.
741	E	Entre 6h de quoi et 6h de quoi ?
742	A6	Entre 6h du soir et 6h du matin.
743	E	On commence à voir la lune à 6h du soir, donc quand le soleil se couche, la lune se lève. La lune est au plus haut dans le ciel à quel moment ?
744	A7	A minuit.
745	E	A minuit, et quand la lune se couche, le soleil se lève. Ça c'est le moment de la pleine lune, donc 6h su soir, 6h du matin. Maintenant dernier quartier. A partir de quand est-ce que l'on voit la lune apparaître ?
746	A8	A 6h du matin.
747	E	A 6h du matin, il la voit déjà bien.
748	A9	A minuit.
749	E	A partir de minuit. A minuit, le dernier quartier apparaît, à 6h du matin, il est haut, et à midi, il s'en va. Et je pourrais faire la même chose pour les différentes phases. Ça va ?
750	Groupe	Oui.
751	E	Si on vous posait la question par exemple "peut-on voir le premier quartier à 6h du matin ?" Qu'est-ce que vous répondez ?
752	Groupe	Non.
753	E	Non. Et vous allez dessiner les rayons du soleil, une Terre, une lune, et vous allez montrer que mon petit bonhomme, à 6h du matin regarde par là. Donc là, il ne peut pas voir la lune. Voilà, c'est à peu près tout ce qu'il faut savoir sur la lune. Il faut savoir le dessiner mais ça on le fera plus tard. Est-ce que ça va tout ça ?
754	Groupe	Oui.
755	E	Alors je pense que d'ici le mois de janvier, quand on se revoit, vous allez peut être avoir des questions. Juste un petit travail à la maison : vous me répondez sur une demie feuille et vous me les mettez toutes dans mon casier demain. La question que je vous pose et la suivante : en quoi ce que nous avons fait aujourd'hui est-il ou non scientifique ? Et comment aurait-on pu rendre les choses plus scientifiques ? Et vous m'écrivez aussi ce que vous avez appris aujourd'hui.
756		Travail sur l'air en autonomie (Retour de pause.)
757	E	Ceux qui ont terminé, regardez bien vos explications parce qu'on va les mettre en commun. Tout le monde doit être capable d'expliquer les choses.
758	Groupe 1	(Audio WS320098 à partir de 00:01:25 jusqu'à 00:07:10) Personne 1 : Madame, est-ce que vous avez quelque chose pour faire un gros trou ? Estelle : Faites-le avec les ciseaux. (Le groupe fait un gros trou dans sa bouteille.) Personne 2 : Moi je pense que ça ne va pas couler. Personne 1 : Mais si, ça va couler, c'est pas possible que l'eau ne passe pas dans le trou. (Le groupe fait l'expérience.) Personne 1 : Ah et bien non, ça ne coule pas, moi je trouve ça magique ! Personne 3 : C'est exactement comme l'expérience du carton. Personne 1 : C'est incroyable ! Personne 2 : Mais au bout d'un moment ça va couler. Voilà, ça coule. Personne 1 : Donc tout dépend de la taille du trou en fait. Personne 2 : Va l'expliquer maintenant ça... Personne 3 : Là en fait tu as l'air qui va appuyer sur la surface. Personne 2 : Oui et quand tu augmentes la taille du trou, la force que va exercer l'eau va être plus importante parce qu'il y a plus d'eau qui va couler, donc au bout d'un moment ça va être plus important que la force de l'air.
759	Groupe 2	(Audio WS320127 à partir de 00:01:13 jusqu'à 00:06:52) Personne 1 : Donc que se passe-t-il ? Personne 2 : Il ne se passait rien. Personne 3 : Dès que tu as troué, il y a eu un petit jet d'eau et ça s'est arrêté. Comment on peut expliquer qu'il y ait un petit jet d'eau puis plus rien ? Personne 4 : Parce qu'il y a eu un appel d'air du fait qu'il y a de l'air entre l'eau et la bouteille. Personne 2 : C'est par rapport à l'impact je pense. Personne 4 : Même si on remplit complètement la bouteille, il y a toujours un résidu d'air qui est coincé. Donc avec l'échappement de ce petit résidu d'air, il y a eu un jet forcément, puis l'eau est venue se plaquer contre le trou. Personne 1 : Tu veux dire qu'en perçant on a créé un appel d'air ? Personne 4 : Voilà, et ensuite l'eau est venue se plaquer pour colmater le trou en quelque sorte.
760	Groupe 3	(Audio WS320095 à partir de 00:01:40 jusqu'à 00:07:25) Personne 1 : C'est sur qu'elle va se vider. Si tu as une bouteille t que tu la perces, elle se vide. L'eau ne va rester dedans. Personne 2 : Moi à mon avis ça ne va pas couler, ça coulera si on fait un deuxième trou. C'est comme les ampoules en fait. Personne 3 : Moi je pense que ça dépend de la taille du trou. (Le groupe fait l'expérience.) Personne 1 : Il y a un petit jet et ça s'arrête. Personne 4 : Mais c'est parce que tu as

		appuyé, ça déplace l'eau. Et si tu fais un deuxième trou, ça va se vider par en bas. (Le groupe fait un deuxième trou.) Personne 1 : Ah oui, ça goutte. C'est parce que le trou est trop petit. (Discussion hors-sujet.) Personne 3 : En fait c'est parce que l'air rentre là que ça fuit par en bas. Personne 2 : C'est normal, l'eau ne va pas monter. C'est logique que ça fuit par en bas. L'air rentre et appuie sur l'eau, ça exerce une pression et l'eau sort. Personne 1 : Mais pourquoi est-ce que l'eau ne se vide pas ? Personne 3 : L'eau exerce une pression vers le bas à cause de la gravité, du coup, l'air ne peut pas rentrer par le bas parce qu'il y a plus de pression, alors qu'en haut il y a moins de pression donc l'air peut s'infiltrer. Personne 1 : Je pense qu'avec un seul trou, l'eau n'aurait pas dû sortir. Personne 3 : En fait c'est sorti un coup pour égaliser les pressions, et une fois que c'était égalisé, ça ne bouge plus. Personne 4 : A mon avis, l'air qui rentre empêche l'eau de sortir. En fait il fait un mur, parce que sa pression est plus importante que celle de l'eau. Personne 3 : C'est-ce que je viens de dire mais en plus compliqué. Personne 4 : Ah d'accord. Bon et bien on est ok alors.
761	E	Aller, on fait un bilan de tout ça. Première chose : comment vous vous êtes sentis pendant cette heure et demie où vous avez travaillé ? Est-ce que vous avez la sensation d'avoir appris des choses ?
762	Groupe	Oui.
763	E	Est-ce que vous vous êtes posé des questions ?
764	Groupe	Oui.
765	E	Et est-ce que vous avez des questions qui sont restées en suspens de réponse avec un vrai désir maintenant de comprendre ce qu'il se passe ?
766	A1	Oui.
767	A2	En général on savait ce qu'il allait se passer mais pour l'expliquer…
768	E	Alors la mise en mots, facile ? Difficile ?
769	Groupe	Difficile.
770	E	Donc vous voyez, il y a un vrai entraînement à faire à ce niveau là. On va confronter vos différentes mises en mots et on va essayer de voir un peu comment formuler tout ça. Alors la première manip : le mouchoir en papier au fond de l'aquarium. Quel groupe veut décrire ses hypothèses, dire ce qu'il s'est passé, et ses conclusions, ses formulations ? Je vous invite à commencer tout de suite parce que c'est la question la plus facile. Vous avez peut être noté une certaine progressivité dans les expériences, c'était voulu. Allez-y.
771	A3	En fait au départ on pensait qu'en mettant le bocal droit et en mettant le mouchoir au fond du bocal, le verre resterait plein d'air et que du coup l'eau ne pourrait pas rentrer parce qu'il y a de la matière dans le bocal.
772	E	Alors comment vous faites ?
773	A3	On met le verre vraiment droit.
774	E	Alors ça veut dire quoi droit ?
775	A3	Perpendiculaire à la surface de l'eau.
776	E	Voilà, perpendiculaire à la surface de l'eau, vertical on va dire. Et donc comment expliquez-vous ce phénomène ? Comment expliquer que le mouchoir reste sec ?
777	A4	On ne peut pas comprimer l'air donc…
778	E	On ne peut pas comprimer l'air ?
779	A4	Il y a un moment où il ne peut pas se comprimer plus.
780	E	Oui.
781	A4	Et du coup l'eau ne peut pas monter, vu qu'il y a quelque chose dedans.
782	E	Alors vous me dites que s'il y a quelque chose dedans, l'eau ne peut pas rentrer.
783	A6	Elle peut rentrer si on incline le verre.
784	A5	La force de l'air est plus grande que la force de l'eau.
785	E	Alors vous me dites que la force de l'air est plus grande que la force de l'eau.
786	A2	Non, c'est que l'air est bloqué.
787	E	Bon une phrase d'explication : pour parvenir à ne pas avoir le mouchoir mouillé, on plonge le pot verticalement dans l'eau. Ok. Comment interpréter le fait que le mouchoir reste sec ?
788	A2	Le verre contient de l'air.
789	E	Le verre contient de l'air, oui, l'eau ne peut pas rentrer…
790	A6	Parce que l'air pèse plus que l'eau.
791	E	Est-ce qu'il y a un lien avec le poids ? Non. Alors il y a de l'air dans le pot et l'air ne peut pas

		s'échapper, donc l'eau ne peut pas prendre sa place. Est-ce que d'autres ont trouvé une autre formulation ? Bon, voilà un niveau de formulation possible. il y a de l'air dans le pot, l'air occupe de la place, l'air ne peut pas sortir, l'eau ne peut pas rentrer. D'accord. Est-ce qu'il y en a qui sont allés très vite au fond, comme ça ? (Estelle enfonce le pot sous l'eau, verticalement, très rapidement.)
792	Groupe	Non.
793	E	Non ? Alors il faut savoir que les enfants ont plusieurs techniques. Déjà, à la première approche, ils pensent que ce n'est pas possible d'avoir le mouchoir sec. Donc une première technique, c'est qu'ils ferment avec leur main, et ils vont jusqu'au fond de l'aquarium. Ça marche. La deuxième approche, c'est qu'ils se dépêchent d'aller au fond. Et la troisième approche, c'est qu'ils longent la paroi. Tout ça, c'est parce qu'ils pensent que s'ils vont vite, ça empêchera l'eau de rentrer. Ça veut dire que le fait qu'il y ait quelque chose dans le pot, ce n'est pas vu ; ils s'en rendent compte quand ils font des bulles. Donc là, que fait-on avec les enfants ? On continue, on pose des questions, par exemple "tu es allé très vite au fond, que se passe-t-il si tu vas plus doucement ?" et "qu'est-ce qu'il se passe si tu t'arrêtes avant d'aller au fond ?". Et bien on regarde, et on voit que c'est encore sec. Donc ce n'est pas important d'aller vite, ce n'est pas important d'aller au fond, ce n'est pas important de boucher. Alors deuxième expérience, avec le bouchon. Allez-y, expliquez-nous. La question c'était que se passe-t-il au niveau du bouchon, quand on enfonce le pot complètement dans l'eau ?
794	A8	Il reste au niveau de l'eau.
795	E	Ça ne veut rien dire "le niveau de l'eau".
796	A8	Il reste à la surface de l'eau.
797	E	Laquelle de surface ?
798	A8	De celle où il est.
799	E	Est-ce que vous comprenez les autres ?
800	Groupe	Oui.
801	E	Alors, ce que vous êtes en train de me dire, c'est que comme le bouchon flotte, il reste toujours à la surface de l'eau, quoi qu'il arrive.
802	A8	Oui.
803	E	C'est-à-dire que le bouchon ne flotte pas dans l'air. Jusque là, on est d'accord. Ensuite, quand j'ai le pot comme ça, vous le mettez où votre bouchon ?
804	A8	Je le mets en-dessous du pot, à l'intérieur du pot.
805	A7	Au niveau de la surface de l'eau du pot.
806	E	Oui, au niveau de la surface de l'eau du pot, qui se trouve où par rapport au reste ?
807	A8	En dessous de la surface de l'eau dans l'aquarium.
808	E	Vous voyez la difficulté. Si vous me dites "au niveau de la surface de l'eau", moi la surface de l'eau, je peux la mettre n'importe où. (Estelle dessine au tableau.) Donc il manque une précision.
809	A8	Oui mais c'est ça l'expérience. Peu importe le niveau de remplissage du pot, le bouchon sera toujours au niveau de la surface de l'eau.
810	E	D'accord, mais où se trouve la surface de l'eau ?
811	A9	A la base du pot.
812	A8	Et bien ça dépend.
813	E	Où se trouve la surface de l'eau dans le pot quand j'enfonce le pot dans l'eau ?
814	A10	Au niveau de l'ouverture du pot, à la base du pot.
815	E	A la base du pot, d'accord. Donc où se trouve le bouchon ? Nous, on pense que le bouchon se trouve à la surface de l'eau dans le pot, et que la surface de l'eau dans le pot se trouve à la base du pot, ou à l'ouverture du pot. C'est bon ?
816	Groupe	Oui
817	E	Il faut le préciser ça. Alors évidemment, on fait ça, et on met entre parenthèses "faire un schéma". Un schéma est souvent plus parlant. Bon, donc vous pensez ça. C'est-ce qu'il s'est passé ?
818	Groupe	Oui.
819	E	Personne ne pensait que le bouchon allait se retrouver quelque part ici ? (Estelle montre le haut du pot.)
820	A1	Oui.

821	E	Ah, il y en a qui pensaient que le bouchon allait se trouver ici, c'est classique, c'est normal. C'est une conception initiale classique.
822	A2	Mais après quand on dit qu'il ne peut pas voler, c'est vrai que c'est logique en même temps.
823	E	Oui, mais ceci dit, l'eau pourrait être jusqu'en haut, c'est ça l'idée qu'il y avait derrière.
824	A3	Oui mais on a vu avant que…
825	E	"On a vu avant que" mais vous voyez, on n'y pense pas. Ça veut dire que les conceptions sont suffisamment fortes pour que même si on a vu des choses avant, on y pense quand même encore. Alors effectivement, quand on se met à plusieurs et qu'on en discute, au bout d'un moment on s'en rend compte. Mais la première réaction, ça peut être de dire "quand j'appuie sur le pot, l'eau va rentrer, et comme l'eau rentre, le bouchon monte." Et donc pourquoi le bouchon ne se retrouve pas tout en haut mais se retrouve en haut de l'ouverture du pot ?
826	A10	Parce que l'air qui est déjà rentré pousse.
827	A11	Parce que le pot est rempli d'air.
828	E	Voilà, le pot est rempli d'air, l'air ne sort pas, et si l'air ne sort pas, l'eau ne rentre pas. Donc la surface de l'eau dans le pot se trouve au niveau de l'ouverture. Donc vous voyez, c'est exactement la même formulation que tout à l'heure. Il y a de l'air dans le pot, l'air occupe de l'espace, si l'air ne sort pas, l'eau ne rentre pas, et donc on se retrouve avec le bouchon à la surface de l'eau du pot, qui se trouve au niveau de l'ouverture. C'est bon ?
829	Groupe	Oui.
830	E	Alors ensuite, étape suivante : comment faire pour faire bouger le bouchon dans le pot ? Qu'est-ce que vous me proposez ? On va prendre un groupe au hasard. Allez, à vous.
831	A10	On laisse entrer de l'eau.
832	E	Vous laissez entrer de l'eau ?
833	A10	On penche le pot.
834	E	Alors si vous penchez le pot qu'est-ce que vous faites ?
835	A11	On laisse sortir de l'air.
836	E	Vous laisser sortir de l'air, et comme vous laissez sortir de l'air, il y a de l'eau qui rentre. Donc première possibilité, vous avez constaté que si vous inclinez le pot, de l'air sort, et en conséquence, de l'eau va rentrer. Et donc quand vous remettez le pot vertical, vous vous rendez compte que le niveau de l'eau dans le pot est monté, il est entre l'ouverture et le haut. Deuxième possibilité ?
837	A11	On a pris la seringue.
838	E	Vous avez pris la seringue et vous avez fait quoi ?
839	A11	On a aspiré l'air dans le pot.
840	E	D'accord. Donc deuxième possibilité, vous l'avez tous fait ça ?
841	A9	Non.
842	E	Donc avec la seringue, on peut enlever de l'air dans le pot. Et en faisant ça, le bouchon monte. Troisième possibilité ?
843	A6	On a essayé de rajouter de l'eau dans le pot.
844	E	Voilà. On va essayer de rajouter de l'eau dans le pot avec la seringue. On remplit la seringue d'eau et on appuie dessus. Donc on essaye de rajouter de l'eau dans le pot. Et que se passe-t-il ?
845	A6	Ça ne marche pas.
846	E	Ça ne marche pas, et du coup comme vous ne l'avez pas tous fait, vous allez tous essayer. Allez-y, essayez. (Les groupes essayent.) Bilan des courses ?
847	A12	L'eau va dans l'eau.
848	E	Oui, c'est-à-dire, est-ce que le niveau change quand on rajoute de l'eau ?
849	Groupe	Non.
850	E	Non, rajouter de l'eau ne change rien à l'histoire. L'eau coule et se retrouve dans le reste de l'aquarium. Le niveau de l'eau dans le pot ne change pas. Donc la seule possibilité pour faire changer le niveau d'eau dans le pot, c'est enlever de l'air. Et si on enlève de l'air, l'eau prend la place de l'air.
851	A6	Et si on essaye de rajouter de l'air quand le pot est déjà rempli ?
852	E	Vous avez essayé pour voir ?
853	A6	Oui.
854	E	Et alors ?

855	A6	Il y a l'air qui sort du pot et qui va dans l'aquarium.
856	E	Effectivement, si on essaye de rajouter de l'air dans le pot alors que le pot est déjà rempli d'air, on voit l'air qui s'échappe sur les côtés, et on voit les bulles qui montent. Bon, expérience numéro 3 : le coup de l'ascenseur. Allez, ce groupe là nous explique.
857	A7	Alors il y a plusieurs possibilités. Pour faire l'ascenseur, on utilise la bouteille coupée et la seringue. Donc la première solution, on la connaît, pour faire descendre le bouchon, il suffit d'enfoncer le récipient, le bouchon descend. Maintenant, comment faire pour que le bouchon remonte ? On est en position basse, et on remonte la bouteille, le bouchon se retrouve au-dessus de la surface de l'eau.
858	E	D'accord. Comment pourrait-on faire aussi pour le faire remonter ?
859	A7	Il y a d'autres solutions. Là il est en position basse, j'ouvre la bouteille, et le bouchon remonte. Le bouchon est au même niveau que le niveau de l'eau de l'aquarium. Je referme le bouchon de la bouteille, donc je bloque l'air ; je remonte, donc là, la surface dans la bouteille est au-dessus de la surface dans l'aquarium, le bouchon est en position haute. Si j'ouvre simplement le bouchon, l'air reprend sa place, les pressions s'équilibrent et le bouchon redescend. Il y a une troisième façon de faire mais j'ai besoin d'un volontaire pour tenir la bouteille. (Une volontaire tient la bouteille.)
860	E	Donc expliquez ce que vous voulez faire.
861	A7	En utilisant la seringue et le tuyau, on peut essayer de faire un mouvement de pompe pour enlever ou rajouter de l'air.
862	E	Donc là, pour le moment, le bouchon est en bas. Que faut-il faire pour faire remonter le bouchon ? Il faut enlever de l'air.
863	A7	Donc là j'enlève de l'air, et le bouchon remonte.
864	E	D'accord, donc là vous êtes presque au niveau de l'aquarium. Et qu'est-ce que vous allez faire maintenant ? Vous allez continuer à enlever de l'air, et dans ce cas là, on observe que le niveau de l'eau dans la bouteille va être au-dessus du niveau de l'au dans l'aquarium.
865	A7	Là, effectivement, on observe que la surface de l'eau dans la bouteille est au-dessus de la surface de l'eau dans l'aquarium.
866	E	Et donc pour faire redescendre le bouchon, on rajoute de l'air.
867	A7	Je rajoute de l'air.
868	E	Ok. Est-ce qu'il y a une autre façon de faire ? En jouant avec le bouchon ?
869	A7	C'est-ce que j'ai fait tout à l'heure.
870	E	Oui, mais vous n'avez pas bougé la bouteille. Est-ce qu'on peut faire autrement ? (Estelle fait l'expérience.) On appuie sur la bouteille, le bouchon se retrouve en bas. Ensuite pour faire remonter le bouchon, on enlève de l'air. Pour enlever de l'air, on a deux possibilités. Première possibilité : avec la seringue. Deuxième possibilité : j'ouvre le bouchon.
871	A7	En la penchant aussi.
872	E	Troisième possibilité, tout-à-fait, en inclinant la bouteille. Donc on a trois possibilités pour enlever de l'air. Une fois qu'on est à la surface, que peut-on faire ? On peut encore enlever de l'air, ou tirer la bouteille vers le haut. Quand je soulève la bouteille, j'ai toujours la même quantité d'air dedans. Conclusion : la même quantité d'air va occuper à peu près le même volume. Du coup, quand je remonte la bouteille, de l'eau remonte avec. Et ensuite pour faire redescendre, il faut que je rajoute de l'air. Donc rajouter de l'air, ça veut dire utiliser une seringue par exemple, ou faire rentrer de l'air en ouvrant le bouchon.
873	A7	C'est exactement ce que j'ai fait tout à l'heure.
874	E	Oui, mas je faisais le résumé.
875	A7	D'accord. C'était trop long ce que j'ai fait ?
876	E	La différence c'est que vous, votre bouteille est restée quasiment immobile. Moi, ce que j'ai fait, c'est que j'ai bougé la bouteille. Mais ça ne change pas grand-chose, c'est exactement la même chose que ce que vous avez fait. Et puis il y a une règle quand on enseigne : il faut répéter plusieurs fois la même chose.
877	A7	Vous avez raison.
878	E	Alors ça c'était l'expérience numéro 3. Maintenant, expérience numéro 4.
879	A3	J'ai une question. Je n'arrive toujours pas à comprendre pourquoi le niveau de l'eau est plus haut quand on remonte la bouteille.
880	E	Ça, ça vous pose problème. Est-ce que ça pose problème à d'autres ?
881	A4	Oui.

882	E	C'est une très bonne question.
883	A1	C'est parce que le volume d'air reste le même.
884	E	Une première façon d'expliquer les choses, c'est la façon dont je l'ai dit tout à l'heure, c'est de dire qu'on a un volume d'air, on a l'air qui occupe cet espace là, et comme on ne rajoute pas d'air, l'espace qu'il occupe est toujours le même. Donc comme il occupe toujours le même espace, forcément, quand je vais soulever, de l'eau va monter pour occuper l'espace que je libère.
885	A1	Oui mais si l'air peut se compresser, il peut forcément se dilater.
886	E	L'air est-il comprimable ?
887	A2	Oui.
888	E	Est-ce qu'on peut compresser ou détendre de l'air ? On parle de compression et d'extension ou de détente. Donc comprimer, oui, je peux, mais que se passe-t-il ? Au fur et à mesure que je comprime, je sens que c'est de plus en plus difficile pour moi de comprimer. (Estelle fait l'expérience avec une seringue.) Donc voilà, l'air peut se comprimer. Est-ce qu'on peut le détendre ? C'est-à-dire est-ce qu'on peut augmenter son volume ?
889	Groupe	Oui.
890	E	Oui, je fais la même chose dans l'autre sens, et je sens qu'au fur et à mesure c'est de plus en plus difficile. (Estelle fait l'expérience.) Donc je peux détendre de l'air. Je peux détendre de l'air et comprimer de l'air. Et l'eau ?
891	A2	Non. Ou peut être un petit peu.
892	E	(Estelle remplit une seringue d'eau). Allez-y, appuyez. Détendez. On n'y arrive pas. Donc un gaz est compressible et on peut le détendre, par contre un liquide… En fait on peut, mais il faut y aller beaucoup plus fort. Donc pour nous ce n'est pas compressible et ce n'est pas détendable. Ceci étant vu, retournons à notre bouteille. Là j'ai tout au même niveau, que j'ouvre ou que je ferme la bouteille, est-ce que ça change quelque chose ?
893	Groupe	Non.
894	E	Non, ça ne change rien. Maintenant que se passe-t-il quand je soulève ma bouteille ? Que suis-je en train de faire en soulevant la bouteille ?
895	A1	Il y a de l'eau qui rentre.
896	E	De l'eau qui rentre. De l'eau qui est aspirée, vous avez envie de dire ?
897	A1	Oui.
898	E	Si je regarde au niveau de l'air, qu'est-ce que je suis en train de faire ?
899	A6	Mais quand on monte il n'y a pas d'eau en plus dans la bouteille, c'est exactement la même eau qui garde sa place.
900	E	Oui. Tout-à-fait. Alors que se passe-t-il ? Qu'est-ce que je peux dire de l'air que j'ai dans ma bouteille ? Par rapport à tout à l'heure, est-ce qu'il est dans le même état ?
901	A2	Il est compressé.
902	E	Il est compressé ?
903	A6	Non c'est le même que tout à l'heure.
904	E	Alors regardez. Là, j'ai mon air en situation normale, c'est la même chose que l'air que j'ai ici, il est en situation normale aussi. Il va falloir ensuite qu'on se mette d'accord sur ce qu'on appelle "situation normale". On va dire pour le moment que c'est quand il n'y a plus rien qui bouge. Que se passe-t-il quand je soulève ma bouteille ?
905	A3	L'eau pousse.
906	A8	Non, elle tire.
907	E	Ici, avec l'eau, il se passe quelque chose. Mon air est un peu détendu, il y a quelque chose qui tire un peu dessus.
908	A6	Mais ça veut dire que si on remplit la bouteille, qu'on la retourne, et qu'on la soulève, il y a l'eau qui va descendre ?
909	E	Alors attendez, si on remplit complètement…
910	A6	Qu'on la retourne, et qu'on monte un petit peu, normalement ça ne doit pas un peu descendre ?
911	E	Ah, c'est-à-dire que ce que vous voudriez voir, c'est le niveau qui descend un peu.
912	A6	Qu'il y ait du vide en fait.
913	E	Est-ce qu'il y a du vide ? Quand j'appuie dessus, l'air occupe un espace un peu plus grand. On dit que l'air est détendu. Donc vous me dites que là, c'est-ce qu'on devrait voir. Vous êtes d'accord ?

914	Groupe	Oui.
915	E	Si je suis cohérente, c'est-ce que je devrais voir ici aussi. Bon, est-ce qu'on a les moyens de voir ça nous ?
916	A7	Il nous faudrait une colonne d'eau.
917	A2	Un tube à essais par exemple.
918	E	Effectivement, peut être que si on faisait les choses très proprement… Parce qu'on ne sait pas de combien ça descend, ça descend tellement peu que pour nous, à ce niveau là, on ne voit pas beaucoup. Mais si on est logique, qu'est-ce qu'on aurait dû voir quand on appuie ici ? Que se passe-t-il quand j'appuie ici ?
919	A3	Il y a un peu d'eau qui rentre.
920	E	Voilà, c'est dans l'autre sens que ça se passe. Maintenant, ce qu'il se passe, c'est que j'ai tendance à comprimer l'air, j'ai de l'eau qui appuie dessus. Donc ici le volume d'air devrait être un tout petit peu plus petit. Ça ne vous a pas choqué, vous n'avez rien vu, vous ne vous êtes pas posé de question. Au début vous êtes restés sur "l'air occupe de l'espace". Simplement l'air devrait occuper un tout petit peu moins d'espace, on ne le voit pas là. Ça va ?
921	A3	Toujours pas.
922	E	Qu'est-ce qu'il vous manque ?
923	A3	En fait, l'eau monte, mais l'eau a un poids…
924	E	Oui.
925	A3	Donc pourquoi ne redescend-elle pas ?
926	E	Alors là, on continue dans le jeu des questions-réponses. C'est très bien.
927	A2	Parce qu'il n'y a pas d'air qui rentre, du coup, l'air ne peut pas remplacer l'eau.
928	E	Alors, elle, ce qui l'embête c'est pourquoi l'eau ne descend pas, parce qu'elle devrait descendre là. Qu'est-ce qui empêche l'eau de descendre ?
929	A5	Si l'eau descend il faut de l'air pour la remplacer.
930	E	Il faudrait de l'air ici.
931	A9	Mais alors là il faudrait que l'air descende alors. Il faudrait qu'il occupe l'air qu'elle laisse.
932	E	Alors on peut dire effectivement que l'air occupe cet espace là, et que comme il occupe cet espace là, le reste de l'espace est occupé par de l'eau. C'est une première interprétation. Mais vous ça ne vous suffit pas, vous avez envie d'aller plus loin.
933	A3	Oui.
934	E	Pourquoi est-ce que l'eau reste là ? Alors là du coup, on va arriver un peu plus loin. L'air ici est détendu, l'air ici est normal, il est dans l'état de la pièce. L'air ici et l'air extérieur ne sont donc pas dans le même état. Vous avez deux états différents de l'air. Que se passe-t-il, à votre avis, quand on a de l'air d'un côté qui est détendu, et de l'autre côté de l'air normal ? Que se passe-t-il quand je lâche la seringue ?
935	A7	Ça fait du vent, il y a circulation de l'air.
936	A6	Ça va s'équilibrer.
937	E	Ça va s'équilibrer dans quel sens ? Que se passe-t-il quand j'ouvre la seringue ? Qu'est-ce que je dois sentir ?
938	A10	De l'air va rentrer dans la seringue.
939	E	Voilà, de l'air qui rentre dans la seringue. Vous êtes d'accord avec ça ?
940	Groupe	Oui.
941	E	C'est-à-dire que quand on a deux états différents de l'air, et qu'on les met en contact, au final, d'un côté à l'autre, ça s'équilibre. C'est comme ça. Ça veut dire qu'il y a un déplacement, on a tendance à déplacer les choses pour aller vers l'équilibre. Là, on a de l'air ici, de l'air ici, et entre les deux on a de l'eau. Est-ce qu'on peut rétablir l'équilibre entre les deux ?
942	A5	Si on lâche la bouteille.
943	E	Si je lâche la bouteille, effectivement, je retourne dans cet état là. Donc moi ce que je fais, c'est que je détends l'air, et pour avoir l'équilibre des deux côtés, il faut de l'eau. Ça va un peu mieux ?
944	A3	Oui.
945	E	On va encore aller plus loin, ne vous en faites pas. Donc au fur et à mesure, ça s'éclaircira.
946	A5	Dans ce cas là, quand vous avez de l'eau dans votre bouteille et que vous la soulevez, si je perce un trou, ça sort ou pas ?

947	E	Ah ! Et bien essayons ! Qu'est-ce qu'il va se passer à votre avis ?
948	A5	Quand on ouvre le bouchon il y a de l'air qui rentre, donc quand on fait un trou c'est pareil.
949	E	Vous faites le trou en-dessous de la surface de l'eau ou au-dessus de la surface de l'eau ?
950	A5	Si je le fais au-dessus, l'air va sortir.
951	E	L'air sort ou l'air rentre ?
952	A11	L'air va rentrer.
953	A5	Pourquoi rentrerait-il ?
954	E	Quel est l'état de mon air ici par rapport à l'air extérieur ?
955	Groupe	Il est détendu.
956	E	Il est détendu ici.
957	A6	Donc il va sortir.
958	Groupe	Non, il va rentrer.
959	A7	C'est exactement ce qu'on fait quand on enlève le bouchon en fait.
960	E	Et oui, bien. Quand j'ouvre le bouchon, je permets à de l'air de rentrer. C'est-à-dire que je permets à l'air ici de récupérer le même état que l'air extérieur. Et si je récupère le même état, le bouchon descend. On retrouve l'état de départ.
961	A5	Et si on perce dans l'eau alors, que se passe-t-il ?
962	E	Que se passe-t-il si on perce dans l'eau ?
963	A6	Il ne se passera rien.
964	E	Si on perce dans l'eau, est-ce que l'air peut rentrer ?
965	A5	Non.
966	E	S'il n'y a pas d'air qui peut rentrer, il ne se passe rien. On prédit qu'il ne se passe rien, alors on va le faire et on va voir ; (Estelle fait l'expérience.) Je perce, il ne se passe rien. Ah, vous avez vu ce qu'il s'est passé ? Il y a des bulles qui rentrent. Et quand il y a des bulles qui rentrent, que se passe-t-il pour le bouchon ?
967	Groupe	Il descend.
968	E	Il descend. Ça veut dire que là on a fait un saut. C'est-à-dire que tout ce qu'on expliquait tout à l'heure, avec le bouchon, le mouchoir ; on se contentait de regarder l'air qu'il y avait dans le pot. Maintenant on a comparé l'état de l'air qui était dans la bouteille avec l'état de l'air à l'extérieur de la bouteille. C'est-à-dire qu'on a rajouté un élément dans vos explications. Donc on a plusieurs façons d'expliquer les choses. Une façon d'expliquer les choses en ne tenant pas compte de ça et une autre façon en tenant compte de ça. C'est bon ?
969	Groupe	Oui.
970	E	On continue ? Qui veut m'expliquer ce qu'il pensait et ce qui s'est passé avec le sachet ? Allez-y.
971	A12	Alors on est partis de l'hypothèse que le sac plastique allait se gonfler, et quand on a fait l'expérience, en effet, le sac plastique s'est gonflé.
972	E	Alors comment expliquez-vous que le sac plastique se gonfle ?
973	A12	L'air qui était contenu dans la bouteille s'est déplacé dans le sac quand on a plongé la bouteille dans l'eau verticalement. Et donc l'eau qui est rentrée dans la bouteille a provoqué un déplacement de l'air, qui s'est approprié tout l'espace, et a gonflé le sac plastique.
974	E	Vous êtes d'accord avec ça ?
975	Groupe	Oui.
976	E	Donc vous dites que l'air contenu dans la bouteille peut se déplacer vers le sac, peut occuper tout l'espace du sac, et donc le sac se gonfle.
977	A6	Est-ce que c'est parce que l'air va dans le sac que l'eau monte ou vice-versa ?
978	E	Est-ce que ça a du sens de poser la question ?
979	A6	Non mais c'est pour savoir.
980	E	On peut dire les deux, c'est simultané en fait. C'est surtout vous qui êtes en cause dans l'histoire, c'est vous qui déplacez la bouteille.
981	A3	C'est la pression de l'eau qui entraîne un déplacement de l'air.
982	E	Alors la pression de l'eau, c'est quoi pour vous ? Vous, vous appuyez sur la bouteille, donc en appuyant sur la bouteille, vous provoquez un déplacement de l'air. Vous avez essayé d'appuyer votre petite bouteille coupée dans l'eau ? Je vous invite à le faire, et vous mettez votre joue à côté pour sentir ce qu'il se passe. Que devez-vous sentir ?
983	Groupe	Un souffle.

984	E	Un souffle, c'est-à-dire l'air qui était dans la bouteille, qui sort. C'est vous, en appuyant sur la bouteille, qui faites sortir l'air. Question suivante, c'était que se passe-t-il quand on met un bouchon ? Il se retrouve où le bouchon ?
985	A9	Il ne bouge pas de la surface de l'aquarium. Il est dans la bouteille mais il reste tout le temps à la même surface de l'aquarium.
986	E	La surface de l'eau dans la bouteille reste la même que la surface de l'eau dans l'aquarium, donc le bouchon reste à la surface de l'eau dans l'aquarium. Vous voyez la difficulté de formaliser et de dire les choses. Que peut-on dire du coup de la nature de l'état de l'air dans le sac par rapport à l'état de l'air dehors ?
987	A6	C'est le même.
988	E	C'est le même, oui. Ça va ?
989	Groupe	Oui.
990	E	Et alors le ballon ? Quand j'appuie sur la bouteille, le ballon se gonfle, tout va bien. Par contre que se passe-t-il pour le niveau d'eau avec le bouchon ?
991	A10	Il est plus bas.
992	A5	Il est compressé l'air à l'intérieur, puisque le ballon est plus résistant que le plastique, et il est plus petit aussi.
993	A6	Il y a moins d'air qui peut rentrer dans le ballon, du coup l'air est un peu détendu par rapport à l'air extérieur. C'est pour ça qu'il y a un peu d'eau qui monte.
994	E	Il est détendu ou compressé ?
995	A6	Compressé, pardon.
996	E	Comment vérifier qu'il est compressé ?
997	A4	Il y a un peu d'eau qui rentre dans la bouteille.
998	E	Effectivement, par rapport à tout à l'heure avec le bocal, le niveau de l'eau n'est pas tout à fait à l'ouverture de la bouteille. Que se passe-t-il si j'appuie sur le ballon ?
999	A11	Ça va faire des bulles.
1000	E	Vous pensez ? Rappelez-vous du bocal. Que se passait-il ? Le niveau descend. On va voir. (Estelle fait l'expérience.) On le voit, mais on verrait mieux avec une bouteille plus étroite.
1001	E	Manque la transcription de la vidéo 528. Précisions sur le choix entre plusieurs interprétations et primauté donnée à l'expérience, choix de l'interprétation la plus puissante/efficace. Apports notionnels sur la pression, relation PV=nRT. Introduction de l'expérience du Puy de Dôme. Question posée : que se passe-t-il si je retourne un tube plein de mercure sur la Lune ? Ça descend complètement. Vous qui disiez que ça descendait complètement, redites-moi pourquoi vous pensez que ça va descendre complètement ?
1002	P10	Parce que si il n'y a pas d'atmosphère, il n'y a pas la pression de l'air sur le liquide.
1003	P5	Il n'y a que le poids.
1004	E	Ok.
1005	P3	Il tombe sous son propre poids.
1006	E	Exactement, le mercure tombe sous son propre poids jusqu'à ce que... Quand on fait tomber quelque chose, le niveau est horizontal partout.
1007	P1	Qu'est-ce qui fait qu'un liquide reste dans un récipient ? Parce que c'est la pression qui empêche celui ci de s'échapper.
1008	E	C'est la pression ou c'est le poids ou c'est les deux ?
1009	P2	Les deux.
1010	E	L'idée c'est qu'un liquide ne peut pas s'échapper d'un récipient. Il y a le poids qui l'attire vers le bas donc ça, c'est comme ça. Après avec notre atmosphère ou sans atmosphère, le poids existe et le poids plaque les choses sur le sol. Maintenant au dessus de ce liquide, vous avez encore autre chose. Si vous avez quelque chose qui appuie, cela veut dire que vous avez une pression, si vous n'avez rien qui appuie, il ne se passe rien, vous n'avez pas de pression.
1011	P9	Avec de l'eau ça sera pareil ?
1012	E	Avec de l'eau, ça fera pareil à une exception près, c'est qu'un liquide est toujours ou très souvent en équilibre avec son gaz. Là, on va arriver sur autre chose, on va arriver sur ce qu'il se passe quand je prends un liquide et que je fais le vide au dessus. Je fais le vide, j'attends et on va observer au final, dans mon récipient, je n'ai plus une pression zéro, je vais avoir une pression au dessus de mon liquide. Comment j'interprète ça ? Ça veut dire qu'une partie du

		liquide est passée à l'état de gaz et à occuper du vide. Donc ce qui se passe sur la Lune avec de l'eau, c'est problématique car au dessus du liquide il n'y a rien et comme il n'y a rien, il va avoir tendance à remplir ce rien. Au fur et à mesure qu'il remplit ce rien, le niveau baisse et comme il n'y arrivera jamais car le rien est partout, progressivement il n'y en a plus. Si ça se fait trop violemment, ça se met à bouillir. Vous posez de l'eau sur la Lune, enfermée dans un récipient, vous ouvrez le récipient, ça bout et vous avez des molécules d'eau qui partent dans tous les sens.
1013	P15	On aurait pu le faire.
1014	E	Non non, ce que vous faites n'a rien à voir avec ça.
1015	P15	Ben si, regardez. Là, il n'y a que de l'eau dedans, il n'y a pas d'air.
1016	E	Vous avez toujours des bulles d'air.
1017	P15	Là, on tire et l'eau bout.
1018	E	Oui, on peut faire comme ça effectivement. On va expliquer cela après. C'est bien.
1019	P15	Ben oui.
1020	E	Ce que vous faites c'est extrêmement intéressant mais vous ne permettez pas à vos collègues de comprendre. Je vous propose de faire la même chose mais en permettant à vos collègues de comprendre ce que vous faites.
1021	P15	J'ai de l'eau dans mon récipient, il n'y a que de l'eau et pas du tout d'air. Je bouche et je tire pour faire un espace supplémentaire et on va voir si il y a du vide qui va apparaître au dessus. On voit que l'eau se met à bouillir pourtant je n'ai pas augmenté la température. Ici, on pourrait penser que c'est du vide mais on voit que l'eau bout.
1022	P6	Mais dans l'espace, il y a du rien ?
1023	E	Alors on va revenir sur ça quand j'aurai fini ce qui est au tableau. Là ici, on a comme force qui s'exerce sur mon mercure juste son poids. Puisqu'on a juste son poids qui s'exerce sur le mercure, le niveau descend. On arrive à un niveau horizontal. Est-ce que cette manip est bien comprise ?
1024	P4	Oui.
1025	E	Ça c'est important. Maintenant, on arrive au reste. Qu'est-ce qui se passe quand on met un liquide dans du vide ? Le vide, c'est rien, c'est le vide, qu'il n'y a pas de matière. Ce n'est pas facile à faire car on a toujours de la matière. Ce qui se passe quand vous avez de la matière d'un coté et pas de l'autre, la matière va avoir tendance à se mettre de partout. Quand on parlait de pression tout à l'heure, état comprimé et état pas comprimé, à un moment on avait un équilibre. Ici, c'est la même chose, si j'ai plus de matière d'un côté que de l'autre, cela tend à s'égaliser des deux cotés. C'est-ce qui se passe actuellement avec notre atmosphère. On a la Terre, au dessus l'atmosphère et au fur à mesure qu'on monte, on n'a rien. Il y a du quelque chose et du rien, ben pouf ça part. Rassurez vous, ça ne part pas trop vite car notre Terre est grosse et elle a tendance à tirer vers le bas. C'est la pression atmosphérique. D'un coté, ça a tendance à vouloir partir et d'un autre coté, c'est attiré par la Terre. Tout cela est un équilibre en mouvement. C'est pour cela aussi qu'on peut voir des planètes sans atmosphère.
1026	P15	Petite précision, c'est grâce aussi à la magnétosphère
1027	E	C'est autre chose mais écoutez là, je vais vous arrêter, vous savez plein de choses c'est intéressant mais moi j'ai un concours à préparer.
1028	P15	D'accord.
1029	E	Il y a des choses que j'aborde car c'est intéressant par rapport au programme du concours mais il y a des choses que je n'aborderai pas car je ne suis pas là pour faire cinquante heures de sciences. Effectivement, oui c'est plus compliqué. Je pense que vous avez compris que ce que je vous raconte ce n'est qu'une interprétation et que c'est plus compliqué. Si vous voulez avoir toute l'histoire, il faut retourner à l'université. Quand vous expliquez quelque chose, il faut que ça reste cohérent avec ce que vous avez expliqué avant. Cela veut dire que moi au niveau où je vous parle, je fais le choix de ne pas tout vous dire, c'est un choix. Je cible des objectifs et par rapport à cela, je choisis ce qu'il y a en cohérence. C'est-ce que vous allez devoir faire avec les enfants. C'est pour cela qu'on parle des conceptions initiales Je m'appuie en permanence sur vos doutes et vos hésitations. Ici, ça flotte, il y aura un truc à voir alors. C'est comme cela qu'on avance. On est en train de faire en permanence des pseudo-démarches d'investigations, simplement les expériences que je fais, je les fais par la pensée. On reprend. Là, on était sur les liquides.
1030	P11	Le mercure c'est un liquide ?
1031	E	Oui. Comment différencie t-on un solide, un liquide et un gaz ?

1032		(brouhaha)
1033	E	C'est le prochain cours.
1034	P8	Un liquide avec n'importe quel récipient aura une limite horizontale.
1035	E	Vous me parlez d'horizontal, vous me parlez de forme et vous me parlez d'autre chose aussi. Quand on parle de forme, ça veut dire que ça occupe un espace donc un volume. Une façon simple de séparer liquide, solide et gaz, un solide par rapport au volume et à la forme qu'est-ce qu'on peut dire ?
1036		(Silence)
1037	E	Ça a une forme et un volume, même si je me déplace, ça reste pareil. Liquide ?
1038	P6	Ça prend la forme.
1039	E	Oui et le volume ?
1040	P3	On garde le même volume.
1041	E	Oui, ça conserve, à température donnée, le même volume. Volume propre mais pas de forme propre. Le gaz ?
1042	P2	Il occupe tout l'espace disponible.
1043	E	Oui, ça veut dire que son volume peut changer, ça veut dire pas de volume propre et pas de forme propre. Le liquide prend la forme du récipient et est défini par sa surface horizontale. Et la verticale ?
1044	P6	La verticale par rapport à quoi ?
1045	E	La verticale par rapport à l'horizontale, comment vous la définissez ?
1046	P6	Avec un fil de plomb.
1047	E	Première façon de dire les choses, c'est la perpendiculaire à l'horizontale. La deuxième façon de dire les choses c'est, je prends un fil, je mets un poids au bout et je regarde la direction. Donc le mercure ?
1048	P2	C'est un liquide mais il y a du solide à l'intérieur.
1049	E	Ce qui se passe, c'est qu'il y a des saletés dedans. Non, le mercure ne reste pas sur les parois comme l'eau. Le mercure forme des billes. Des billes, le mercure c'est un liquide et quand vous appuyez dessus, c'est plan. Quand on définit solide, liquide, gaz comme ça, c'est une façon de définir les choses. Ça c'est la façon école primaire. Si vous avez l'occasion de venir au jardin des sciences, ça sera au mois de juin, il y aura un stand qui ira un peu plus loin. On fait le coup de l'eau sur la Lune. Qu'est-ce qu'il se passe quand je mets un liquide sous vide ?
1050		(Installation du matériel)
1051	E	Ce que je vous disais c'est que je prends un liquide, je le met dans une boite, typiquement une grosse cocotte minute, puis j'enlève tout l'air qu'il y a au dessus de lui, je fais du vide. Si je fais ça c'est comme si je me retrouvais sur la Lune. Ce qu'il se passe dans ce cas là, ma quantité de liquide va diminuer un petit peu et mon manomètre au moment où j'avais fait le vide était à zéro puis j'attends un petit peu et puis pouf, la pression augmente. Si la pression augmente, ça veut dire qu'il y a un gaz qui apparait. Quand je fais ça, j'observe qu'il y a quelque chose. Ce quelque chose dépend de la température. Par contre pour le même produit, pour le même corps, c'est toujours la même pression. Ceci, c'est ce qu'on appelle la pression de vapeur saturante, c'est quand un liquide, quel qui soit, au dessus de lui, il aime bien avoir une certaine quantité de la même matière à l'état gazeux. Donc ce qui se passe dans mon tube quand je le retourne, j'ai du mercure et j'ai rien au dessus, cela veut dire que une partie de mon mercure va passer à l'état gaz pour occuper cette espace. Il se trouve que cette pression est très très faible, cela veut dire que mon mercure avec un tout petit peu de gaz au dessus de lui, ça lui va bien. Du coup, on dit que c'est presque du vide. On a du vide au tout début mais après il y a un équilibre qui va se créer. Maintenant, imaginez qu'il n'y a pas un peu de vide au dessus mais que c'est plein de vide à remplir. Si c'est plein de vide, le liquide ne va pas arriver à le remplir pour avoir cette pression car au fur et à mesure, les molécules qui passent au dessus dans un premier temps ça va m'arranger mais c'est ouvert donc ces molécules peuvent partir plus loin. Cela se fait progressivement.
1052	P8	Mais il n'y a plus de mercure ?
1053	E	Si mais plus sous forme liquide, il s'est transformé en gaz. Ça, si ça se fait rapidement, le gaz n'a pas le temps de partir gentiment donc ça se fait dans l'ensemble du récipient et donc vous avez une partie du liquide qui passe à l'état gazeux, on a du gaz avec du liquide, cela fait des bulles. C'est-ce qu'on appelle une ébullition. On a un gaz de même nature que le liquide. Si on met un liquide dans un endroit où il n'y a rien, celui ci va se mettre à bouillir. Vous voyez le lien ? Est-ce que vous voyez la différence entre ce que j'ai fait et ce que vous avez fait ?

1054	P15	Oui.
1055	E	C'est ça qu'il faut faire.
1056	P5	Est-ce que la masse d'un liquide sur la Terre reste la même dans ce cas là ?
1057	E	Vous aviez au départ un kilo d'eau, qu'est-ce qui se passe avec ce kilo ? Est-ce qu'il reste un kilo ?
1058	P8	Il change d'état.
1059	E	Oui. Il passe à l'état gaz. Qu'est-ce qu'il se passe avec ce kilo d'eau ? Ce kilo est réuni par l'ensemble des masses des petites particules qu'il y a dans l'eau, toutes ces molécules d'eau repartent un peu partout, chaque molécule a un masse. On dira que la même masse se retrouve partout. Au début, on imagine qu'on a le vide absolu.../Rupture de vidéo
1060		(E explique l'intérêt des nouveaux moyens numériques pour travailler en sciences).
1061	E(6min)	Aujourd'hui on part sur la matière, changements d'état et solutions. Vous devez savoir la différence entre un solide, un liquide et un gaz. Qui peut me dire ?
1062	E1	Forme propre pour un solide.
1063	E	Oui, quoi d'autre ?
1064	E2	Les molécules ne se déplacent pas.
1065	E1	Elles sont collées entre elles.
1066	E3	Elles sont organisées.
1067	E	Alors, il y a deux niveaux pour parler des solides, liquides et gaz. Il y a le niveau microscopique (on regarde au niveau des molécules), et il y a le niveau macroscopique (on regarde au niveau des propriétés générales d'un corps). Vous allez en discuter en groupe. La question que je vous pose c'est (on ne va pas regarder les choses au niveau microscopique car on ne voit pas les atomes) : vous avez quelqu'un en face de vous qui arrive d'un pays où la notion de solide, liquide, gaz, n'existe pas. Vous devez vous débrouiller pour que cette personne puisse dans la vie quotidienne, répondre à cette question simple. Il faut qu'il puisse avoir les critères pour dire si telle chose est un solide, un liquide ou un gaz. Donc quels sont les critères que vous proposeriez pour identifier un solide, un liquide, et un gaz ?
1068	(8'30)	(Les élèves travaillent en groupe).
1069	E(15min)	Faisons un bilan. Commençons par ce groupe.
1070	E4	On a dit que les solides ont une forme propre, les gaz sont volatiles et occupent tout l'espace dont ils disposent, et les liquides prennent la forme du récipient qui le contient. Et la surface est plane.
1071		(E écrit les définitions données au tableau.)
1072		(E interroge un autre groupe).
1073	E9	On est aussi parti sur la forme propre.
1074		(E interroge un autre groupe).
1075	E2	On a rajouté pour le liquide que c'est un état condensé, et le gaz un état dispersé.
1076	E4	Oui mais ça c'est au niveau microscopique.
1077	E3	Et on a aussi dit : surface place au repos pour un liquide.
1078	E	Vous pensez à quoi, au repos ?
1079	E3	On le laisse et on revient au bout de trois heures.
1080	E2	C'est quand on n'agit plus sur l'eau.
1081	E5	Je voulais demander si on ne pouvait pas parler de viscosité pour distinguer solide et liquide. Mais je ne suis pas sûre.
1082	E (18'48)	Alors, c'est quoi la notion de viscosité ?
1083	E5	Plus un matériau est visqueux, plus il résiste à l'écoulement. Par exemple si on met de l'eau sur un plan incliné, ça va s'écouler assez vite. On si met un huile bien grasse et bien lourde, ça va s'écouler beaucoup plus lentement. Sur le même plan incliné. Donc on dit que l'huile est plus visqueuse que l'eau.
1084	E	Effectivement, vous avez pour les liquides des propriétés différentes. Par exemple le miel, vous regarderez comment il tombe. Vous verrez que ça ne s'écoule pas tout à fait de façon plane. Donc effectivement on peut jouer sur la viscosité. C'est une autre façon de définir les solides et liquides. Au niveau primaire, on ne va pas travailler sur la viscosité. Mais c'est une façon de faire. Il y a donc plusieurs façons de définir les choses. Nous, on va rester sur une définition qui concerne les formes et les volumes. Donc effectivement, solides et liquides ont un volume propre. Le gaz n'a pas de volume propre. Le solide a une forme propre, et les liquides et gaz

		n'ont pas de forme propre. Autre caractéristique des liquides, au repos, la surface plane définit l'horizontal. Mais il faut que ce soit suffisamment large car vous avez vu que quand on met un liquide dans un petit tube, on voit un ménisque. Donc il faut une surface suffisamment étendue, comme un pot. Et quand on travaille sur ça, prenez la pâte à modeler par exemple. C'est solide ou liquide ?
1085	E10	c'est solide.
1086	E7	C'est élastique.
1087	E1	C'est un solide particulier.
1088	E(22'11)	Je laisse ma pâte à modeler tranquille, il ne fait pas trop chaud. Si je ne la touche pas elle bouge pas. Mais si j'exerce une action sur elle je peux la déformer.
1089	E6	Oui mais c'est jamais plat parfaitement.
1090	E	Et si j'attends suffisamment longtemps ! Peut-être que c'est un liquide très visqueux et que si on attendait suffisamment longtemps il se mettrait à couler. Donc il y a un certain nombre de matériaux où on ne sait pas trop. Le sable vous en faites quoi ?
1091	E4	C'est solide parce que c'est un grain.
1092	E	Oui mais quand on parle de sable on ne parle pas de grains.
1093	E4	Mais la surface au repos n'est pas plane.
1094	E	Donc est-ce que ça se comporte comme un liquide ?
1095	Tous	Non.
1096	E	Et est-ce que c'est un solide ? Est-ce que ça a une forme propre ?
1097	E1	Un grain de sable oui.
1098	E	On n'est pas sur un grain. Vous voyez, on est « entre ». Ce n'est pas un liquide selon notre définition car ça n'a pas une surface plane au repos, mais au niveau de la forme ça n'a pas une forme propre. C'est-ce qu'on appelle un solide dispersé. Ils ont encore des propriétés particulières. Donc vous voyez qu'avec notre définition il y a pas mal de choses qui résistent. Prenez le dentifrice, c'est solide ou liquide ?
1099	E9	Solide.
1100	E2	Liquide.
1101	E5	Solide dispersé.
1102	E(25min)	Vous voyez qu'on peut en changer la forme, mais en même temps ça garde la forme qu'on lui donne. Il y a un autre truc marrant, vous le ferez chez vous. Vous prenez de la maïzena et vous rajoutez de l'eau. Vous en mettez suffisamment pour que ça fasse une pâte liquide. Une fois que c'est fait, vous essayez d'appuyer doucement votre doigt sans le liquide. Vous touchez le fond sans problème. Ça se comporte comme un liquide. Par contre si vous essayez d'y aller très vite, en tapant d'un coup, là vous ne vous enfoncez pas. La maïzena se comporte comme un solide. Donc suivant la façon dont vous essayez de rentrer dans votre mélange, ou ça se comporte comme un liquide, ou ça se comporte comme un solide. Donc la notion de solide et liquide dépend vraiment de la façon dont on regarde les choses. Nous on a choisi une façon de dire les choses, mais du coup certaines choses ne vont pas coller.
1103	E1(29min)	Mais à la base, la maïzena c'est du maïs, ce n'est pas comme ça. Alors est-ce qu'on peut vraiment parler de solide, liquide, gaz pour des choses qu'on a transformées ?
1104	E	On arrive sur autre chose. On arrive sur la notion de matériaux et de "corps purs" et "corps composés". Mais quand vous voyez un solide, vous ne vous posez pas la question de savoir la nature. Les gaz, ne me dites pas que les gaz sont incolores. Il y a des gaz colorés, comme le gaz moutarde. Moutarde car il avait la couleur de la moutarde. Il y a aussi le gaz diode qui est rouge, le dichlore qui est verdâtre. Il y a aussi des gaz qui ont une odeur. Donc les gaz occupent tout l'espace. Ils se dilatent, ou se contractent. Je fais jouer la température. Et pour un solide ou liquide, qu'est-ce qui se dilate ou contracte, quand je fais varier la température ? Pour un solide ou un liquide, quand je fais varier la température, le volume change. Les rails de chemins de fer, on entendait le bruit "tagada tagada tagada" car entre les rails il y a un espace qu'on appelle "le joint de dilatation". Il est fait pour que, quand la température augmente, le métal gonfle. Si tous les bouts de métal étaient collés, et que ça se met à gonfler, ça va bloquer les rails. Donc on laisse un espace pour que quand ça gonfle, ça occupe tout l'espace. C'est vrai aussi sur les ponts. Donc un métal change de volume avec la température. Un liquide c'est pareil. Exemple de liquide ?
1105	E5	L'eau.
1106	E1	L'eau.
1107	E	Alors, effectivement, l'eau quand elle change d'état (passe de liquide à solide) le volume varie.

		Là je parle d'un liquide dont le volume varie en fonction de la température.
1108	E4	Bah le mercure.
1109	E(32'33)	Et oui. Le mercure, ou l'alcool. C'est comme cela qu'on mesure la température. Comment fonctionne un thermomètre ?
1110	E4	Il y a le liquide dans un réservoir, on le met dans ce dont on veut mesurer la température, et si la température est plus importante, le liquide va se dilater, et comme le tube est fin, pour prendre de l'espace il faut qu'il monte.
1111	E	C'est bon pour tous ? Le thermomètre, pour prendre la température, utilise le phénomène de la dilatation des liquides. Les solides aussi se dilatent alors il y a un jeu savant entre la dilatation du tube, la dilatation du verre et la dilatation des liquides. Ce n'est pas aussi simple que ça en a l'air. Mais le principe de fonctionnement d'un thermomètre (en tout cas pour celui-ci), le liquide se dilate en fonction de la température. Donc quand on dit volume propre. Quand on dit tout cela, c'est conditions égales par ailleurs. C'est à dire qu'on ne change pas la température. Car si on change la température il se passe des choses. Maintenant, on va parler du point de vue microscopique. La matière est constituée de molécules et/ou d'atomes. Une molécule étant un assemblage d'atomes. Combien y a-t-il de variétés d'atomes différents ?
1112	E8	100.
1113	E7(35'40)	130.
1114	E3	70.
1115	E	Aux alentours d'une centaine. Ca dépend si on ne compte que les stables, ou même ceux qui ne sont pas très stables. C'est extraordinaire car avec une centaine d'atomes, on arrive à tout faire. Ces briques là on les appelle des "éléments chimiques." On les classifie par rapport à ce qu'ils contiennent. Démocrite a fait une expérience de pensée. Selon lui on ne peut pas couper une pierre en deux à l'infini. A un moment donné ça s'arrête. Et ce qu'il reste, c'est-ce qu'on appelle l'atome. Au Moyen-Âge, les alchimistes font faire avancer les choses. Ils isolent un certain nombre de choses. La question c'est de savoir si on peut décomposer les choses. Et au fur et à mesure on va trouver un certain nombre d'éléments. Lavoisier dit que quand on mélange des choses, si je n'ai rien fait rentrer et que je n'ai rien fait sortir, la masse se conserve. Mendeleïev propose de voir comment réagissent les choses les unes par rapport aux autres. Il découvre que si on fait réagir l'iode, ou le fluor avec l'hydrogène, il y a une proportion dans les gaz qui est toujours la même. Il organise les choses suivant leur réactivité et suivant ce qu'il estime être leur masse par rapport à un volume donné. Il laisse des trous et des chimistes vont trouver des éléments pour combler les trous. Vers 1900-1920, on commence à comprendre la structure de l'atome, avec un noyau au centre, et des électrons qui gigotent autour. Et en proposant de regarder les choses comme cela, on a une classification qui paraît simple pour identifier les différents éléments, c'est de regarder dans leur noyau le nombre de protons. Et plutôt que d'appeler les atomes "Helium, etc ..." on aurait pu les appeler "1,2,3,4, etc ..." en regardant le nombre de protons à l'intérieur du noyau. L'intérêt de cette classification, selon Mendeleïev, c'est que le lithium et le sodium réagissent pareil. L'oxygène et le souffre réagissent pareil. Et pour l'expliquer on va regarder la structure des atomes. Donc le nombre de protons détermine le nom et la nature de l'atome. Autour on a des neutrons, et autour on a des électrons. Un atome est neutre donc il y a autant de protons que d'électrons. Pour avoir des ions, on ajoute ou en enlève des électrons, mais on ne touche jamais au noyau. Certains le font. Les chimistes jouent avec les électrons. Les nucléaristes jouent avec le noyau. Les chimistes n'arrivent pas à changer du plomb en or. Mais celui qui joue avec les réactions nucléaires joue avec le noyau et sait le faire. Dernière chose à savoir sur les atomes, vous savez qu'il y a du carbone 12 et du carbone 14. Comment appelle-t-on ces deux choses là ?
1116		(Personne ne répond).
1117	E(46'10)	Ce sont des isotopes : même nombre de protons, mais nombre de neutrons différent. Le carbone 14 est un isotope radioactif car il va rapidement se transformer en carbone 12. C'est comme cela qu'on date des éléments. On peut dater un os comme cela. Mais on ne va pas dater une poterie au carbone 14 car il n'y a pas de carbone dedans. Donc pour dater quelque chose au carbone il faut qu'il y ait du carbone. Et le carbone 14 se désintègre progressivement pour donner du carbone 12. On va donc mesurer la quantité de carbone 14 qu'il y a dans les différents objets. A partir de là, on peut remonter à la date où l'homme, ou l'animal, meurt. Maintenant qu'on a vu ce qu'était un atome, qu'une molécule est un agencement d'atomes, regardons comment s'organisent les choses dans un solide. regardez d'un point de vue militaire dans une caserne. Vous avez des soldats, tous au garde à vous devant un drapeau. Ils sont bien alignés, bien rangés, ne bougent pas. Ça c'est la situation du solide. Dans un solide, les molécules ou atomes sont assez proches les uns des autres, assez rangés. donc ça a un volume et une forme propre. Maintenant si on dit "repos" à ces soldats, vous les laissez

		retourner à leurs occupations. Ils occupent l'espace de la caserne. Ils sont plus loin les uns des autres, se déplacent et ont une vitesse plus importante. Il y a donc un volume propre un peu plus important. Les particules se déplacent un peu plus les unes par rapport aux autres mais qui restent toutes visibles les unes par rapport aux autres. Ca c'est le liquide. Maintenant que dites-vous aux soldats pour avoir un gaz ?
1118	E4 (51'10)	Permission.
1119	E	Oui, et là ils partent tous dans toutes les directions et vite. Ils ne se voient plus les uns les autres. Ca c'est le gaz. Je vais maintenant prendre un corps pur. Un corps pur c'est un atome ou un groupement d'atome, mais dans l'objet que vous considérez, tout ce que vous regardez est identique. Vous n'avez que des molécules d'eau, ou que des atomes de cuivre, etc ... Le programme vous demande de comprendre le fonctionnement et les changements d'état des corps pures, par rapport à ce qui n'est pas pure. Par exemple si vous prenez de l'eau et que vous rajoutez du sel dedans, vous voyez de l'eau, et du sel donc ce n'est pas un corps pur. Par contre l'eau déminéralisée est un corps pur. Donc on va regarder les différences entre ces deux types d'éléments. Donc les changements d'état pour les solides, liquides, gaz, on a le fameux triangle. Quand on passe du solide au liquide, comment appelle-t-on cela ?
1120	E7(55'35)	Fusion.
1121	E	Oui. Quand on passe du liquide au solide ?
1122	E3	Solidification.
1123	E	Oui. Quand on passe du liquide au gaz ?
1124	E6	Vaporisation.
1125	E	Oui. Liquide à gaz c'est la vaporisation. La vaporisation contient deux processus.
1126	E1	Ebullition et évaporation.
1127	E(56'10)	Oui. Différence entre évaporation et ébullition ?
1128	E3	Surface et dedans.
1129	E7	L'évaporation concerne l'eau et … (E7 ne finit pas sa phrase).
1130	E	Non, ce n'est pas la nature du composé. L'évaporation c'est un phénomène de surface. Ca se produit à la surface d'un liquide et quelle que soit la température. L'ébullition est un phénomène de volume. Ca se passe dans l'ensemble du liquide. Et ça se produit si on a un corps pur à température constante. Voilà, évaporation/ébullition c'est changement d'état liquide/gaz. Maintenant il nous reste gaz/liquide ?
1131	E1	Condensation ?
1132	E4	Liquéfaction.
1133	E	Liquéfaction ou condensation liquide.
1134	E	Il nous reste solide/gaz ?
1135	E8	Sublimation.
1136	E	Oui, et gaz/solide ?
1137	E5	Condensation solide.
1138	E	Oui. Connaissez-vous des corps qui se subliment ?
1139		(Personne ne répond).
1140	E	Il y en a un que vous avez quasiment tous chez vous, c'est l'antimite. Bon, vaut mieux pas en avoir c'est toxique le naphtalène. Vous en mettez une boule dans vos habits, six mois après vous ne retrouver plus le naphtalène. Et il n'y a pas de liquide, ça n'a pas coulé. Le naphtalène se sublime. Il passe du solide au gaz.
1141	E4	Le camphre.
1142	E	Le camphre est aussi un solide qui se sublime. Vous le mettez à chauffer doucement dans une casserole. Vous allez voir un peu de liquide apparaître car le camphre n'est pas pur. A ce moment-là vous éteignez et vous attendez. Ca resolidifie rapidement et vous regardez ce qu'il se passe au-dessus. Vous allez voir le camphre solide et au-dessus de la fumée. La fumée ce sont des particules solides en suspension dans l'air. Cette fumée vient du camphre solide qui s'est sublimé et est passé à l'état gaz. Puis en montant dans l'air plus froid, le camphre se recondense pour donner des particules solides. Donc vous avez du solide en bas et vous vous retrouvez avec du solide en bas et en haut. Lorsque vous mettez une assiette au-dessus d'une casserole d'eau, vous avez des gouttelettes d'eau sur l'assiette. La si vous faites la même chose avec du camphre, vous n'obtenez pas des gouttelettes sur votre assiette mais du camphre solide, des cristaux de camphre. Ce sont des cristaux purs. Donc on peut sublimer le camphre. L'avantage c'est que ça sent bon et que ça dégage les voies respiratoires. Il y a encore d'autres

		choses.
1143	E6 (1h)	Je crois que le bois se sublime quand il brûle.
1144	E	Quand il brûle il se passe autre chose. Il se passe des réactions chimiques
1145	E6	Mais c'est le gaz qui brûle. Le gaz sort du bois et ensuite prend feu et s'enflamme.
1146	E	Tout-à-fait, mais ce n'est pas de la sublimation. Pour la sublimation, vous partez d'un corps à l'état solide et vous le trouvez à l'état gazeux. Pour le bois, vous avez des tas de molécules et quand vous chauffez vous produisez des réactions chimiques qui vont casser les molécules et faire apparaître d'autres molécules. En particulier des molécules plus volatiles.
1147	E6	Ce sont donc des réactions chimiques qui se produisent pendant la combustion.
1148	E	Quand vous chauffez, vous créez des réactions qui elles-mêmes vont en provoquer d'autres. Le bois est un affreux mélange et c'est compliqué pour un chimiste qui simplifie les choses. Le problème du bois c'est que c'est un mélange de plein de choses et que ces choses réagissent ensemble pour donner quelque chose de compliqué. On est dans des réactions chimiques. Quand on parle de changements d'état, on ne parle pas de réactions chimiques. On garde les mêmes entités tous le long. Les réactions chimiques sont des choses qui transforment les molécules. On a des entités de départ et à la sortie on n'a pas les mêmes. Le coup dangereux pour cela ce sont les bougies. Quand je chauffe une bougie que se passe-t-il ?
1149	E5	Il y a une fumée noire au-dessus.
1150	E	Il y a une fumée noire au-dessus. Il y a un gaz qui se dégage et ça fond. Quand on allume une bougie on fait deux choses à la fois. Une partie de la bougie brûle, elle se transforme en gaz qui s'enflamme. Ca, c'est de la réaction chimique. Et une partie de la bougie (le dessous, la cire), qui fond, et qu'on peut récupérer ensuite. Ca, c'est un changement d'état. Donc il y a de la réaction chimique, et du changement d'état. Conclusion, on n'utilise pas de bougie avec les gamins, et on est prudent, en tout cas.
1151	E6	Ce qui est bizarre c'est qu'il y a moins de cire qu'au début quand même.
1152	E(1h03)	Oui, il y a moins de cire qu'au début car une partie de la cire est partie dans les réactions chimiques. Revenons maintenant sur des changements d'état de l'eau. Comment fait t-on pour passer de l'eau à l'état gaz ?
1153	E1	On chauffe.
1154	E	On chauffe, donc on apporte de la chaleur. Quand on fait un changement d'état, il faut apporter de la chaleur pour aller du liquide au gaz, du solide au liquide. Et pour passer d'un état ordonné à un état plus désordonné, il faut chauffer. Réciproquement, quand je passe d'un liquide à un solide j'enlève de l'énergie à mon liquide.
1155	E3	Il n'y a pas que ça, il y a la pression aussi qui peut jouer.
1156	E	Alors, une façon de faire les changements d'état, c'est de modifier la pression.
1157	E1	Mais ça joue sur la température automatiquement.
1158	E	Effectivement, pression, volume, température pour un gaz, tout ça c'est lié.
1159	E4	PV=nRT
1160	E	Voilà, on revient sur ce qu'on a fait la dernière fois. Mais attention, on fait PV=nRT uniquement quand on a un gaz. Quand on a un gaz qui se transforme en liquide, je ne peux plus utiliser cette formule. Donc pour changer d'état, on ajoute de la chaleur. Soit en chauffant, soit en comprimant, ça peut être en faisant plein de choses. Nous on va rester dans les solutions simples, on chauffe ou on refroidit. On refroidit ça veut dire qu'on enlève de la chaleur. Je vous pose une question : je prends de l'eau pure, je la mets dans mon congélateur à -18°C. J'attends suffisamment longtemps. Ce que j'ai fait quand j'ai fait mes glaçons c'est que j'ai mis un peu de pâte à modeler au fond pour que quand ça gèle, j'ai la forme de ma pâte à modeler au fond. J'ai attendu trois/quatre jours. Je sors mes glaçons, j'enlève la pâte à modeler et je mets un thermomètre dedans. A votre avis, quelle température va-t-on trouver ? Et pourquoi vous pensez cela ?
1161	(1h07min)	(Les élèves réfléchissent et écrivent leurs réponses).
1162	E(1h09min)	Alors, quels sont les groupes qui disent que la température est aux alentours de zéro degré ?
1163		(Deux groupes lèvent la main.)
1164	E	Quels sont les groupes qui disent -18°C ?
1165		(Les autres groupes lèvent la main.)
1166	E	Ceux qui pensent -18, pouvez-vous m'expliquer pourquoi ?

1167	E3	Parce que ca sort directement du congélateur.
1168	E	Ca n'explique pas pourquoi on trouve -18.
1169	E2	Parce que la température du congélateur est à -18°C.
1170	E1	Pendant le changement d'état, ça reste à zéro degré puis ensuite ça prend la température du congélateur.
1171	(1h11min)	(E prend la température de la glace qu'elle vient de sortir du congélateur et montre le résultat aux élèves : on est à -18°C.)
1172	E	La glace que je viens de sortir du congélateur est à -18°C, vous êtes témoin. Maintenant, la pièce est à 20°C alors ce qu'il va se passer, c'est que la glace va fondre. Mais avant de fondre, la température de la glace augmente et au dessus de zéro, elle va fondre. Donc la glace ne reste pas à zéro degré. On prend de l'eau, on la met au congélateur. Au départ, l'eau est à 20°C, la température va chuter jusqu'à atteindre zéro degré et le changement d'état commence à se produire. Tant qu'on a le changement d'état, la température reste à zéro degré. Changement d'état ça veut dire qu'en même temps j'ai de l'eau et de la glace. Puis au bout d'un moment, je n'ai plus que de la glace. Lorsque je n'ai plus que de la glace, je ne suis plus en changement d'état. Puis la glace va prendre la température du milieu. C'est-ce qu'on appelle l'équilibre thermique. Donc la température de la glace va descendre jusqu'à atteindre la température du congélateur. Si le congélateur est à -18, la glace sera à -18°C. Je vais maintenant vous demander de me faire un diagramme. Vous allez mettre en horizontale, le temps, et en verticale, la température. Et làon va partir dans l'autre sens : vous prenez un glaçon qui sort du congélateur (il est à -18°C) et vous regardez ce qui se passe au fur et à mesure du temps. Donc sur une échelle de temps, que se passe-t-il au niveau de la température. Dessinez-moi l'évolution de la température du glaçon au cours du temps, sachant que la température de la pièce est aux alentours de 22°C. Si vous avez des courbes un peu cabossées avec des changements rapides de courbe, à chaque fois que vous avez des ruptures de pentes, indiquez-moi à quoi ça correspond (1h15'25min). Une fois que vous avez fait cela avec le glaçon, vous allez me faire la même chose pour de l'eau qu'on fait bouillir.
1173		(Les élèves mesurent l'évolution de la température du glaçon.)
1174	E(1h20min)	Alors, si je regarde la courbe de changement d'état d'un glaçon, j'obtiens ceci (E dessine au tableau). La température évolue en partant de -18°C, progressivement au cours du temps et quand elle arrive à zéro, elle ne bouge plus pendant un bon moment. A zéro degré on voit apparaître des gouttelettes d'eau. Donc on a en même temps de l'eau liquide, et de l'eau solide. C'est le phénomène de fusion. Et tant que le phénomène de fusion a lieu, la température reste constante. Là on a un corps pure. Et ça continue jusqu'au moment où le dernier morceau de glace disparaît. A partir de là, on n'a plus que de l'eau. La température de l'eau augmente jusqu'à être la même que dans le milieu extérieur. L'autre courbe, c'est pour les changements d'état liquide/gaz, c'est une ébullition. On part de 20°C puis on arrive à 100°C. Donc l'eau chauffe jusqu'à 100°C. A 100°C les premières bulles apparaissent, et là, la températures reste constante, jusqu'au moment où il n'y a plus d'eau dans la casserole. Après, si la température augmente, c'est la température du gaz.
1175		
1176	E(1h23min)	Alors, l'eau pure bout à 100°C et on a un palier, c'est-à-dire que ça ne bouge pas de 100°C. Il faut savoir ce qui se passe quand vous mettez de l'eau dans votre casserole pour faire des pâtes par exemple. Vous mettez un thermomètre dans la casserole, et à 40°C vous commencez à voir apparaître des bulles. Vers 85/90°C vous continuez à voir apparaître de nouvelles bulles mais en beaucoup plus grande quantité, et ces bulles là commencent à bouger dans tout le liquide quand on est aux alentours de 100°C. Donc on a deux apparition de bulles : une a 40 et une à 90°C. Cette eau que j'ai fait bouillir, je la laisse refroidir. L'eau reprend la température de la pièce. Je refait bouillir cette eau et j'observe que les premières bulles apparaissent vers 85/90°C. Comment expliquer que la première fois je vois apparaître des bulles à 45°C et que je ne les vois pas la deuxième fois ?
1177	E1	C'était le gaz qui était contenu dans l'eau ?
1178	E	Effectivement, l'eau du robinet contient un certain nombre de gaz dissous, essentiellement de l'air. Comment pourrait-on vérifier cela ?
1179	E2	On met un poisson dans l'eau.
1180	E	On pourrait, mais d'un point de vue éthique ce n'est pas bon. Mais on pourrait récupérer ce gaz qui part à 40°C et on pourrait le faire analyser par un spécialiste. Sinon quand on récupère le gaz, on met une petite allumette et on voit que le gaz contient de l'oxygène. On a plusieurs possibilités. Mais effectivement les bulles qui s'échappent à 40°C sont des bulles d'air alors que celles à 90°C sont des bulles d'eau. Elles contiennent de la vapeur d'eau. Et comme de l'eau

		s'échappe, au fur et à mesure qu'on chauffe l'eau, le niveau d'eau dans la casserole baisse. Est-ce que si je chauffe plus fort, la température d'ébullition augmente ?
1181	Tous(1h27min)	Non
1182	E	Non, la température d'ébullition reste toujours la même. Est-ce que j'ai toujours la même température d'ébullition pour l'eau pure ?
1183	E4	Ca dépend de l'altitude.
1184	E	Oui, vous savez tous que si je pars faire bouillir de l'eau au Mont Blanc, la température d'ébullition sera à 85°C. Si je fais bouillir de l'eau à une pression supérieure à la pression atmosphérique ?
1185	E5	Elle bout à 120°C.
1186	E	Plutôt 110°C.
1187		(Fin de la vidéo).
1188	E	Donc la température d'ébullition, c'est toujours un palier, et ce palier dépend de la pression à laquelle on fait chauffer l'eau. Des gens se sont amusés à tracer tous ces points pour observer ce qu'il se passait. Sur le diagramme gauche, vous avez la pression en ordonnée, et la température en abscisse. Comment a-t-on construit ce tableau ? On s'est mis à pression atmosphérique. On s'est mis à une température assez basse, où c'est du solide, et puis on a augmenté la température. A un moment donné on voit apparaître de la glace. On a le changement d'état solide/liquide. On trouve une température qui est de l'ordre de zéro degré. On continue à chauffer notre liquide et on se rend compte qu'à un moment donné, on voit un bulle, ébullition, et là on a 100°C. Puis ils ont fait la même chose en augmentant la pression. Et quand on augmente la pression, le moment où on a de la glace qui apparaît c'est un peu en-dessous de cette ligne là. Donc à partir de -1 ou -2, on passe de solide à liquide, c'est plus à zéro, et par contre, le changement d'état liquide/gaz il se fait à une température supérieure à 100°C. Ca c'est la cocotte-minute, j'ai une pression supérieure à la pression atmosphérique, la température d'ébullition est aux alentours de zéro degré. Si maintenant je diminue la pression, la température de changement d'état solide/liquide est au-dessus de zéro degré, et la température d'ébullition est en-dessous de 100°C. Donc des gens ont construit cette courbe point par point. C'est expérimental. Ce qui vous permet à vous de dire : "ma pression est de tant donc je sais à quelle température mon eau bout." Et ça devient intéressant quand on descend en pression. Regardez pour ce point là, on a à la fois du solide, liquide et gaz. On a les trois qui coexistent en même temps. C'est-ce qu'on appelle le point triple. Il y a un seul point comme ça. Et si on descend en dessous, si on a une pression très faible, quand on augmente la température, on passe directement du solide au gaz. On a une sublimation. Cette courbe-là, à pression atmosphérique, c'est-ce qu'il se passe pour le camphre. Nous on ne l'a pas sur notre terre, mais sur d'autres planètes où la pression est très faible, on a la glace qui se sublime directement. Vous vous posiez la question : "jusqu'où va cette courbe ?" mais regardez, il y a un point d'arrêt. C'est à dire que si je suis à pression atmosphérique, j'ai une température donnée. Puis après j'ai le gaz qui continue d'augmenter. Là je n'ai plus rien. C'est à dire qu'à pression atmosphérique, si j'ai du gaz eau, je peux continuer à le chauffer tant que je veux. "Tant que je veux" oui et non car quand je chauffe un gaz, on donne de la vitesse aux molécules. Donc la température d'un gaz est associée à la vitesse des particules. Ca on va l'admettre. Au bout d'un moment, ça va être tellement vite et tellement violent que ça va s'entrechoquer dans tout les sens, et ça va se décomposer. Donc je n'aurai plus d'eau, et je ne pourrai plus parler de la température du gaz car je n'aurai plus le gaz en question. C'est une possibilité. (5min) Il y a autre chose qui se produit, si j'augmente en pression, j'ai un changement d'état solide en quelque chose, mais le "quelque chose" c'est du liquide ou du gaz ? C'est-ce qu'on appelle l'état fluide. Ce n'est pas un liquide, pas un gaz, c'est quelque chose entre les deux. Donc nous on reste ici, mais on peut jouer au-dessus, on peut jouer en-dessous. En classe prépa, il y a des liquides particuliers, qu'on a placé quelque part par ici. Donc vous voyez un liquide, et au-dessus vous avez son gaz, puisqu'on est à l'équilibre liquide/gaz. On chauffe un peu, et on monte un peu en pression. Et en faisant ça, ce machin là on le fait arriver quelque part par ici. Donc on prend un liquide qui n'est pas opaque, on met un vidéo projecteur derrière, on voit la surface du liquide, et au-dessus un gaz. On chauffe et on augmente un peu la pression. On commence à voir que ça bout, on voit des bulles dans le liquide et le gaz qui augmente puis d'un coup, on voit la surface du liquide qui se met à onduler, puis on ne voit plus rien. Plus de surface du liquide, plus de séparation, on ne voit plus qu'un seul état. C'est-ce qu'on appelle l'état fluide. Il y a des états encore plus particuliers de la matière mais on va en rester là. Donc on a fait les changements d'état de l'eau. On va maintenant regarder les échanges de chaleur avec les glaçons.

1189	(9'15)	(E regarde la température de la glace dans un récipient).
1190	E	Regardez c'est intéressant car on a encore de la glace alors qu'on est à 1,6°C.
1191	E1	Oui mais il y a de l'air entre.
1192	E	Voilà, effectivement ce n'est pas de la glace compacte, il y a de l'air. Du coup au niveau des températures on n'a pas ce qu'on voudrait avoir donc il faut vraiment respecter les conditions. Je vais maintenant vous parler des glaçons car l'eau est un cas très particulier. La plupart du temps, quand on a un liquide et qu'on le refroidit pour obtenir ce solide, vous avez vu ce que je disais sur la caserne, au début il sont rangés au garde à vous puis après ils sont dans la caserne. Donc en terme de volume, j'ai la même quantité de matière dans un volume qui a augmenté. Avec la température, les liquides et solides se dilatent, et pour un solide et son liquide, pour la densité que se passe-t-il ? Si je prends un cube d'or et que je le trempe dans le l'or liquide ? Si je le lâche, il coule. La densité du solide est plus importante que la densité de son liquide. Car dans un solide les particules sont plus proches les unes des autres que dans son liquide. C'est vrai pour quasiment tout les corps, sauf pour l'eau. Un glaçon d'eau flotte dans l'eau. Si vous voulez vous amusez à cela, prenez un glaçon d'huile d'olive, et vous le versez dans un verre d'huile. Et le glaçon d'huile coule. L'huile solide coule dans l'huile liquide. Le plomb solide coule dans le plomb liquide. Mais l'eau solide flotte dans l'eau liquide. L'eau est l'un des seuls corps qui, quand on le fait passer de liquide à solide, a son volume qui augmente. La densité de la glace est plus faible que la densité de l'eau. Ceci est une exception. On va expliquer cela en regardant de plus près les molécules d'eau. (12min) Une molécule d'eau c'est un oxygène et deux hydrogènes. Il y a des liens réalisés par les électrons qui naviguent d'un atome à l'autre. C'est-ce qu'on appelle une liaison chimique. Ce sont donc les électrons de l'oxygène, et les électrons que l'hydrogène qui sont mis en commun. Sauf que normalement une mise en commun c'est fifty-fifty et que l'oxygène n'est pas très sympa à ce niveau là. Et l'oxygène étant beaucoup plus gros que l'hydrogène, il attire les électrons de l'hydrogène. Les électrons de l'hydrogène sont beaucoup plus attirés par l'oxygène qu'ils ne le devraient. Du coup, globalement, il y a un déficit en électrons du côté des hydrogènes. Donc l'hydrogène est un petit peu positif. Et l'oxygène qui attire les électrons est un petit peu négatif. On se retrouve avec molécule polaire et ceci change énormément de choses.
1193		(E regarde dans le petit pot).
1194	E(16'55)	Vous pouvez tous essayer, vous tapez d'un coup, et vous y allez doucement. Donc vous rentrez dedans, et maintenant vous tapez d'un coup. Vous voyez que votre doigt peut rentrer, ou ne pas rentrer. Essayez de remettre un maximum de maïzena dans le pot, sinon les autres ne pourront pas le faire.
1195	E	Revenons à la glace, c'est bon pour vous que la glace solide soit moins dense que la glace liquide ? Bon, une dernière question sur les glaçons. Une question liée aux échanges thermiques. Je prends deux glaçons identiques. Je prends une cuillère en bois, et je prends une cuillère en métal. Je pose un glaçon sur chacune des cuillères. Mes deux cuillères sont dans la salle depuis longtemps alors à quelle température sont mes cuillères si la salle est à 22°C ?
1196	E2	22°C.
1197	E	Voilà, donc je mets deux cuillères qui sont au départ à 22°C. Je pose un glaçon sur chacune d'entre elles. Que se passe-t-il au niveau des glaçons ? Il y a un glaçon qui fond plus vite que l'autre, comment l'expliquez-vous ? Donc vous allez travailler en petit groupe. Vous me dites ce qu'il se passe à votre avis, quel est le glaçon qui fond le plus vite et comment vous l'expliquez.
1198	(19'40)	(Les élèves travaillent en groupe).
1199	E(26'21)	Alors, quels sont ceux qui pensent que le glaçon fond plus vite sur la cuillère en bois ?
1200		(La majorité des élèves lève la main).
1201	E	Quels sont ceux qui pensent que le glaçon fond plus vite que la cuillère en métal ?
1202		(Un élève lève la main).
1203	E	Quels sont ceux qui pensent que c'est pareil ?
1204		(Personne ne lève la main).
1205	E	Rapprochez-vous, on va faire la manipulation.
1206		(Fin de la vidéo).
1207	E	Alors, je mets l'équivalent d'une cuillère. Je verse ici, et je verse ici (E renverse la première cuillère de glace sur une réglette en bois, et renverse la deuxième cuillère de glace à côté de la réglette en bois.). Je vais aussi faire une trainée. (E fait une trainée de glace sur la réglette en bois, et une trainée de glace à côté de la réglette en bois). On va maintenant attendre.
1208	E1 (3min)	Ca se voit bien. Pour être tout à fait rigoureux, je pense qu'il aurait fallut prendre deux

		supports avec exactement la même taille.
1209	E1 (3min)	Tout-à-fait. De la même épaisseur, la même taille, et les mêmes glaçons.
1210		(E remue la glace sur le métal pour montrer qu'elle est fondue.)
1211	E1	Si on remue c'est de la triche.
1212	E	(E remue aussi la glace sur le morceau de bois.) Oui mais quand je remue ici aussi on voit bien qu'il reste de la glace. Donc entre la glace sur le métal, et la glace sur le bois, il n'y a pas photo. C'est concluant.
1213	(4 min)	(Fin de la vidéo).
1214	Jusqu'à 6'	*Construction des balances en groupes.*
1215	E	Essayez de comprendre le rôle de chaque pièce et le fonctionnement de la balance. Une fois que c'est fait je voudrai que vous me fassiez un schéma du fonctionnement de la machine. Chacun fait le sien. Vous devriez être tous en train de faire le schéma de fonctionnement ou de vous mettre d'accord sur le fonctionnement de la machine.
1216	6'15 à 21'51	*Mise en place individuelle d'un schéma de la balance et discussions diverses.*
1217	A1	Recopie pas moi je le fais en perspective.
1218	E	*Un schéma c'est une coupe longitudinale.*
1219	A2	Pour expliquer le fonctionnement de chaque chose on l'écrit ou on passe au tableau avec les élèves ?
1220	E	Nous, on va tous aller au tableau mais vous faites comme vous le sentez. Une fois que vous avez fini vous les mettez au tableau. Le plus important c'est que vos élèves travaillent et si c'est dans la bonne humeur c'est mieux.
1221	A2	J'ai vu dans une classe, la maitresse me disait que les élèves parlaient tout le temps, ils s'expliquaient les choses entre eux.
1222	E	Il y a plein de fonctionnements. Combien de cours avez-vous où vous fonctionnez par groupes comme ici ?
1223	A3	C'est le seul.
1224	E	Vous vous rendez compte que la disposition de la salle change le fonctionnement de la classe. Alors ceux qui ont terminé, réfléchissez aux différents types de balances que vous connaissez et comment fonctionnent ces différentes balances. Une fois que tout le monde aura mis son dessin en place on va tous se rapprocher pour regarder un peu ce qu'il se passe. Et là je vais avoir besoin d'un caméraman.
1225	E	Vous savez c'est comme les enfants, les enfants ils se collent autour.
1226	Tous	Ah oui c'est vrai !
1227	E	Il faut qu'on leur explique que non il n'y a pas besoin. Bon alors vous voyez la difficulté. C'est que ici vous n'êtes pas forcément très confortables. Avec les enfants c'est la même chose, il faut veiller à ce que ça soit le plus confortable possible. Alors, on regarde ces différents schémas et puis la question que je voudrai vous poser c'est à votre avis lesquels seraient les plus scientifiques et pourquoi ?
1228	A1	Parce que c'est le mien.
1229	E	Alors parce que c'est le mien est un critère euh… Alors regardez un peu.
1230	A2	Au début j'aurai été tenté de dire celui en haut à gauche mais en fait il manque des choses.
1231	E	Alors, qu'est-ce qu'il manquerait ?
1232	A3	L'aiguille.
1233	A4	La petite potence d'équilibre.
1234	E	La potence d'équilibre ?
1235	A5	Elle est très simplifiée.
1236	E	Oui, est-ce que la simplification c'est un critère plutôt intéressant… enfin qu'est-ce qui compte finalement ? Vous vous souvenez, ma demande c'était de construire un schéma qui permette de comprendre le fonctionnement de la balance. Alors vous m'avez parlé d'un critère... vous me disiez quoi ? Qu'il fallait... j'ai entendu parler de légende. Ça on peut en discuter. Il faut forcément une légende ? Pas forcément mais à condition que quoi ?
1237	A6	Qu'on voit les mesures.
1238	E	Les mesures de quoi ? Est-ce qu'il y avait des mesures à montrer sur cette balance ?
1239	A7	Non.

1240	A5	Le fonctionnement dépend…
1241	E	Dépend de quoi ?
1242	A5	De ce qu'on va mettre sur le plateau, il y a des mesures.
1243	E	Alors, le fonctionnement ne dépend pas de ce qu'on va peser.
1244	A5	Non mais je veux dire, pour comprendre comment ça fonctionne il faut bien un peu peser quelque chose pour voir un peu ce qu'il se passe.
1245	E	Effectivement on peut comprendre le fonctionnement en utilisant mais on peut comprendre aussi en observant la machine. C'est deux façons de comprendre les choses. Avec les enfants effectivement on va travailler en les faisant manipuler. On va déjà leur faire comprendre en construisant. Vous avez vu des choses. Comment elle marche cette machine ? Quelqu'un saurait m'expliquer comment fonctionne la balance que vous avez construite ?
1246	A4 3'24	Ben avec des masses, des poids.
1247	E	Alors quelqu'un voudrait bien me prendre un des machines là et me la donner. Et puis maintenant qu'on a la machine devant les yeux, on va la poser là. Si je demande à l'un d'entre vous de m'expliquer comment fonctionne cette balance ? Au hasard, allez y.
1248	A8	Alors selon le poids qu'on met déjà la balance va s'incliner plus d'un coté ou de l'autre. A même distance euh… je peux la prendre ?
1249	E	Oui bien sur.
1250	A8	En fait si les deux paniers sont à même distance du socle, selon le poids ça va s'incliner d'un coté ou de l'autre. Si les deux paniers ne sont pas à même distance, par exemple si on le met plus près du socle, ça s'inclinera du coté où c'est plus loin. Et il y a aussi selon si on réglait avec ça je ne sais pas comment ça s'appelle.
1251	E	On va l'appeler la barrette.
1252	A8	Comme quoi ça permettait de compenser un minimum le poids. Si on mettait un poids là et qu'on le décalait de l'autre coté.
1253	E	Alors vous avez entendu son explication ? Je pense que ça vous a donné des idées. C'était une première tentative. Maintenant je voudrais une deuxième tentative qui soit plus formalisée. C'est-à-dire imaginez que vous expliquez devant un public, pas forcément des enfants, mais essayez de mettre les choses en mots de façon à ce qu'un public puisse comprendre le fonctionnement de la balance. Qui s'essaye à ça ? C'st un vrai entrainement professionnel ça, vous devez être capable de faire ça. Essayez.
1254	A9 6'	Ben on a vu que si on mettait deux objets ça permettait de voir lequel était le plus lourd. Donc c'est du coté où ça va s'abaisser le plus. Et après si on a juste un objet qui est léger parce que ça ne va pas loin, on peut régler avec la réglette et on voit le chiffre qui permet de connaitre la masse de l'objet qui est dans le panier.
1255	E	Vous êtes sure de ça ?
1256	A9	Ben c'est-ce qu'on en a déduit des petits chiffres qui étaient là.
1257	E	Alors les chiffres ils servent à quoi ? Est-ce que les chiffres permettent d'indiquer des masses ?
1258	A10	A mettre les plateaux à la même distance.
1259	A11	C'est pour bien centrer déjà en haut.
1260	E	D'accord. Et en quoi c'est important ?
1261	A11	Ben sinon il y a un déséquilibre qui se fait.
1262	E	Vous ne m'avez pas encore, pour le moment, expliqué comment fonctionne cette balance. Alors moi je partirai autrement. J'ai un socle jaune d'accord ? J'observe ensuite, j'ai une petite réglette sur laquelle je peux placer deux plateaux à des endroits différents. J'ai un clou, personne ne m'en a parlé encore, qui permet de faire pivoter la réglette. J'ai une espèce de barre ici et deux espèces de pics sur le dessus qui on l'air de bloquer le déplacement de la barre. La réglette ici, je me rends compte que si je mets les plateaux à la même distance, je peux avoir un équilibre horizontal en utilisant la réglette. Et puis évidemment j'ai également une aiguille qui est solidaire de la barrette et qui amplifie le défaut d'horizontalité. Si la barre n'est pas horizontale, on le voit beaucoup plus facilement avec l'aiguille. Donc le fonctionnement c'est quoi ? Bah si je positionne chaque plateau à la même distance du pivot. Pour mesurer quelque chose, une fois que j'ai établi avec la réglette l'horizontalité de ma balance, si je pose un objet ici et que j'ai des objets de masse connue, lorsque je rétablis l'équilibre avec ces objets de masse connue, l'équilibre horizontal, je fais la somme des masses connues et j'obtiens la masse de mon objet. Oui ?
1263	Tous 9'	Oui.

1264	E	Ca va mieux ça tout de suite ?
1265	A9	Donc en fait elle sert à comparer deux objets mais aussi à savoir la masse d'un objet.
1266	E	Alors effectivement, on peut, avec cette balance, comparer la masse de deux objets pour voir laquelle est la plus lourde. Et puis on peut également peser une masse inconnue en utilisant des masses connues. C'est-ce qu'on appelle des masses marquées. Bon, maintenant qu'on est au clair là dessus, schéma de fonctionnement, on y retourne. Qu'est-ce qui est pareil, qu'est-ce qui est différent dans ces schémas et lesquels vous semblent les plus pertinents ? Alors qu'est-ce qui est différent ?
1267	A12	Il y a des schémas où il n'y a pas la butée.
1268	E	Oui.
1269	A13	Il y a des schémas où il n'y a pas de masse aussi.
1270	E	Alors il y a des schémas avec et sans masse.
1271	A14	Il y a des schémas où la balance est à l'équilibre.
1272	E	Oui. Qu'est-ce qu'il y a d'autre encore ? Est-ce qu'il y a des schémas qui sont… Euh, qu'est-ce que vous pensez de celui là ?
1273	A12	Il n'y a pas la butée.
1274	E	Il n'y a pas la butée mais ?
1275	A9	Mais on voit bien la comparaison de deux masses. On observe également la petite réglette.
1276	E	Il y a quelque chose qui coince sur ce schéma. Bon alors, je vais vous proposer de réfléchir tout seuls comme des grands. Je fais un premier tri et vous allez essayer de voir d'où vient le tri que je vous propose.
1277	A10	On peut faire un tri pendant que vous téléphonez ?
1278	A14	Non elle le fait là.
1279	E	C'est moi qui suis en train de le faire et vous essayez d'identifier l'élément qui fait…
1280	A15	Votre choix.
1281	E	Voilà.
1282	A10 12'	C'est deux zones madame ?
1283	E	Oui.
1284	A9	Le groupe du bas j'ai l'impression que c'est le mieux, il y a tout.
1285	A8	Ceux d'en haut ils ne peuvent pas pivoter c'est pour ça !
1286	A9	Ah oui !
1287	A10	C'est la vis qui fait la différence.
1288	A13	Et lui il peut pivoter.
1289	A8	Oui mais il n'y a pas la butée.
1290	E	J'ai entendu des applaudissements. Ca veut dire que vous avez trouvé ?
1291	Tous	C'est le clou madame !
1292	A14	Sans le clou ça ne peut pas pivoter.
1293	E	Et oui ! Et il manque celui là.
1294	A8	Celui là il peut pivoter mais il n'y a pas de trou.
1295	E	Et donc ?
1296	A15 15'	Et donc ça tombe.
1297	A7	C'est un peu magique ce qu'elle nous a fait (montre un dessin).
1298	A5	C'est un peu dans l'espace.
1299	E	Alors, tiens, dans l'espace, est-ce que ce genre de balance fonctionne ?
1300	A6	Oui.
1301	A3	Sur la Lune c'est quand même utilisable parce qu'il y a une certaine pesanteur alors que dans l'espace où il n'y a pas de pesanteur ben…
1302	E	Donc en fait tout est lié à la…
1303	Tous	L'attraction terrestre.
1304	E	L'attraction d'un corps. C'est un peu plus compliqué que ça mais on va dire que sur la Lune, ce genre de balance fonctionne.
1305	A10	Mais pas de la même façon.

1306	E	Pourquoi pas de la même façon ? Qu'est-ce qui change entre la Lune et la Terre ?
1307	Tous	La pesanteur.
1308	E	La force de la gravité. Vous avez le rapport entre ce qu'il se passe sur la Terre et ce qu'il se passe sur la Lune ? Nous c'est aux alentours de 10, la constante de gravité. Sur la Lune c'est un sixième, c'est plus faible. Mais là, qu'est-ce qui joue ? Est-ce que ça change quelque chose d'être sur la Lune ?
1309	Tous	Non.
1310	E	Non puisqu'on compare des masses. En fait on compare des masses en utilisant des poids, des forces. Mais la force poids c'est quoi par rapport à la masse ? P est égale ?
1311	Tous	m*g.
1312	E	De chaque coté j'ai P=mg. Donc peut importe la valeur de "g" si c'est la même à gauche et à droite, il se passe la même chose. J'ai m1g= m2g, donc j'ai m1= m2. Oui donc effectivement, le pivot ! Important pour un fonctionnement. Euh, précision, ici on a une situation qui n'est pas possible. Sauf si le pivot a beaucoup de frottement. Dans ce cas là vous avez un pivot qui pivote mal et effectivement on peut bloquer.
1313	A11	Ou s'il y a une butée.
1314	E	Et sinon, effectivement, pour avoir ce genre de situation, il faut être en position de butée. Alors les butées, certains m'en ont représentées d'autres pas. Ca va ça ? Alors, il y a différents types de représentation, il y a des représentations en perspective, des représentations qui sont très proches de la réalité, il y en a par contre qui sont beaucoup plus...
1315	A2 18'	Rudimentaires !
1316	E	Est-ce que c'est rudimentaire ou est-ce qu'on a extrait de la réalité les éléments qui semblaient importants ? De quoi on a besoin pour expliquer le fonctionnement de la balance ?
1317	A1	Un pivot.
1318	E	On a besoin d'un pivot, on a besoin d'une barrette et d'un socle. Après effectivement si on est dans une balance on va rajouter les plateaux puis on va rajouter pour s'aider une aiguille, après la butée et la réglette c'est des choses en plus je veux dire. Il y a autre chose qui est important dont j'ai parlé, qui apparait quasiment dans tous vos dessins, non en fait je vais le mettre à part celui là. Donc essayez de voir ce qui fait que je l'ai mis à part celui là. Celui là aussi il y a des chances que ça coince. Il y a autre chose qui n'apparait pas dans le fonctionnement. Et celui là je pense que c'est la même chose. Qu'est-ce qu'on a dit pour le fonctionnement ? Rappelez-vous ce que j'ai dit. J'ai dit que quand j'avais une masse d'un côté et que je mettais des masses marquées de l'autre côté et que j'avais un équilibre, dans ce cas là j'avais la même masse des deux cotés. Qu'est-ce qui m'a permis de dire ça ?
1319	A2	Parce que entre le plateau et le socle elle est égale.
1320	E	Le plateau et le pivot.
1321	A9	C'est avec la théorie des moments.
1322	E	On en parlera peut être plus tard. Effectivement quand vous l'avez construite, vous avez mis la même distance de part et d'autre du pivot pour chaque plateau. Est-ce que ça apparaît clairement dans tous les schémas ?
1323	A10	Ah il faut que ça apparaisse clairement ?
1324	E	C'est un schéma de fonctionnement, il faut pour que ça fonctionne tenir compte de ça. La distance de part et d'autre du pivot doit être égale. C'est important pour que ça fonctionne. Donc il y a ça aussi qu'il faut mettre en avant. Le fait par contre qu'il y ait des petits trous et des chiffres dessus est-ce que c'est important ? On comprend le fonctionnement non ? Donc ça ça relève du détail. Donc finalement si vous avez quelque chose d'un peu moins descriptif, si vous essayez de faire un peu plus abstrait ça fonctionne aussi bien. On va arrêter là pour ça. Ce que je vais vous demander en trois minutes c'est pour vous de refaire ce schéma de fonctionnement maintenant qu'on a discuté de tout ça.
1325	A4	Et si on trouve que le nôtre est bien ?
1326	E	Vous le refaites parce que ceux là je vais les garder.
1327	E	Allez, trois minutes ! Donc en titre vous mettez, schéma de fonctionnement de la balance Trébuchet.
1328	A1	Sur le cours ?
1329	E	Non c'est pour vous. Et puis vous avez le droit effectivement de rajouter une légende parce que si vous faites un dessin plus abstrait….

1330	0'40 à 6'54	*Mise en place d'un schéma de fonctionnement.*
1331	E	Alors là on considère que c'est fini. Ceux qui n'ont pas terminé vous continuerez chez vous. On va passer à la suite. Alors la suite, écoutez bien. Vous avez bien noté que les distances entre les plateaux et le pivot sont identiques. Alors, maintenant ce que je vais vous demander c'est de presque complètement démonter votre balance. C'est à dire que vous allez rester avec la barre, le clou qui vous sert de pivot et c'est à peu près tout. Le reste vous le remettez dans le sachet. Et donc on va se retrouver avec cette situation. A priori, la barre devrait se trouver quasiment horizontale. C'est une barre homogène et donc globalement ça devrait bien se passer. Je vous fais remarquer que si la barre n'était pas homogène, dire la même distance de part et d'autre du pivot ne suffirait pas. Enfin bon on en reparlera plus tard peut être. Alors vous avez devant vous, on va appeler ça des masselottes, des petites masses. Ces petites masses on toutes la même valeur, c'est marqué 5 mais ça ne veut pas forcément dire que c'est 5 grammes. Donc toutes ces masses sont identiques. Ce que je veux dans un premier temps c'est que vous en preniez trois et pas plus que trois. Vous allez en mettre une d'un coté du pivot et deux de l'autre côté. Les deux autres vous allez me les accrocher comme ça. Et je veux que vous me trouviez toutes les possibilités qu'il y a pour accrocher ces masses de part et d'autre et avoir un équilibre horizontal. Bien sur, ces choses là je veux que vous en gardiez trace donc comment garder mémoire de ces différents essais ? Ça c'est la première étape. Je vous donne la deuxième tout de suite parce qu'il y en a qui vont aller plus vite que d'autres c'est classique. Une fois qu'on a réussi à faire ça, on fait la même chose simplement maintenant on a le droit de les détacher. D'accord, donc vous en avez deux vous les mettez comme vous voulez, et une ici. Alors c'est parti et le premier qui réussi à trouver toutes les possibilités a droit à toute ma considération.
1332	10' à 19'50	*Recherche et dessin des possibilités.*
1333	E	Allez vous en avez trouvé 7 ? En étant collés et séparés.
1334	A2	*Nous on en a trouvé 9.*
1335	E	J'en ai peut être oublié. Alors une fois que vous avez trouvé j'aimerai bien… euh, ceux qui ont trouvé les sept possibilités, essayez de me trouver… est-ce qu'il n'y aurait pas une régularité dans tout ça qui permettrait, sans faire de tâtonnements, d'arriver immédiatement à trouver la bonne solution ? Alors, si vous arrivez à me trouver une règle qui permet de trouver sans essayer, vous allez me l'écrire cette règle mais de deux façons différentes. Vous allez me l'écrire sous sa forme mathématique que vous connaissez, mais je voudrais aussi que vous la mettiez sous forme directe, avec des phrases. Si vous n'avez pas trouvé toutes les possibilités et que vous connaissez la règle, c'est que vous ne l'avez pas appliqué.
1336	21'45 à 35'	*Recherche du théorème et discussions diverses.*
1337	E	Vous avez fini ?
1338	A3	Oui presque !
1339	E	Vous m'avez écrit la phrase ?
1340	A3	Non.
1341	E	Ecrivez moi cette phrase.
1342	A3	C'est dur la mise en mots.
1343	39' à 44'50	*Discussion sur un examen blanc.*
1344	E	Alors, on revient sur nos équilibres. Quelle règle avez-vous trouvé ? Quels sont ceux qui veulent lire ce qu'ils ont écrit comme règle ?
1345	A4	Moi je veux bien mais je ne l'ai pas fait avec des mots.
1346	E	Alors il faut le dire en phrases. Essayez, allez y. On va essayer de reprendre tout ça. Donc vous y êtes tous ? On écoute attentivement.
1347	A4	En fait j'ai fait un dessin.
1348	E	Plutôt que votre dessin vous pouvez vous appuyer sur votre support et puis on essaiera après de s'en extraire. Parlez suffisamment fort pour que là bas ils vous entendent.
1349	A4	Alors on avait cette distance d1, cette distance d2, ce point m1 et ce point m2. Alors, j'ai dit qu'il y a équilibre si m1*d1=m2*d2.
1350	E	Est-ce qu'il y en a d'autres qui ont trouvé la même relation ?
1351	Tous	Oui.

1352	E	Alors le théorème de… il dit quoi ?
1353	A4	Plutôt m1f1=m2f2.
1354	E	C'est des forces là on veut des masses.
1355	A4	Oui c'est pareil on dit p1 et p2.
1356	A5	Mais ça ça marche quand on met deux forces en deux points, mais quand on met sur deux points différents ?
1357	A4	Alors !
1358	E	Est-ce que déjà vous êtes d'accord avec ça ? Est-ce qu'on peut le reformuler autrement ? Le produit de la masse d'un objet à sa distance au pivot doit être égal de part et d'autre du pivot. Par exemple hein. Mais c'est-ce que vous avez dit, m1d1=m2d2. Alors vous aviez vu ça ? C'est à dire que si vous aviez une masse deux fois plus grande, la distance à l'axe doit être deux fois plus petite. Est-ce que vous arrivez... vérifiez que ça marche avec un et trois par exemple. Je met trois fois plus de masse, il faut être à une distance... vous voyez ici regardez. Quand on écrit une loi générale il faut vérifier quand même sa généralité. Parce que si ça ne marche pas avec un et trois c'est ballot. Donc une généralité c'est bien beau mais à condition de vérifier que c'est bien une généralité. Alors du coup vous, vous allez encore plus loin et vous avez trouvé une relation donc dans le cas où les deux masses étaient séparées les unes des autres. Alors racontez-nous. / A2 Alors, si j'appelle cette distance d1, cette distance d2 et cette distance d3. Donc f1, f2 et f3. On a vu que f1d1 et f2d2 était égale à f3d3.
1359	E	Donc vous avez entendu ce qu'elle a dit ? Elle a dit f1d1+f2d2=f3d3. Alors vous, vous étiez en train d'essayer de me le mettre en mot, alors allez-y.
1360	A1	La somme du produit de la masse d'un objet à sa distance au pivot doit être égale à la somme du produit de la masse d'un objet à sa distance au pivot d l'autre coté.
1361	Tous	Oulala.
1362	E	Recommencez.
1363	A1	La somme du produit de la masse d'un objet à sa distance au pivot…
1364	E	La somme de quel coté ?
1365	A1	D'un coté.
1366	E	Voilà c'est ça qu'il manque.
1367	A1	D'un coté doit être égale à à la somme d l'autre coté.
1368	A2	C'est assommant.
1369	E	Donc la somme des produits pas du produit.
1370	1'14 à 3'10	*Répétition de la phrase pour l'écrire.*
1371	E	Quand vous aviez les petites masselottes, ce que vous avez fait c'est que vous avez regardé les distances. Vous aviez repéré que par rapport au pivot c'était numéroté de 1 à 6 et vous voyez à chaque fois que 1+4=5, 1+3=4, 2+4=6. Alors, maintenant question subsidiaire avant de souffler un peu. Vous allez enlever toutes les masselottes hein, mettez les sur la table. Alors est-ce qu'on est tous d'accord sur cette phrase ?
1372	Tous	Oui.
1373	E	Alors maintenant la question que je vous pose c'est, vous voyez j'ai déplacé…
1374	A3	Le pivot.
1375	E	Plutôt j'ai déplacé la réglette c'est pareil. Ca c'est une question de relativité des mouvements vous vous souvenez. Dire que c'est le pivot qui a bougé ou la barre qui a bougé euh…
1376	A4	Ca dépend du référentiel.
1377	E	Alors, maintenant que j'ai cette règle dans cette position là, est-ce que je peux encore dire ça (la phrase) ? Est-ce que j'ai l'équilibre horizontal ?
1378	A4	Non.
1379	E	Est-ce que vous êtes sûrs que oui ? Alors il y en a qui sont sûrs que oui et il y en a qui sont sûrs que non, comment on fait pour vérifier ?
1380	Tous	On essaye !
1381	E	Vous aviez gardé trace, il me semble, d'un certain nombre d'équilibres, donc essayez de voir si vous pouvez encore effectuer ces équilibres avec une barre qui est décalée.
1382	6'54	Vous avez tous vérifié ? Est-ce que cette règle fonctionne encore ?
1383	Tous	Non.
1384	E	Non elle ne fonctionne pas effectivement si vous reprenez les distances à l'axe que vous avez

		pris tout à l'heure, exact ? Alors comment vous expliquez ça ?
1385	A5	Il y a le poids de la barre.
1386	E	Oui ça veut dire que la barre il ne faut pas la négliger.
1387	A5	Tout à l'heure il y avait le même poids des deux cotés.
1388	E	Ah tout à l'heure, je ne l'ai pas écrit parce que ça se compensait. Quand j'ai une barre que je positionne au milieu, le poids de la barre est homogène ça veut dire qu'elle pèse partout la même chose. Mais maintenant qu'est-ce qu'il se passe ? Ma barre est plus lourde d'un coté que de l'autre et du coup, là, il faut intégrer dedans le poids de la barre. Alors est-ce qu'on pourrait faire autrement ? Est-ce qu'on pourrait retrouver cette phrase là avec une barre décalée comme ça ?
1389	A6	Oui si on met le poids de la barre en trop de l'autre coté.
1390	E	Alors comment je peux faire ça ?
1391	A6	On rajoute des petites masses à la barre qui est plus grande.
1392	E	Oui, pour arriver à quoi ?
1393	A6	Pour arriver à l'équilibre.
1394	E	Vous me dites équilibre. Quel équilibre ? L'équilibre horizontal. Il serait peut être intéressant de regarder si une fois que j'ai rétabli l'équilibre horizontal ici, si maintenant, la règle qui est écrite au tableau fonctionne ou non. Est-ce que vous pensez qu'une fois que j'ai rétabli l'équilibre, cette règle s'applique de nouveau ou pas ?
1395	Tous	Oui.
1396	E	Vous pensez ? Comment on fait pour savoir ?
1397	Tous	On essaye.
1398	E	Allez y. Alors vous pouvez vous mettre à quatre d'un coup.
1399	9'40	Ok stop ! Parce que là je sens que ça va prendre des plombes. Vous voyez la collègue, elle a presque rétabli l'équilibre. Donc elle a rajouté des petites masses de ce coté là pour rétablir l'équilibre. Donc maintenant l'idée c'est de vérifier si quand j'applique cette relation là, maintenant, je garde la barre dans la même position. Donc par exemple, donnez moi un équilibre qui marchait avec les trois masselottes.
1400	A1	On mettait à 6 et à 3.
1401	E	Quand vous mettiez à 6 ici, il fallait que de l'autre coté il y en ai 2 à 3. Alors regardez, donc là on en a mis une là. On fait 4*1 d'un coté et il faut combien de l'autre ? 4 fois 1 ça fait ? 4 et il faut 2 et 6. Est-ce que j'ai le même équilibre que tout à l'heure ?
1402	Tous	Non.
1403	E	Non mais attendez au départ elle était encore un peu penchée la barre. Oui ? Vous la voyez tous ? Au départ elle était comme ça. Maintenant on essaye de voir si j'ai 4*1 d'un coté égal 2*2 de l'autre.
1404	Tous	C'est pareil.
1405	E	C'est pareil ?
1406	A6	Oui presque.
1407	A7	Mais c'est parce qu'au départ les masses ne se mettaient pas horizontalement.
1408	E	Voilà au départ il n'y avait pas l'horizontalité donc si vous aviez… il faudrait prendre des photos là hein, une photo avant et une photo après. Alors là ce que vous avez fait c'est que vous avez rétabli l'équilibre. Bravo là elle a un bel équilibre horizontal ! Donc là elle a rétabli l'équilibre. C'est à dire que toutes ces masses là je ne les compte pas pour faire somme des m1d1 égal somme des m2d2 d'accord ? Alors maintenant le problème c'est que j'ai au mieux deux d'un coté. Donc si j'ai par exemple 2*2, de l'autre coté pour avoir l'équilibre il faut que je fasse ?
1409	A8	4.
1410	E	1*4. Et alors ?
1411	Tous	Ca marche.
1412	E	Oui. Donc somme des produit des masses par les distances d'un coté est égale à la somme des produits des masses par la distance des autres cotés, c'est valable quand au départ votre réglette est à…
1413	A9	L'équilibre.
1414	E	L'équilibre horizontal, il faut préciser horizontal. Ca va ? Parce que quand c'est penché comme ça vous êtes d'accord que c'est aussi un équilibre. Simplement il n'est pas horizontal. Est-ce que

		c'est bon ça ? Et bien maintenant vous avez a priori bien compris ce fonctionnement là, on va passer ensuite... on fait une pause hein. Et donc on terminera le cours, je vais vous montrer d'autres balances, en particulier la balance romaine et la balance de Roberval et puis on partira sur les trois types de leviers. Et on aura terminé !
1415	E	Alors, ceci est une balance romaine. Est-ce que vous pourriez me faire un schéma de fonctionnement de cette balance ? Est-ce que vous comprenez comment elle marche ?
1416	A1	Oui.
1417	E	Vous expliquez à votre collègue et parlez suffisamment fort pour tout le monde.
1418	A1	Alors tu mets l'objet que tu veux poser là, tu l'accroches et après tu fais la balance avec ça.
1419	E	Tu fais la balance ?
1420	A1	Ben oui. On déplace le contre poids.
1421	E	Pourquoi ?
1422	A2	Pour avoir la barre horizontale.
1423	E	Voilà ! On rétablit l'équilibre horizontal. J'ai mis un demi kilo ici et j'ai étalonné ce demi kilo.
1424	E 3'	Ensuite ben 1kg, si je mets un kilo ici, il faut que je décale un peu plus et j'étalonne. Et comme ça je construis la balance romaine. Une balance romaine utilise le principe de levier.
1425	A3	Mais comment on voit que la barrière est horizontale ? Il y a un fléau il y a quelque chose ?
1426	E	Ah bravo ! Excellent ! Regardez ici vous voyez un machin qui sort ? Il peut être confondu avec… le pivot il est où ? C'est ça hein. Donc j'ai le pivot ici, j'ai une grande barre avec le pivot, d'un coté j'ai le plateau et de l'autre coté j'ai une masse qui peut se déplacer. Donc on utilise un contre poids fixe, simplement on joue sur la distance. Tout à l'heure on avait une distance fixe et on jouait sur ?
1427	Tous	La masse.
1428	E	C'est bon la balance romaine ? Alors ça, si vous tombez sur un truc sur les balances au concours, ça se fabrique sans problème avec les petits. C'est un pivot, une barre, un contre poids et un crochet. Alors le pivot, on remplace ça par de la ficelle, vous la mettez de façon à ce que ça ne soit pas au centre. Le crochet, vous coupez une bouteille d'eau, vous faites quatre trous dedans vous avez un plateau. Le contre poids, vous mettez une ficelle ici et puis vous accrochez n'importe quoi. Et puis comment vous faites pour étalonner ? Ben vous prenez votre balance de cuisine, vous pesez 200g, 300g... vous les mettez dans votre plateau et vous vous déplacez jusqu'à avoir 100g et puis là hop vous mettez un trait c'est 100.
1429	A4	Donc on est obligé d'avoir une autre balance pour pouvoir étalonner.
1430	E	Il faut avoir des masses marquées ou un étalon. Si vous n'en avez pas il faut les fabriquer avec par exemple du sable et une balance de cuisine hein. Voilà ça c'est la balance romaine. Ceci dit votre question n'est pas idiote, vous êtes bien d'accord que pour peser quelque chose il faut toujours une masse de référence. D'où vient la première référence ? C'est-ce qu'on appelle le kilogramme étalon. Ben le kilogramme étalon il est quelque part en France au niveau de Paris. C'est un bloc de platine et un jour on a dit ça c'est un kilo. Et à partir de cet étalon là, on a joué avec les balances pour en fabriquer d'autres. Donc voilà, le kilo c'est nous qui avons décidé combien c'était.
1431	A5 6'25	C'était quand ?
1432	E	Au moment de la révolution française je crois. Alors maintenant, la balance de Roberval. Comment ça marche ?
1433	A3	L'équilibre de deux plateaux.
1434	E	Alors voilà, même distance des deux cotés, un pivot et donc comment on fait pour savoir combien pèse un objet ?
1435	Tous	On prend des masses marquées.
1436	E	On prends des masses marquées effectivement d'un coté et on prend l'équilibre horizontal. Alors le pivot à une forme très courbée, ça fait une pointe. Et comme ça a une forme comme ça on appelle ça un couteau. Donc le pivot ici ce n'est pas un clou c'st un couteau. Et puis il y a autre chose par rapport à la balance de Trébuchet, les plateaux étaient suspendus, là les plateaux sont dessus. C'est beaucoup plus difficile de rétablir l'équilibre quand on a des plateaux dessous. Du coup qu'est-ce qu'on a fait ? Vous avez vu, il y a une autre barre ici. Il y a deux barres. Et vous remarquez ce qu'il se passe à chaque fois ? Ca forme...
1437	A6	Un parallélogramme.
1438	E	Bien ! C'est-ce que je voulais que vous remarquiez. Alors pourquoi est-ce intéressant que ça ait la forme d'un parallélogramme ?

1439	A7	Au moins les plateaux restent droits.
1440	E	Voilà, les plateaux restent à l'horizontal. Ces barres là on les appelle des fléaux. On parle de double fléau puisqu'il y en a deux. Il y a un double fléau pour deux raisons, la première c'est maintenir les plateaux à l'horizontal. Et la deuxième, c'est que comme ça vous favorisez l'équilibrage parce que le poids se retrouve en dessous du pivot.
1441	E 9'42	Voilà à peu près ce qu'il faut savoir sur les balances. Alors maintenant les leviers. Un levier c'est un pivot et une barre. Vous avez peut être un souvenir, c'est Archimède qui a dit "Donnez moi un levier et je soulèverai le monde". Son levier c'est une barre et un caillou... Alors comment on dessine un levier ? Je met le sol et ça c'est mon levier. Je mets quelque chose de lourd ici, vous voyez bien que si j'appuie ici ou si j'appuie ici pour rétablir l'équilibre horizontal. Plus je vais loin et moins j'ai besoin...
1442	Tous	De force.
1443	E	Dès que j'augmente la force, je diminue la distance. Alors maintenant il y a plein de types de leviers différents. Et vous devrez les connaitre tous, et je finirai par là, trois type de… Vous les connaissez ? Inter appui, inter moteur et inter résistant. Le inter veut dire entre. Vous prenez le mot d'après et c'est ce mot là qui est au milieu. Donc inter moteur, c'est le moteur qui est entre des choses... Ici ce qui est entre c'est le pivot, c'est un inter...
1444	A8 12'	Inter appui.
1445	E	Maintenant si je prends… Alors on va en faire un certain nombre, je vais vous les dessiner et vous me dites ce que c'est.
1446	12'20 à 18'28	*Dessin de leviers au tableau par E et les élèves devinent ce que c'est.*
1447	E	Alors regardez bien ce coupe-ongles parce que c'est apparemment un gros problème. Où est le pivot ? C'est très compliqué un coupe-ongles. Il y a deux leviers.
1448	A2	Oui en fait c'est un qui est sur l'autre.
1449	E	Si on regarde juste la partie qui coupe l'ongle d'accord ? Le pivot il est ici, c'est ici que ça pivote vous êtes d'accord ?
1450	Tous	Oui.
1451	E	La partie qui coupe est le plus loin donc ce qui résiste est ici. Et vous appuyez ici. L'ongle est là et ce qui pivote est ici, ça veut dire que c'est inter ?
1452	Tous	Moteur.
1453	E	Mais maintenant comment on fait pour appuyer ici ? On utilise un autre levier, le pivot est au milieu donc c'est un levier inter appui. Vous avez un autre levier inter appui. Donc vous voyez il peut y en avoir plusieurs imbriqués les uns dans les autres. Vous en avez d'autres ? Alors le décapsuleur. Où est l'appui ? Au bout. Où est la force motrice ?
1454	A9	A la fin.
1455	E	Donc c'est un inter ?
1456	Tous	Résistant.

ANNEXE 6.E.

Transcription de la formation continue du groupe 38

Formation réalisée à l'IUFM de Nice, Centre Stephen Liégeard, avec un public volontaire de douze enseignants de tous cycles, inscrits au plan académique de formation, en présence du chargé de mission sciences (Jacques Drouin, derrière une caméra). Formation intégrée à un stage de deux semaines portant sur l'enseignement des sciences (48h au total).

Contenu de la formation :

— questionnement initial sur ce qui distingue science et non-science
— Travail à partir de l'album *Plouf !* (jour 1, cf. Annexe 2.A., séquence M-11)
— Construction d'un écrase-biscotte (jour 1, séquence E-22)
— Astronomie : la Lune, séquence utilisant une œuvre de Manchu (jour 2, cf. Annexe 2.B.)
— Electricité : comment allumer le nez de l'ours (jour 3, séquence E-16)
— Astronomie, le Soleil tourne autour de la Terre (jour 4)
—Matière : l'air ce n'est pas rien (jour 4, séquence E-07)
— Bilan sous forme d'une discussion sur la nature de la science (jour 5)

1	E	Du début jusqu' 1min35 discussion sur la commande d'un livre
2	E	Présentation du stage
3	E	Alors le questionnaire que je vais vous poser comporte 7 questions. Ce sont des questions qui, soyons honnête, ne sont pas faciles. Il n'y a pas de bonnes réponses. Ce que je veux c'est votre avis par rapport au contenu des questions. Donc il n'y a pas de bonnes ni mauvaises réponses. Je vous demande de ne pas regarder ce qu'a écrit le voisin. Parce que sinon ça ne servira pas à grand-chose. Je vais vous laisser 10 minutes, un quart d'heure pour y répondre. Alors voilà la première question : « A votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une production scientifique d'une production qui ne l'est pas ? »
4	E1	"Youhou"
5	E	Voilà, je m'attendais à un "youhou"... Après je récupèrerai vos feuilles. Question suivante : heu c'est la même quasiment, sauf « à votre avis, qu'est-ce qui permet de distinguer une approche scientifique d'une approche qui ne l'est pas ? Et la dernière, qu'est-ce qu'un scientifique pour vous ? » La réponse devant commencer par "un scientifique est une personne qui..." Je vous laisse répondre.
6	E2	Excusez-moi, qu'est-ce que vous entendez par production scientifique ?
7	E	Alors ce que j'entends par production scientifique, ça peut être un écrit, ça peut être un discours, tout cela peut être des productions scientifiques. D'une façon générale, écrit et discours. Si vous voulez, vous pouvez séparer les deux.
8		Répondent aux questions
9		Estelle Blanquet ramasse les copies
10	E	Pendant que les uns et les autres finissent d'écrire, ce que je vais faire c'est faire un tour de table pour que vous me disiez quel niveau de classe vous avez et puis si vous avez des attentes particulières.
11	E3	Je fais des sciences en classe et les interrogations que j'avais, c'étaient au niveau du temps et comment être efficace. Pour éviter de se perdre avec toutes les expériences et arriver à bien cadrer les séances.
12	E4	Moi je ne fais pas beaucoup de science. J'ai des difficultés avec "flotte ou coule", à la fin c'est carrément tout faux. Ça a l'air basique et facile... Même moi je n'ai pas compris.
13	E	C'est ni basique, ni facile. C'est du niveau collège en fait. Mais on reviendra dessus.
14	E2	Je suis venu parce qu'on voudrait organiser une journée jardin des sciences
15	E5	Je viens ici pour avoir des idées au niveau des sciences
16	E6	J'ai essayé de mettre en place des démarches d'investigation. Donc c'est pour savoir si ce que je

		fais c'est bien et si je peux poursuivre dans ce sens. J'ai commencé par les animaux.
17	E	La démarche d'investigation est très différente en bio
18	E7	Je fais un peu de science parce que j'aime bien. J'ai quelques soucis pour rationaliser les découvertes des élèves et j'aurais voulu un petit bagage sur les connaissances en électricité et astronomie, j'y connais rien.
19	E9	J'aime bien les sciences mais je trouve que j'en fais pas assez surtout dans les domaines que je ne maîtrise pas.
20	E10	Moi je pratique peu. Beaucoup trop de théorie et pas assez de pratique, de manipulation.
21	E	Alors ce qu'on va faire va vous changer puisqu'on ne va absolument pas s'appuyer sur un livre. À part pour l'électricité et les engrenages, il n'y a pas réellement besoin de matériel spécifique.
22	E5	Qu'est-ce qu'on doit faire pour ne pas faire n'importe quoi ? On n'est pas familiarisé avec l'électricité. Jusqu'où on peut aller ?
23	E	Très bien, ça on en parlera.
24	E11	Je fais des sciences, j'ai un petit problème avec la trace écrite. Et je viens surtout pour prendre plein d'informations pour l'école.
25	E12	Moi ce que j'aimerais, c'est savoir comment faire pour travailler en atelier dans une classe pour toutes les manipulations avec des élèves. Je veux faire des manipulations et j'ai besoin de matière et de beaucoup d'idées.
26	E	Alors (réponse aux questions posées par les stagiaires avant le début du stage) la pratique de la démarche d'investigation, on va les vivre ensemble pour que vous voyez un peu comment ça marche. Mise en place du cahier d'expérience, ça va se faire en même temps. Et je sais que les autres collègues qui vont intervenir vont vous montrer plusieurs cahiers d'expérience. Pour l'organisation du jardin des sciences, je vous en parlerai. Quelle durée pour uns séance de science, je vous répondrais : variable. Vous pouvez faire des choses qui vont durer 10 minutes et puis à un autre moment de la journée ça va reprendre une demi-heure comme ça peut être une séance qui va demander du temps et prendre une après-midi. Le principal c'est que les enfants ne décrochent pas. Et quand ils sont dans une démarche d'investigation, ils ne voient pas le temps passer. Et l'après-midi peut passer. Donc très variable. On peut partir très vite dans tous les sens. Les situations que je vais vous proposer sont des situations qui évitent, justement, que les gamins partent dans tous les sens. Globalement, il n'y a pas de surprise. Comment enseigner une partie du programme que l'on ne maîtrise pas par manque de connaissances ? On ne peut pas. La réponse c'est acquérir les connaissances qui manquent. Moi je déconseille de faire des choses qu'on ne maîtrise pas. Il y en a qui disent qu'on va apprendre avec les enfants, c'est comme ça qu'on se retrouve avec quelque chose qu'on ne maîtrise pas. Le principe c'est faire soi-même pour pouvoir faire avec les enfants. C'est ça l'intérêt du jardin des sciences. Des enfants qui vont faire vivre des démarches d'investigation à d'autres enfants.
27		Discussion de la taille du cahier des sciences
28	E	Est-ce la démarche ou la notion à acquérir qui est la plus importante ? Les deux, on ne peut pas faire l'un sans l'autre. On fait les deux en même temps. Comment intéresser tous les enfants ? Si seulement on savait. Ce que je vais vous proposer c'est d'intéresser un maximum d'enfants. Matériel minimum pour faire des sciences ? Il y a des séances que l'on peut faire exclusivement avec du matériel de récup'. Démarche pour motiver les élèves ? Ben, démarche d'investigation. Dois-je faire tout le programme ou se fixer des objectifs ? Il faut se répartir le programme avec les autres enseignants pour tout le cycle. Faut-il répartir par domaines ou une partie de chaque domaine ? À voir.
29	E	Vous allez voir qu'en termes de matériel, on peut commencer avec pas grand chose. Je vous propose quelque chose qui est faisable de la moyenne section de maternelle au CM2, c'est le même support de départ et à partir de là, on va voir comment on peut monter. Et ce support c'est, *Plouf*. Vous connaissez *Plouf* ? Qui peut me raconter l'histoire ?
30		Estelle Blanquet raconte l'histoire *Plouf*
31	E	Raconte l'histoire
32	E	Qu'est-ce qu'on peut faire de cette histoire en sciences ? Ben là, il y a une question que je vais vous poser tout de suite. Et à laquelle vous allez répondre sur votre cahier, donc chacun pour soi d'abord. Et puis ensuite, on va mettre ça en commun. Donc la question que je vais vous poser est la suivante. Donc on a vu que le loup descendait puis le cochon descendait et le loup remontait, puis le cochon remontait et les lapins descendaient, puis le loup descendait et les lapins remontaient. Donc la question que je vous pose : est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? C'est à dire, si on prend un loup, est-ce qu'on peut le faire descendre puis le faire

		remonter avec un cochon, puis faire remonter le cochon avec des lapins, puis faire remonter les lapins avec le loup ?
33	E4	Mais en vrai ?
34	E	En vrai !
35	E4	Ben ça dépend de leur poids.
36	E	Heu, chacun pour soi ! À votre avis, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Et pourquoi évidemment, il faut justifier.
37		Chaque groupe de 4 discute.
38	E	Alors je vais faire les dessins au tableau. Au départ, on a le loup, il tombe au fond du puits. Ensuite, on a le cochon qui arrive, le loup remonte, le cochon descend. On a le cochon au fond du puits. Ensuite, il y a les lapins qui arrivent, les lapins descendent et le cochon remonte. Ensuite, on a le loup qui arrive, le loup qui descend et les lapins qui remontent. Et on a le loup au fond du puits.
39		Discussion qui continue.
40	E	Est-ce qu'on peut s'arranger pour avoir un loup qui descend, puis quand le loup remonte, le cochon qui descend ? Puis quand le cochon remonte, les lapins descendent. Puis quand les lapins remontent, le loup descend.
41		Discussion qui continue.
42	E	Alors, tout le monde a répondu ?
43	E11	Je connais.
44	E	Ben écrivez ce que vous pensez.
45	E11	Mais non, je l'ai déjà fait. Avec la concertation, j'ai déjà la réponse.
46	E	Non mais écrivez-le, parce que la difficulté, elle est là.
47	E9	C'est terrible, je viens de m'apercevoir... Je dis un truc faux à mes enfants.
48	E2	Il faut que celui qui est en haut soit plus lourd que celui qui est en bas pour que ...
49	E	Alors, on va faire un premier bilan. Alors, qu'est-ce que vous m'avez dit ? Je voudrais qu'une personne dans chaque groupe me dise. Parce que je sais que quand je demande que chacun le fasse, ça finit très vite en discussion de groupe. Donc c'est classique avec les enfants. On va essayer, aussi souvent que possible, d'avoir des traces individuelles. C'est à dire ce que pense chaque enfant. Il y a des moments pour lesquels c'est vraiment extrêmement important de le faire. D'autres, où ça l'est un petit peu moins. De toute façon vous allez leur demander sous forme d'un dessin, sous forme d'une phrase. Là, sur *Plouf*, avec des CM2, on peut le demander sous forme de phrases mais pour les plus petits, non. Et les enfants, ce qu'ils vont faire en général, c'est qu'ils vont essayer d'écrire au départ et très vite, ils font l'histoire. Mais le simple fait de leur dire d'écrire avant ça permet, si vous voulez, aux uns et aux autres de se poser, de prendre le temps de réfléchir pour eux, avant d'adhérer immédiatement à l'idée de l'autre. Parce que l'autre, il est meilleur.
50	E	Donc une fois qu'on a fait ça, on va voir ce que disent les différents groupes. Qu'est-ce que vous, vous pensez ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
51	E5	Heu... Ben je pense que, que ça soit le loup ou le cochon, les lapins, le loup en haut, il faut qu'il soit plus lourd que celui d'en bas.
52	E2	Que celui qui doit remonter. Celui qui descend doit être plus lourd que celui qui doit remonter.
53	E	Vous me dites que celui qui descend doit être plus lourd que celui qui remonte ?
54	E2	Oui.
55	E	C'est votre idée. Et du coup, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
56	E5	Ben il faudrait plusieurs lapins.
57	E11	Ben il y en a plusieurs, hein.
58	E4	La preuve, il en a fallu plusieurs pour remonter.
59	E5	Ça dépend du poids.
60	E7	Il faut un gros cochon.
61	E2	Alors il faut beaucoup de lapins pour faire remonter un gros cochon.
62	E	Alors dans l'histoire, les lapins font remonter le cochon. Donc ce que vous me dites, c'est que les lapins sont plus lourds que le cochon. D'accord. Est-ce que vous avez dit plus ou moins la même chose, les uns et les autres ? Là, ils m'ont pas répondu oui ou non. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
63	E8	Moi je sais pas si c'est vraiment qu'il faut vraiment qu'il y en ait un qui soit plus lourd.

64	E	C'est sûr ça ?
65	E4	Non mais si il y en a un qui prend de l'élan.
66	E8	Non mais il y a pas une histoire de hauteur ?
67	E4	Vous voulez dire en vrai ? Parce que pour moi, on ne peut pas faire ça en vrai. Dans la réalité, on ne va pas faire descendre les cochons, le loup etc. C'est impossible.
68	E	D'accord
69	E4	Moi je dis que non.
70	E	Donc en vrai, vous dites que non.
71	E	Alors ce qu'on va dire... Qu'est-ce que vous en pensez le troisième groupe ?
72	E9	Y en à qui connaissaient la réponse, bon moi je connaissais pas la réponse. Moi j'ai dit qu'un cochon était obligatoirement plus lourd que plusieurs lapins. Donc pour moi ce n'était pas possible.
73	E	D'accord, donc pour vous ce n'était pas possible, en lien avec les cochons, les lapins, le loup tels que vous les connaissez.
74	E11	À la fin, il faut toujours que celui qui descend soit plus lourd que celui qui monte. Et comme le seau est de plus en plus lourd, ça veut dire que le loup de la fin est plus lourd que le loup du départ.
75	E9	La seule solution c'est que le loup ait mangé entre temps.
76	E11	Mais s'il avait déjà mangé, il ne voudrait pas descendre manger les lapins.
77	E	Non c'est le même loup. C'est le loup du début qui a très très faim.
78	E3	Moi j'ai des vieux restes mais il me semble que la poulie divise une force par deux. Donc dans ce cas-là, il faudrait que celui qui descend soit moitié moins lourd que celui qui monte.
79	E11	Oui mais ça c'est si tu tires sur la corde.
80	E2	Non mais en fait, tu compares le poids de départ et le poids d'arrivée et tu t'aperçois que le loup fait le même poids et que celui qui remonte a un poids supérieur à celui du loup. Donc le loup à la fin, il ne peut pas monter les lapins.
81	E	Alors on va arrêter là. Vous voyez qu'on part très vite sur un échange. Enfin je veux dire, c'est une simple histoire. Et, alors, il y a eu des choses intéressantes. La remarque que vous faisiez, sur le fait que ce n'est pas un vrai cochon, un vrai lapin. Cette difficulté là, on la "squize" en disant qu'on n'a pas un vrai lapin, on n'a pas un vrai loup, on n'a pas un vrai puits. Mais ce qu'on va fabriquer, le matériel à partir duquel on va essayer de faire comme dans l'histoire, ça va être notre puits, ça va être notre lapin, ça va être notre cochon.
82	E4	Donc en fait, avec les enfants, j'en reviens avec la classe, on va leur dire dès le départ: "voilà on va essayer de mettre en scène cette histoire ?" Qu'est-ce qu'on leur dit au départ ?
83	E	On va essayer de faire comme dans l'histoire.
84	E2	Est-ce que les enfants trouvent la réponse ?
85	E	Bien sûr. On va leur raconter l'histoire et puis on va regarder le puits. Le puits c'est quoi ? Le puits, il y a une barre ici, il y a une poulie. Et puis il y a une corde avec d'un côté, accroché un seau et de l'autre il n'y a rien. Mais si on veut faire plus simple, on met un seau de chaque côté. Et puis qu'est-ce qu'il manque ? La corde, un bout de ficelle. Alors là est-ce que j'ai un puits ? On va dire que oui, il manque peut-être de l'eau au fond, il est peut-être moins profond. Bon et il nous faut quoi d'autre pour essayer de faire comme dans l'histoire ?
86	E12	Des personnages
87	E	Donc effectivement, on va prendre des personnages et ces personnages, on va faire en sorte qu'on puisse faire comme dans l'histoire. C'est à dire qu'on va avoir un loup, un cochon et une famille de lapins. Vous avez vu, vous avez trois personnages devant vous sur la table. Alors pour les petits, on a déjà mis sur les objets, les personnages. Alors vous avez différents poids, vous en avez quatre et vous avez votre puits personnel. Et ça c'est la version que vous devez mettre en place en classe. Et il faut toujours tout essayer avant de le faire en classe. Quand on fait des sciences, il y a du matériel à préparer. Par contre, une fois que ce matériel est préparé, vous le gardez et il sert à toute l'école.
88	E	Donc maintenant, qu'est-ce qu'il reste à faire ?
89	E11	Mettre les personnages au fur et à mesure.
90	E	Alors ce que je vais vous proposer, là, c'est, vous avez quatre poids. Ben il faut que vous en trouviez trois et puis quand vous les avez identifiés, vous essayez de faire comme dans l'histoire.
91		Recherche et essai dans les différents groupes.

92	E2	(qui explique dans son groupe) Alors tu as le loup au départ, il est descendu. Donc pour être remonté par le cochon, il faut que le cochon soit plus lourd que le loup. Le cochon doit être remonté par les lapins. Donc le poids des lapins doit être supérieur à celui du cochon. Et le loup, pour qu'il puisse remonter les lapins, il faut qu'il soit plus lourd que les lapins. Donc l'histoire ne marche pas
93	E	Vous avez terminé ? Est-ce que vous avez trouvé un trio : loup, cochon lapins ?
94	E8	Ça ne marche pas.
95	E	Ça ne marche pas, c'est à dire ?
96	E8	(Réponse incompréhensible)
97	E	Donc ce que vous avez fait, c'est que vous avez essayé de trouver un loup, un cochon et un lapin. Vous aussi vous avez fait la même chose. Et puis vous avez pris le loup qui était le moins gros de l'ensemble, vous l'avez fait descendre. Et puis vous avez pris le cochon, le poids un peu plus lourd. Et là, vous avez vu que le cochon descendait et le loup remontait. Donc jusque là tout allait bien. Puis vous avez pris le lapin qui était plus lourd, vous l'avait mis et vous avez vu que le lapin descendait et que le cochon remontait. Et puis évidemment, arrivé là, vous avez repris votre loup du début et vous avez dit "Beuhh". Vous avez essayé et qu'est-ce qu'il s'est passé ?
98	E4	Il reste en haut
99	E	Oui et vous avez tiré un peu. Et ça redescendait puis aussitôt que vous relâchiez, ça se remettait dans la position du début. Et donc vous en avez conclu. Qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
100	Ensemble	Non.
101	E	Non, on ne peut pas faire comme dans l'histoire. La question que j'ai envie de vous poser maintenant, c'est-celle-ci : le fait que l'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire, est-ce que pour vous c'est un problème ?
102	E11	Non c'est une histoire.
103	E	Non c'est une histoire. Et ?
104	E11	C'est de l'imaginaire.
105	E9	Il faut déjà avoir un esprit déjà très scientifique, pour comprendre et être gêné par cette histoire.
106	E4	Euh, comme nous on n'est pas scientifique, on n'est pas gêné.
107	E	Alors, on ne peut pas faire comme dans l'histoire. Dans l'histoire, c'est le monde imaginaire et finalement dans le monde imaginaire, on peut bien raconter ce qu'on veut. Ça peut être intéressant de savoir si quand Philippe Corentin a fait l'histoire, il savait que l'histoire n'était pas possible.
108	E11	Moi ce qui me gêne, c'est comment en tirer une conclusion. C'est bien, on a fait l'histoire et tout. Mais scientifiquement, maintenant,...
109	E	Attendez, qu'est-ce qu'on en conclut déjà ? Déjà une première chose, dans l'histoire, ce que l'on raconte, on ne peut pas le faire dans notre monde à nous. La question que je vous posais, c'était, est-ce que c'est gênant ou pas ? Vous m'avez répondu "Bah nous parce que dans une histoire, on peut faire ce qu'on veut." Donc est-ce qu'on peut faire ce qu'on veut dans notre monde à nous ? Non, dans notre monde à nous, il y a quelque chose, une règle qui semble apparaître, c'est laquelle ? Ce que vous avez dit, c'est que pour que ça remonte, il faut que l'objet qui descend soit plus lourd que l'objet que je veux faire remonter. Donc ça c'est une première chose. Euh, une question que peuvent se poser les enfants c'est, ben si je prends un loup plus lourd, les lapins vont remonter. Ben regardez, si je prends un loup plus lourd avec le même cochon, le début ne marche pas. On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Ce n'est pas pareil que dans l'histoire. Ça déjà, c'est un sacré travail avec les enfants. Les aider à distinguer ce qui relève d'une histoire et de la vie réelle. Et faire comprendre que si dans une histoire tout est permis dans le monde ce n'est pas pareil. Dans le monde réel, il y a des règles qui s'appliquent et qui peuvent ne pas être celles de l'histoire.
110	E4	Imaginons, là je coupe, je pense à quelque chose. Si on n'a pas de poids, on prend de la pâte à modeler. Donc, ils vont faire eux-mêmes leurs personnages comme ils en ont envie. Et qu'ils fassent le même truc avec la pâte à modeler. Ça va revenir au même, ils l'auront fait eux-mêmes, on ne leur aura pas imposé de poids.
111	E11	Oui mais ils voudront le cochon plus lourd, ils vont rajouter de la pâte à modeler et ça ressemblera plus à un cochon.

112	E4	Oui mais ils auront la même conclusion. Est-ce que j'ai le droit de faire ça ou pas ?
113	E	Vous pouvez. La difficulté qu'il va y avoir c'est d'essayer et de réussir à avoir un loup moins lourd que le cochon, moins lourds que les lapins. Ce n'est pas garantie qu'ils y arrivent. Donc souvent ce qu'on fait avec les grandes sections, c'est que l'on arrive directement avec les objets avec les étiquettes déjà fixées.
114		Discussions diverses
115	E	Alors pour terminer sur *Plouf!*, là je passe au niveau supérieur, au niveau des plus grands. On peut faire un truc rigolo. Une fois qu'ils ont bien compris l'histoire. On sort complètement de l'histoire. Alors moi, j'ai du petit matériel comme ça, ça vous le remplacez par des boîtes, 5 boîtes identiques opaques que vous chargez plus ou moins en sable ou en cailloux de façon à ce qu'elles soient de masses différentes. Et puis vous avez 5 masses et à partir de ça vous demandez aux enfants de vous trouver des trios, loup cochon lapin, de façon à pouvoir raconter le début de l'histoire. Cycle 3. Trouver des trios de couleurs de façon à ce que l'un des trois soit le loup, l'un des trois soit le cochon et l'un des trois soit le lapin. Et qu'on puisse faire comme le début de l'histoire. C'est à dire que le cochon remonte le loup et que les lapins remontent le cochon.
116	E3	On peut essayer pour trouver ?
117	E	Alors essai-erreur, si vous faites des essais-erreurs, vous pouvez y aller longtemps. Je vous laisse réfléchir par petit groupe à comment vous feriez, voilà vous en avez 5. Donc vous avez 5 pots, 5 objets qui ont à peu près la même taille, vous vous doutez qu'ils ne pèsent pas la même chose, et il faut faire avec ça des trios. Par exemple avec c'est trois là, vous dites que ça c'est le loup, ça c'est le cochon, ça c'est le lapin. Et il faut trouver tous les trios possibles qui permettent de raconter le début de l'histoire. Par exemple je peux avoir ce trio là mais aussi ce trio là qui marche. Vous avez juste à votre disposition la poulie. Je vous demande comment vous feriez.
118	E11	On classe du petit, du plus léger au plus lourd. Et après on voit. Faut en prendre un du plus lourd et après un n'importe.
119	E	Alors vous les classez, vous me dites, du plus léger au plus lourd. On va dire 1,2,3,4,5. Le 1 est plus léger que le 2, plus léger que le 3, plus léger que le 4, plus léger que le 5. Et puis ensuite, vous faites comment pour faire votre trio. Alors donnez moi un trio.
120	Collectif	1-2-3, 1-2-4, 1-2-5, 1-3-4, 1-3-5, 2-3-4, 2-3-5, 3-4-5,
121	E	Il m'en manque. Il manque le 1-4-5 déjà et le 2-4-5. Il y en a 10. Vous voyez la stratégie. Vous, vous avez utilisez une stratégie de façon ordonnée. Vous avez dit je prends le plus léger, je prends le suivant et puis j'essaie les autres derrière. Puis ensuite je prends le plus léger puis je prends celui d'après et je continue à voir ce que je peux faire. Les enfants ne vont pas forcément penser à faire ça et ils peuvent s'amuser longtemps à faire ça. Donc là, on rejoue toujours sur la même propriété, que pour faire monter un objet il faut que l'autre soit un objet plus lourd, sinon ça ne remonte pas. Mais là, derrière ça, on de la stratégie. Donc on peut jouer à ça. Ça fait réfléchir les élèves. Et si
122		Discussions diverses
123	E	Alors on va passer sur autre chose. On va passer sur un autre travail. C'est un travail qu'on fait en lien avec la découverte du monde, histoire-géo. Avec le cycle 2, on commencera pas forcément comme ça. On commencera avec un objet. Mais comme vous êtes des grands... La question que je vais vous poser, vous allez voir une machine. Et la question c'est à quoi sert cette machine et comment est-ce qu'elle marche ?
124	E11	C'est un système de balancier.
125	E2	Il y a de l'eau.
126	E11	Quand il se vide, il monte et ça écrase.
127	E6	Il y a l'air d'avoir une pierre.
128	E	Quelles sont les questions que vous vous posez ? Quelles sont les idées que vous avez ?
129	E6	Ça avait l'air de moudre quelque chose, d'écraser quelque chose.
130	E11	C'est basé sur le principe du levier.
131	E	C'est basé sur le principe du levier. Moi je ne sais pas, c'est quoi le principe du levier ?
132	E11	Une barre au milieu.
133	E6	Ça balance.
134	E11	Quand ça se remplit d'eau, ça se lève. Quand c'est plein, ça penche donc ça se vide. Donc ça remonte vite. Et là comme il y a quelque chose de lourd, ça écrase.
135	E	Donc vous vous pensez que ça sert à écraser.

136	E11	Peut-être le réservoir n'est pas assez gros pour que la quantité d'eau fasse baisser le bout de bout. Donc ils ont ajouté ça. Et que quand ça redescend, il y ait plus de force.
137	E	Donc vous avez des idées là. Donc il y a une question, l'histoire de la pierre. L'idée c'est pour faciliter le mouvement de bascule. Comment est-ce qu'on pourrait vérifier toutes vos idées ?
138	E11	Oui parce que ç'est peut être plus haut de l'autre côté et quand ça va redescendre à vide, ça va écraser.
139	E	Comment on pourrait vérifier toutes vos idées ?
140	E10	En se rendant sur place.
141	E	On peut effectivement se rendre sur place. Je n'ai pas les moyens de vous emmener au Vietnam.
142	E4	Vous l'avez vérifié vous ? On va dire que quelqu'un va quelque part, s'est renseigné.
143	E	Alors moi j'ai pris des photos. Et vous vous doutez bien que là, ce que je vais vous dire...
144	E4	Il faut qu'on vous fasse confiance.
145	E	Et je n'ai pas envie que vous me fassiez confiance.
146	E4	J'en étais sûr.
147	E	Donc comment on pourrait faire pour savoir ? On pourrait fabriquer quelque chose qui ressemble et puis voir si ça marche comme vous pensez que ça marche. Alors pour ça, j'ai apporté un peu de matériel. Il y a une partie du matériel qui a déjà été pré-formaté, pour vous faciliter la vie. Donc vous le voyez le matériel. Ce que je vais vous demander dans un premier temps, par groupe, c'est de concevoir, donc par 4, votre prototype. Comment vous comptez utiliser ce matériel. Vous pouvez utiliser un peu de carton en plus. Globalement c'est à peu près ça. Il y a de l'eau, il y a des brocs, j'ai même des bacs pour essayer des choses et éviter de mettre de l'eau de partout. Donc je vous propose dans un premier temps de concevoir votre maquette. Comment, avec ce matériel là, vous voulez essayer de vérifier vos idées sur la machine qu'on a vu. Et puis une fois que vous serez au clair, à 4 , sur ce que vous voulez faire et ben vous y allez, vous bidouillez. Et puis si ça marche pas, s'il y a des modifications que vous faites sur votre modèle de départ, vous les écrivez. Et puis ensuite on mettra tout ça en commun et on verra ce qu'on peut faire. Vous avez des petites bouteilles et des grandes bouteilles, vous avez des cutters, une paire de ciseaux.
148		*Discussions par groupe*
149	E4	Pourquoi ça se lève là ? C'est grâce à quoi ?
150	E12	Mais est-ce que l'eau, elle ne passe pas dans le truc ?
151	E4	Mais oui, j'ai l'impression que ça remplit.
152	E11	L'eau, ça arrive de là.
153	E9	Par le tuyau vert.
154	E	Pour écraser, il vous manquait quelque chose. Je vous propose des pierres.
155		*Fabrication de l'écrase-biscotte.*
156	E	Pour essayer vos machines, vous pouvez venir ici sur ces deux tables. En faisant attention de ne pas mettre de l'eau de partout.
157	E	Le principe, je ne sais pas, est-ce que ça écrase quelque chose ? Une fois que vous avez terminé votre machine, vous retournez à votre table. Déjà, vous rangez les choses dont vous n'avez plus besoin et puis vous me faites le dessin de votre machine finalisée en indiquant ce que vous avez modifié par rapport à votre machine de départ. Ce qu'on fait la prochaine fois c'est qu'on va terminer ça. Je vais vous donner un questionnaire et je voudrais que vous y réfléchissiez. Et on en discutera à la fin du stage. Vendredi on continuera sur l'ombre et la lumière et l'astronomie.
158		Discussions diverses
159	Estelle	Donc ce que l'on fait aujourd'hui : on termine très rapidement ce que l'on avait commencé la dernière fois, sur la machine à écraser les biscottes. Et oui c'était bien des biscottes que l'on écrasait, mais on peut le faire avec autre chose, on peut écraser ce que l'on veut mais les biscottes c'est sympa, d'une part parce que ce n'est pas cher, et d'autre part parce que quand elles sont écrasées on peut les donner aux oiseaux, et pour les oiseaux c'est sympa. Parce que typiquement, quand on teste la machine on la teste dans la cour.
160	A1	Mais eux ils la testent avec quoi sur la photo ?
161	Estelle	Alors eux c'était avec du riz, sur la photo c'est du riz. Alors en fait ce qu'il se passe c'est qu'il y a un conduit. Ils détournent le cours d'une rivière, donc l'eau passe dans la gouttière comme vous aviez fait, et eux vont travailler aux champs. De l'autre côté ils mettent un bol avec le riz

		dedans, c'est protégé. Je n'ai pas pu faire une vue d'ensemble parce que c'était une maisonnette donc j'ai photographié d'un côté puis de l'autre. Et donc pendant toute la journée ça écrase le riz, puisque ça tourne en continu, et une fois qu'ils reviennent des champs, le riz est écrasé, ils secouent pour enlever toutes les opercules qui sont plus légères et qui s'envolent ; ils ont donc de la poudre de riz, ils rajoutent un peu d'eau, et avec ça ils font des nouilles.
162	A2	Ah… Directement !
163	Estelle	Et oui les nouilles vietnamiennes c'est juste ça : de l'eau et du riz. Donc ils mélangent, ils font une espèce de pâte assez épaisse, puis ils utilisent un pressoir, ils mettent la pâte dans une espèce de cuve, où il y a une plaque à la sortie avec des trous, et puis là ils appuient et la pâte sort en cylindre, ce qui fait des nouilles.
164	A1	C'est un peu le principe du martinet des forges ?
165	Estelle	Alors le martinet des forges, c'est le même principe, mais en plus compliqué. Donc ça c'est vraiment la machine la plus simple que j'ai pu trouver. Après vous avez le martinet des forges, où vous avez un moulin, la forme est complètement différente. Vous avez un moulin qui tourne avec de l'eau (Estelle fait un schéma au tableau), donc on va dire que c'est un moulin à pales. Donc l'eau arrive, ça tourne et ça fait tourner une roue. Et cette roue ici...
166	A1	Elle est dentée.
167	Estelle	Elle n'est pas dentée, elle n'est pas tout à fait dentée. Elle a des pointes par endroits, mais pas partout. Et en général il n'y en a qu'une, mais il peut y en avoir plusieurs. Et il y a un bout de bois ici (Estelle montre le schéma), avec, au bout, un énorme marteau. Alors vous voyez mon problème (Estelle montre le schéma) : de ce côté là je vous montrais une vue de profil et de ce côté là c'est une vue de face. Alors qu'est-ce qu'il se passe ? Vous voyez que la roue tourne, et à un moment donné sur la roue il y a le picot. Donc quand ça passe sur le picot, le picot soulève le marteau. Et puis une fois que le picot est passé, le marteau retombe. Et puis il y a à nouveau un picot qui passe et ça soulève le marteau. En fait c'est une histoire de picot qui monte et qui descend, enfin qui tourne. Donc vous voyez, ça c'est-ce que l'on appelle un martinet des forges. Donc ça monte et ça descend mais pas du tout de la même façon que pour l'écrase-biscotte. Puisque là c'est de l'eau qui remplit une cuillère, ça devient plus lourd que votre pilon donc ça monte, ça pivote. En pivotant, l'eau peut se vider. L'eau se vide, ça devient...
168	A3	Plus léger ?
169	Estelle	Alors plus léger, pas forcément hein, on va le voir, mais effectivement l'équilibre est rompu et ça bascule de l'autre côté, et là ça écrase et c'est reparti pour un tour. Pour faire ça avec les gamins vous avez plusieurs solutions. La première solution c'est de montrer des photos et on essaye, à partir des photos, de construire l'objet, c'est-ce que je vous ai proposé. La deuxième possibilité c'est de partir d'un objet que vous avez fabriqué vous-même, typiquement l'écrase-biscotte, de demander aux enfants comment peut-on l'utiliser pour écraser des biscottes, on travaille sur les façons de faire. Et puis une fois qu'on a fait ça, ils en fabriquent d'autres. Et quand ils fabriquent d'autres objets, au moins vous avez vu les difficultés que vous avez eu : ça bascule trop d'un côté, il faut ajuster les choses. Donc là il y a tout un travail technologique qui permet d'aborder progressivement la notion de levier : peut-on rapprocher ou éloigner l'axe, peut-on alourdir le pilon, peut-on mettre plus ou moins d'eau etc. Donc ça je ne vais pas aller plus loin dessus mais il y a un joli travail à faire là-dessus. Pour les plus petits, vous voyez la machine à droite (Estelle montre une machine à écraser les biscottes), c'est une introduction : on apporte la machine, c'est une machine à écraser les biscottes et on demande comment ça marche. Les petits n'ont pas la notion d'eau pour faire bouger les choses donc évidemment au départ ils vont faire cela (Estelle fait basculer la machine avec un caillou).
170	A4	Ah oui sans toucher ! C'est bien.
171	Estelle	Oui sans toucher. Donc là ils vont mettre différents cailloux et ça en reste là. Donc pour les aider à avancer par rapport à cela, on va leur apporter ça, vous voyez j'en ai un certain nombre, et vous leur apportez ça ils comprennent tout de suite : ils disent "ah il faut mettre du sable ou de l'eau". Et que penses-tu qu'il va se passer ? Donc là on les fait raconter et ils séquencent. Il faut les aider : "tu remplis, ça fait tourner la tortue, puis ça rempli la cuillère orange, puis ça bascule, ça fait tourner les soleils et puis ça coule". Et ça bascule. Donc avec de l'eau, on peut faire basculer quelque chose ; or, là ce que l'on veut, c'est faire basculer. Donc en général pour les grandes sections il n'y a pas de problème, les moyennes sections ça dépend mais grandes sections ça roule tout seul, et puis CP j'en parle même pas, c'est "ah ben donc là il faut mettre de l'eau, parce que l'eau va se vider", ils voient qu'il y a un petit trou, et une grande échancrure. Et donc on essaye, ça marche ! Donc on essaye, si on est au niveau de la grande section, l'idée c'est "on va faire partager nos découvertes à des copains" et on va leur prêter la machine, qui ne sera pas montée, donc travailler sur la fiche de construction : on démonte la machine, on remonte la machine, puis on dessine les différents éléments de la machine, et on indique dans

		quel ordre on veut les enfiler les uns dans les autres. C'est intéressant pour deux raisons. Déjà, la machine contient cinq éléments, c'est parfaitement gérable pour les gosses. Et alors comment feriez-vous pour monter la machine ? Allez-y, dites moi ! Dans quel ordre faites-vous les choses ?
172	A5	(Une personne manipule la machine). L'axe dans le trou.
173	Estelle	Alors l'axe, c'est ça, qu'est-ce que je fais après ?
174	A5	Je prends la petite barre, je la mets dans la plaque, on la pose et après on met.
175	A3	Après il faut ajuster avec la bouteille et l'axe de la bouteille.
176	A1	Ah oui l'axe de la bouteille, j'avais pas vu ça.
177	Estelle	Donc je passe à travers la bouteille, puis je visse la tige. Vous voyez, ça marche. Y-a-t-il d'autres solutions qui marchent ?
178	A2	C'est d'abord de mettre la bouteille et après l'axe.
179	Estelle	Voilà, je prépare la bouteille, et puis ensuite, j'enfile l'axe. Donc il y a deux solutions. Les gamins vont vous trouver les deux. Et ça c'est intéressant parce que souvent on a l'idée en tête que pour un problème il y a une solution. A un problème là il y a plusieurs solutions. Et vous savez que souvent en maths pour faire un calcul ou résoudre un problème on a souvent plusieurs solutions. Et on a tendance, avec les enfants, à dire "un problème, une solution", mais non il y en a plusieurs donc ça aide à fixer cette idée qu'il peut y avoir plusieurs façons pour résoudre un problème.
180	A6	Mais, excusez-moi, mais c'est important de savoir qu'on met une chose avant l'autre plutôt qu'une autre, dans la démarche ?
181	Estelle	Alors là, il y a deux ordres différents qui marchent, mais par contre il y a des choses qui ne marchent pas (Estelle montre un exemple). Donc il y a des choses qui sont faites dans un certain ordre. Pareil ici (Estelle montre un autre exemple). Donc dans le montage il y a des choses qui sont dans un ordre indifférent, et il y a des choses dans un ordre bien défini. Donc ça c'est niveau grande section / CP : on a la machine et quand on la démonte on travaille sur la fiche de montage : comment faire pour... Et puis là on travaille sur le vocabulaire, plutôt que "mettre" ou "faire", on utilise "enfiler", "glisser", "poser", etc. Donc vous voyez, c'est un travail en lien avec la maîtrise de la langue, sur la fiche de fabrication, et éventuellement avec les verbes à l'infinitif. Et puis si on a envie d'aller plus loin, on fabrique notre propre machine. Et quand on fabrique notre propre machine aux enfants, on arrive avec plein de matériel déjà prédécoupé, mais vous voyez les trous dans les bouteilles, vous imaginez que les gamins ne pensent pas à les faire à la même hauteur. Donc prenez des bouteilles avec des trous à différentes hauteurs, ils vont se retrouver avec un axe bancal donc il y a des choses sur lesquelles il faut faire attention. Les godets, vous en découpez un certain nombre, plus ou moins troués ; vous savez vous aviez un très troué au départ, et vous vous êtes rendu-compte que trop troué, ça coulait d'un coup.
182	A1	Oui c'est vrai.
183	Estelle	Et donc on est dans la résolution de problèmes techniques. L'intérêt de mettre une ficelle c'est qu'on peut.
184	A1	Elle était trop serrée celle-là.
185	Estelle	Oui elle était trop serrée. L'intérêt c'est qu'on peut déplacer et ajuster.
186	A6	Mais ça en fait ce sont des problèmes techniques je dirais.
187	Estelle	Oui c'est de la technologie ça.
188	A6	Mais donc est-ce qu'il vaut pas mieux les aider avant parce que le but de l'expérience ce n'est pas de régler ces problèmes là.
189	Estelle	Et bien justement si ! C'est ça le truc. C'est-à-dire qu'ils ont l'impression que c'est simple, tout est toujours simple. Sauf que là quand ils vont chercher comme vous vous l'avez fait, vous vous êtes rendu-compte que ce n'était pas si simple que ça et qu'il y avait des solutions à trouver, il y avait des problèmes à résoudre, et c'est les problèmes à résoudre qui sont intéressants. Donc les enfants vont faire, ils vont se rendre compte qu'il y a des problèmes et ils vont adapter et changer des choses. Et en faisant ça ils vont comprendre des choses. Donc vous avez un travail en technologie, en terme de résolution de problèmes technologiques et vous avez des choses en terme de physique puisqu'ils vont se rendre compte que la distance à l'axe, le poids d'un côté, le poids de l'autre sont liés.
190	A6	Mais pour des CE1 je trouve quand même que c'est dur.
191	Estelle	Ça on le fait en moyenne section, et on l'a fait avec des gamins de SEGPA / CLIS , et ça marche très bien. Donc il n'y a pas de souci. Vous êtes inquiète mais les gamins trouvent assez vite, ils

		cherchent et ils trouvent.
192	A6	Ok.
193	Estelle	Le problème, enfin le seul problème si tant est que ça soit un problème, c'est qu'il faut prévoir beaucoup de matériel, il faut avoir fait pas mal de découpage de bouteilles et tout ça. Vous avez vu j'avais enfilé un bouchon dans l'axe comme ça ils n'ont plus qu'à visser les bouteilles.
194	A1	Mais ça donne un gros indice quand même.
195	Estelle	Oui, vous pouvez ne pas le faire. Mais si vous avez des petits vous commencerez plutôt avec des images, avec une machine qui marche, que vous aurez construit, on va regarder et essayer de comprendre comment elle fonctionne. Elle sert à écraser donc comment puis-je faire pour la faire fonctionner ? Donc là c'est l'idée qu'on met de l'eau. Et une fois qu'on a essayé ça et qu'on a vu la machine fonctionner, chaque groupe va fabriquer sa machine. Donc ils auront vu la machine. Ils l'ont vue, ils dessinent comment ils veulent faire et puis après la machine montée n'est plus visible, et ils vont avoir à résoudre des problèmes.
196	A2	Et juste une question : l'optimum du nombre d'enfants dans un groupe c'est combien ?
197	Estelle	L'optimum c'est trois ou quatre.
198	A2	Oui pas plus.
199	Estelle	Mais la difficulté c'est que si vous en avez trente, ça fera huit groupes. Donc il y a deux solutions. La première c'est vous avez l'habitude de travailler…
200	A6	(Discute avec A1) Oui voilà, être dans une classe où il y a un point d'eau…
201	Estelle	Non ça vous le faites dehors. Les machines on les fabrique dedans mais les essais on les fait dehors. Donc en gros, c'est au moment des beaux jours, un après-midi, ça prend l'après-midi, c'est de l'après-midi construction. Ils commencent à construire leur machine, et puis ils vont les essayer. S'il fait beau, vous vous mettez à l'ombre parce qu'il fait chaud au soleil et à la limite ils fabriquent leur machine dans la cour, parce qu'il n'y a pas grand chose, on descend les bouteilles et tout ça, ils fabriquent dans la cour et ils essayent dans la cour. Et ensuite ils peuvent montrer à d'autres. Alors il y a deux possibilités au niveau de la fabrication. Si vous êtes dans la cour vous pouvez faire avec la classe entière en même temps puisqu'il y a de l'espace. Sinon, en sciences, il y a l'approche que je disais, trois ou quatre gamins c'est l'optimum, par contre si vous en avez trente, ça fait huit groupes, ce n'est pas gérable, il ne faut pas monter au-dessus de six.
202	A6	Oui en plus il y en a qui vont faire les idiots.
203	Estelle	Non ils ne feront pas les idiots parce qu'ils seront vraiment dessus, ils auront vraiment envie de continuer. Alors les groupes qui ont fini avant, on commence à leur demander de rédiger leur fiche de fabrication : comment fait-on pour aider des copains qui sont dans une classe ailleurs à faire la même machine ? Donc eux avancent, puis ensuite les autres vont le faire aussi. Ceux-là ont terminé cette partie là, on peut peut-être prendre des photos des machines et travailler les TICE par rapport à ça : traiter quelques images et prévoir les choses pour une affiche. Donc on a toujours à les occuper. Le problème vous allez me dire, et là il n'y a pas de solution pour le moment, enfin pour moi il n'y a pas de solution, c'est que généralement les gamins qui vont aller le plus vite sont toujours les mêmes.
204	A1 et A2	Ah oui !
205	Estelle	Ce qui voudrait dire à ce moment là que ce sont toujours les mêmes qui développent les compétences supplémentaires. Donc il y a une autre possibilité : c'est que une fois que ça a été fait, vous répartissez les gamins qui ont fait dans les différents groupes pour aider mais attention pas en disant ce qu'il faut faire, leur travail c'est de faire le maître-bis, c'est-à-dire de poser des questions qui aident les autres à avancer. Ça ils y arrivent. Alors les petits ont du mal, c'est la difficulté quand on monte un jardin des sciences, c'est que les petits donnent tout alors que l'objet c'est qu'ils posent des questions. Alors on les entraîne à ça. Pour les entraîner, au tableau, on écrit une liste de questions qu'ils peuvent utiliser, et ils peuvent s'appuyer dessus. Pareil pour réguler les groupes parce qu'ils se disputent dans les groupes, donc on peut aussi prévoir, moi j'incite à ça et ça marche, alors c'est pas moi qui l'ai fait mais ce sont des articles de recherche là dessus, c'est pour aider dans les débats, des phrases types qu'ils peuvent utiliser : "je ne suis pas d'accord parce que", "je ne comprends pas ce que tu veux dire, explique". Et la personne à qui on dit ça est obligée de s'arrêter et de répondre. Donc il y a un jeu d'entraînement à l'argumentation. Et il faut aider en ayant des phrases au tableau.
206	A2	Oui comme un code en fait.
207	Estelle	Voilà, exactement. Et progressivement, ça s'intègre au fonctionnement normal et l'intérêt c'est que vous pouvez le réutiliser en maths, en français, etc.
208	A7	Mais les groupes il faut les constituer.

209	Estelle	Alors oui, pour constituer les groupes, ce que je conseille c'est de laisser faire les mômes. C'est-à-dire que les gamins se mettent par affinité, parce que de toutes façons on travaille mieux quand on est avec des gens qu'on aime bien, et ça évite de se disputer. Maintenant, les groupes par affinité ça veut dira aussi qu'il peut y avoir des groupes de glandeurs.
210	A2	Et des groupes de leaders qui veulent tous faire !
211	Estelle	Alors non justement les leaders ne vont pas faire ça, en général ils s'arrangent pour être avec des passifs, comme ça ils sont sûrs de pouvoir faire eux et les autres ça les arrange ils ont rien à faire ils ont juste à regarder. Donc il va y avoir les groupes où il y a un leader et les autres qui regardent et les groupes où il n'y a que des glandeurs et il n'y a personne qui fait. Alors globalement, les glandeurs ça s'autorégule, c'est-à-dire qu'à la première mise en commun, où ils n'auront rien produit, ils vont se retrouver tout bêta par rapport à ça et ils vont réagir. Et une façon de les aider à faire cela ça peut être aussi de reformer les groupes, de façon à les répartir dans des groupes qui marchent, en se disant que ça ne va pas faire exploser les autres groupes. Les leaders avec des passifs : vous repérez les leaders et vous les mettez ensemble, vous faites un groupe de leaders. Et ça va être un groupe chaud parce qu'ils vont se disputer, mais là l'idée ça va être de leur apprendre à travailler ensemble. Alors les premières fois où on fait des démarches d'investigation, vous laissez les leaders avec des passifs au début, pour une raison simple : les leaders vont entraîner le groupe, et vous vous ne pouvez pas être partout, donc ils vont relayer vos demandes et vont lancer la machine ; ce qui va aussi permettre aux gamins un peu timides de voir comment faire, c'est un apprentissage du fonctionnement du groupe, avec un leader qui est là pour animer tout ça. Et au bout de deux ou trois séances où on a compris comment fonctionner en groupe : on se pose une question, on cherche des réponses puis on met les choses en commun après, une fois que tout le monde a compris ces choses là, on éclate les groupes, on met les leaders ensemble et les passifs ne sont pas complètement perdus puisqu'ils ont vu le fonctionnement. Mais c'est à eux de se prendre en charge, en essayant de respecter au maximum les affinités entre les uns et les autres. Sinon vous rajoutez des problèmes supplémentaires. Alors évidemment, après on peut faire le choix de travailler sur la citoyenneté, mais peut être ne pas tout faire d'un coup.
212	A2	Ça serait bien si on arrivait à s'entendre dans les groupes formés comme cela !
213	Estelle	Alors ça, ça se fait assez facilement. Les premières fois où vous allez fonctionner, ne rêvez pas, ça ne se passera pas bien, c'est-à-dire qu'en termes d'apprentissage ils n'apprendront pas beaucoup de choses en termes de contenu. Mais vous pouvez fixer des objectifs comme rendre un travail donné au bout d'un temps donné, être capable de ne pas appeler la maîtresse toutes les trois minutes pour une dispute. Donc vous fixez des objectifs sur le fonctionnement de groupe.
214	A7	Et puis c'est vrai que ce qui marche très bien c'est que quand ils sont là, sans rien faire, après en production d'écrits ils n'ont qu'une phrase à lire et ils ne sont pas fiers, et au bout d'un moment ça les débloque. Mais bon il faut un peu de temps.
215	Estelle	Oui il faut un peu de temps… j'ai des collègues de maths qui faisaient des choses très sympas là-dessus, alors on force le travail de groupe donc je vous montrerez la prochaine fois le travail sur l'air. Et quand on travaille sur l'air ou sur l'électricité, on ne peut pas ne pas travailler ensemble. C'est-à-dire qu'on est obligé d'être au moins deux ou trois pour pouvoir faire les choses. Mais là c'est pareil, quand ils font la machine ils sont obligés d'être plusieurs, donc ils sont obligés de se mettre d'accord pour faire les choses. Donc l'idée, si vous voulez travailler en groupes c'est de commencer par faire des choses où ils sont obligés de travailler en groupes pour y arriver. Les matheux ont une autre approche qui est de donner des tâches à faire aux enfants, où dans le temps imparti, ce n'est pas possible pour un enfant seul de tout faire. Ça veut dire qu'ils sont obligés de se répartir les tâches pour arriver à répondre à la consigne. Donc d'accepter que l'autre puisse aider, et de toutes façons c'est ça ou on arrête. C'est encore une autre stratégie, et vous forcez la coopération, ce qui n'est pas spontané, ça s'apprend. Ce n'est pas facile mais l'intérêt de le faire en démarche d'investigation c'est qu'il y a un réel plaisir à apprendre les choses. Du coup ça facilite le travail en groupe. Donc voilà pour la machine à écraser les biscottes. Aujourd'hui, je vais vous proposer un travail sur l'astronomie et on va commencer par se mettre au point sur ombres et lumière. Donc je vais vous rappeler des choses parce qu'on a pas le temps de tout faire, il y a des choses que l'on va faire vraiment, parce qu'il faut les faire pour comprendre et on va commencer par le cycle 2 et la grande section puis on va monter ensuite. Je vous montre tout de suite ce livre "Vivre avec le soleil". Vous n'avez pas besoin de l'acheter, vous le téléchargez directement sur le site www.passerelle.info. L'objectif quand nous avons fait ce livre était de faire à la fois de l'enseignement des sciences, et de l'éducation à la santé. Et un autre site : www.soleil.info. Ce livre va du cycle 1 au cycle 3, l'idée de ce livre c'est un travail sur l'ombre et sur l'éducation solaire. Le soleil ça brûle, on attrape des coups de soleil et très régulièrement vous voyez des

		gamins revenir du weekend bien rouges, voire brûlés complètement. Donc l'idée c'est de travailler sur l'ombre et d'éduquer les enfants et de leur apprendre à se protéger du soleil : crème solaire, chapeau... Et pour cela on va associer la taille de l'ombre et la dangerosité du soleil : plus mon ombre est courte, plus le soleil est dangereux, et pour faire cette séquence là vous avez besoin de papier UV, c'est pour cela que je vous donne l'adresse du site www.soleil.info. C'est un papier qui bleuit d'autant plus que la dose d'uv reçue est importante. Et pour récupérer ce papier, vous allez sur le site. Donc on travaille sur ombre et lumière et on regarde la couleur du papier, et on fait le lien entre la taille de l'ombre et le bleuissement du papier. Et après ce que l'on va faire c'est comment éviter de faire bleuir le papier. Donc là on va protéger le papier avec des lunettes solaires, avec de la crème solaire, on va le mettre à l'ombre et on va voir comment il bleuit ? Donc on va voir quels sont les moyens de se protéger du soleil mis à part de ne pas y aller. On va voir que l'heure la plus dangereuse... Laquelle est-ce ?
216	Groupe	Entre 12h et 14h ?
217	Estelle	Alors c'est midi au soleil, c'est 14h chez nous. Donc 14h c'est le point où le soleil est le plus haut donc on dit en général 2h avant et 2h après donc entre 12h et 16h. Midi solaire qu'est-ce que ça veut dire ?
218	A2	C'est le zénith.
219	Estelle	Alors le zénith c'est quoi ? C'est le soleil à la verticale. Sauf que le soleil à la verticale on ne l'a jamais en France. Ça veut dire que si je pose un bâton sur le sol il n'y a pas d'ombre. On n'a jamais le zénith en France. Le midi solaire ce n'est donc pas le zénith, c'est le moment où l'ombre est la plus courte de la journée. Donc je prends un bâton, je le mets dans la cour, je trace son ombre au cours de la journée et il y a un moment où l'ombre est la plus courte, c'est midi solaire. Alors avec les petits on va commencer par travailler sur l'ombre, et la première chose qu'on va leur faire faire c'est : "dessinez vous avec votre ombre au soleil".
220	A2	Dans la journée ?
221	Estelle	A un moment où vous avez une ombre. Donc sur votre feuille je voudrais que vous me dessiniez au moins le soleil, vous et votre ombre. Ça n'a pas besoin d'être un dessin très précis. Je veux que ça soit aussi scientifique que possible. (Le groupe dessine)
222	A8	En fait vous voulez savoir si on va la dessiner du bon côté c'est ça ?
223	Estelle	Je ne sais pas, mais puisque vous me le dites c'est que vous y avez pensé !
224	A8	Pour dessiner une ombre, ce n'est pas facile…
225	Estelle	Vous pouvez faire une tache si vous voulez.
226	A4	Et là c'est à quelle heure ce que vous demandez ?
227	Estelle	Peu importe l'heure, c'est l'heure que vous voulez ! Evitez de mettre un midi au zénith.
228	A3	C'est où qu'on n'a pas d'ombre du tout, c'est à l'équateur ?
229	Estelle	On verra ça après.
230	A3	Ça existe donc quelque part…
231	Estelle	Oui, oui ça existe. (Estelle passe dans les rangs et regarde les dessins). Donc maintenant on va regrouper tous vos cahiers et on va voir vos différentes productions. (Tout le monde se lève et les cahiers sont regroupés sur une table). Donc ça c'est un travail qu'on va faire aussi avec les petits. Regardez un peu toutes ces productions. Avec les enfants, on ne va pas regarder toutes les productions, on va en repérer un certain nombre, on va les mettre au tableau et on va en discuter ensemble. Et en discutant ensemble, la question cruciale est "qu'est-ce qui est pareil et qu'est-ce qui ne l'est pas ?"
232	A3	Entre les dessins ?
233	Estelle	Oui. Essayez de trouver ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas.
234	A9	Déjà le personnage est entre l'ombre et la source lumineuse.
235	Estelle	Alors le personnage est entre l'ombre et la source lumineuse, est-ce que c'est toujours le cas ?
236	A1	Oui.
237	Estelle	Oui, alors là j'ai une ombre qui est à droite et un soleil qui est au-dessus.
238	A3	Ah oui, mais il y a deux bonhommes là…
239	Estelle	Celui de gauche ça va, mais celui de droite c'est un peu moins sûr.
240	A8	Ah mais il est petit, c'est au zénith. Ou alors ce ne sont pas les bonnes perspectives…
241	Estelle	Alors qu'est-ce qu'il y a d'autre de pareil ou de pas pareil ?
242	A4	Parfois l'ombre est devant et parfois elle est derrière
243	Estelle	Oui, est-ce que ça se voit sur les dessins ?

244	A2	Ça dépend comment tu te tournes, et tu sais pas où est la tête…
245	A6	Mais si, elle a dessiné les yeux !
246	A2	Ah mais moi je n'ai pas dessiné les yeux.
247	Estelle	Qu'est-ce que vous voulez dire par là : je n'ai pas dessiné les yeux donc je ne sais pas où je suis ?
248	A5	On ne sait pas ce qui est devant ou derrière, on s'en moque puisque c'est une silhouette. S'il se retourne l'ombre sera toujours du même côté !
249	Estelle	Alors ça, c'est une première difficulté avec les petits, l'ombre n'est pas devant ou derrière moi, il n'y a pas de devant et de derrière. L'ombre est opposée au soleil, ou on dit "je suis entre l'ombre et le soleil". Mais l'ombre n'est ni devant ni derrière. Alors ça, on met les gamins avec leur ombre devant eux, ils tournent mais leur ombre n'a pas bougé. Vous avez vu, il y a des dessins ou l'ombre est attachée au corps, et d'autres ou elle n'est pas attachée. C'est récurrent, c'est-à-dire qu'on dessine les ombres sans les attacher aux pieds, je ne sais pas d'où ça vient. Donc comment faire pour vérifier ça ? On va aller voir dans la cour. Donc mon ombre est attachée à mes pieds. Quoi d'autre encore qui est pareil ou pas pareil ?
250	A6	La silhouette opposée, en symétrie, en miroir.
251	Estelle	Alors, voilà, ça arrive beaucoup, et ce qu'ils font aussi, c'est qu'ils dessinent leur ombre comme eux. C'est-à-dire que mon ombre a des yeux, une bouche, la casquette, la ceinture, etc. Et ils mettent une flèche : "moi" d'un côté, "mon ombre" de l'autre.
252	A2	On a l'impression que c'est notre double.
253	Estelle	Voilà, et que c'est notre reflet.
254	A2	Oui, effectivement, le reflet est détaché.
255	Estelle	Oui, et il est comme moi. Or, l'ombre ce n'est pas la même chose. Donc, on a identifié ce qui est pareil et ce qui n'est pas pareil. Donc vous allez mettre quelques productions au tableau, qui sont représentatives de l'ensemble des dessins de la classe. Et dans ces représentations il y aura des pieds détachés et des pieds pas détachés, des ombres qui rigolent et des ombres qui ne rigolent pas, des ombres qui sont dans la direction de la lumière, des ombres qui sont opposées à la direction de la lumière. Et on va regarder ce qui est pareil et ce qui n'est pas pareil dans les dessins, et la question qu'on va se poser c'est "comment fait-on pour savoir ?" On va aller dehors. Donc vous allez aller dehors, on va observer des choses, on va retourner dans la classe, on va redessiner, et vous allez voir qu'il va à nouveau y avoir des erreurs. On va les remettre au tableau, on va en rediscuter, on va ressortir et on va redessiner.
256	A4	Mais au bout d'un moment on sera peut être obligé de leur dire comment il faut dessiner.
257	Estelle	Non, ils se le sont dit, ils en ont discuté mais ce n'est pas parce qu'ils en discutent qu'ils le dessinent. Donc ça prend du temps.
258	A4	Mais ce n'est pas facile de dessiner le réel.
259	Estelle	En gros le message c'est que ça prend du temps de dessiner comme on a vu les choses.
260	A4	Surtout après coup !
261	Estelle	Oui, surtout après coup.
262	A4	On se voit, on rentre dans la classe.
263	Estelle	Oui. Si vous avez un peu de lumière dans la classe, si vous avez le soleil qui rentre, vous pouvez prendre un playmobil, vous le posez à un endroit où vous avez de la lumière et vous prenez l'objet.
264	A4	Même dehors, on prend par exemple un crayon, on le met puis on dessine comme ça. Au moins c'est à côté, c'est mieux pour les élèves je pense.
265	Estelle	Alors tout ça vous le retrouverez dans les séquences du site internet, et aussi dans mon livre, parce que c'est fondamental. Il vous manque quelque chose qui est très difficile pour les enfants, il vous manque le sol. Alors les enfants, quand ils dessinent la première fois ça ne leur pose pas vraiment de problème, mais ils vont avoir des problèmes très rapidement. Parce qu'après en classe vous dessinez un objet en carton, vous dessinez des tas d'ombres qui correspondent et qui ne correspondent pas, vous posez l'objet et ils vont mettre l'ombre qui correspond. L'ombre est à plat par rapport à vous, on est en trois dimensions, et on est sur une feuille en deux dimensions, et on néglige très souvent la difficulté de représentation. Et souvent on pense que les enfants n'ont rien compris mais ils ont compris des choses, mais ce sont les représentations qu'on leur a fournies qui leur posent problème
266	A2	Et on ne peut pas commencer par leur faire faire en pâte à modeler ?
267	Estelle	On va éviter, parce que pour les enfants, l'ombre, je peux la cacher avec ma main. L'ombre n'est pas associée au départ à une absence de lumière ou à un endroit où il y a moins de lumière qui

		arrive. Plutôt qu'absence, d'ailleurs, c'est moins de lumière qui arrive, parce que ce n'est pas un absence de lumière, la plupart du temps. Donc ce que l'on va faire par contre, c'est que, effectivement, on va composer par exemple des formes d'ombres, en papier noir ou en papier bleu et puis on va voir ce qu'ils dessinent. Et donc on a : mon objet et son ombre. Vous voyez, j'ai mon objet debout et j'ai collé une ombre, puis je l'ai positionnée. Je ne l'ai pas bien fait, je l'ai fait en classe donc j'ai pris une lampe de bureau. Même sans ça, on revient de la cour, on met un objet, on met une ombre, mais on la colle au pied. Donc on a associé la bonne ombre. Comment peut-on mettre cela sur une affiche ? Là, les enfants on leur dit "on prend notre objet, qui est plat, c'est un bout de carton, on le met sur l'affiche ; comment est-ce que je représente mon ombre dans ces conditions ?"
268	A3	Il faudrait la coller…
269	Estelle	Il faudrait la coller perpendiculaire au personnage.
270	A3	Et qu'elle sorte du tableau.
271	Estelle	Qu'elle sorte, c'est-ce que pensent les enfants parce que c'est-ce qu'ils voient. Donc on ne peut pas faire cela parce que ce n'est pas pratique donc ce que l'on va plutôt faire c'est rabattre l'ombre, comme vous l'avez fait avec difficulté. Donc on va la rabattre et on va tracer un trait pour le sol. Et ensuite la direction dans laquelle on va rabattre l'ombre va dépendre de la position de la lumière mais ça c'est la deuxième étape, on n'en est pas encore là. Parce que là ils n'associent pas encore la position de la lumière avec la position de l'ombre, ça c'est un vrai travail.
272	A7	Mais en rabattant, il n'y a pas un problème de longueur ?
273	Estelle	Et oui ! Du coup il y a un problème de longueur ! Ce qui veut dire que quand on rabat, il va falloir rajouter un petit peu de "moi" pour que ça colle aux pieds.
274	A6	Et ce n'est pas si facile que cela !
275	Estelle	Alors la technique pour faire cela c'est que l'ombre quand vous l'avez dessinée vous l'avez inclinée.
276	Estelle	Déjà. Parce qu'une ombre en biais ça fait que vous avez déjà un pied plus long que l'autre. Donc quand vous rabattez vous avez le pied plus long que l'autre et c'est fait.
277	A2	Et c'est déjà sélectif parce que s'ils l'étalent, sur le dessin ça ne rend pas.
278	Estelle	Voilà.
279	A2	Parce qu'il y a le biais, la perspective.
280	Estelle	Voilà, tout à fait. C'est pour cela qu'on travaille avec une ombre en biais dès le départ, puis on rabat. Donc ça c'est la première étape. Ça va ? Tout ceci est écrit, donc il n'y a pas de souci. Je vous rends vos dessins, vos cahiers, et on continue la suite. (Chacun récupère son cahier). On ira dans la cour après, on fera plusieurs choses en même temps, je vous montrerai ça et le reste.
281	A2	(Deux personnes chuchotent entre elles). Tu mets l'objet, et la représentation est comme ça tu vois, debout. C'est la silhouette de l'objet.
282	Estelle	Alors, on a fait ça, on est même allé plus loin, on a travaillé de façon plus précise. Donc on a travaillé sur l'ombre, on a constaté que mon ombre était opposée à la lumière. Alors opposée à la lumière ils ne l'ont pas encore forcément, vraiment. En tous cas mon ombre peut être devant ou derrière moi, ce n'est pas cela qui compte mais elle est toujours collée à mes pieds. On va travailler maintenant sur l'association d'une ombre à une source de lumière. Alors pour faire cela, on peut aller dans la cour, on fait la statue et les enfants dessinent l'ombre. Et ils dessinent l'ombre d'une statue en arrivant le matin, avant la récré, après la récré, avant midi, en rentrant à 13h30, avant la récré, après la récré. Et on voit que l'ombre se déplace. Alors ça ce n'est pas simple l'air de rien. Donc vous faites la statue, vous avez votre ombre, vous mettez un enfant en statue et deux enfants pour dessiner. Et quand ils vont essayer de dessiner l'ombre de la statue, s'ils se mettent dans l'ombre de la personne, ils ne peuvent plus la dessiner. Donc il y a toute une stratégie pour pouvoir dessiner le contour : comment je me place moi-même ? On a constaté que l'ombre se déplaçait tout au long de la journée.
283	A4	On peut aussi changer de couleur, parce que comme des fois ça se chevauche légèrement, ils distinguent mieux le contour.
284	Estelle	Exactement, vous utilisez des craies de couleurs différentes pour repérer les différentes heures. Pour les petits enfants, si l'ombre a bougé, c'est que la statue n'a pas bien fait son travail. Donc à côté des enfants qui font les statues, on prend un bâton, un manche à balai fixé dans un seau, qui ne bouge pas, et on trace l'ombre du balai.
285	A5	Mais on peut se contenter de faire cela non ?
286	Estelle	Vous pouvez vous contenter de faire cela mais disons que le jeu de la statue ça aide les enfants à prendre conscience que leur ombre peut se superposer à l'ombre de quelqu'un. Donc il y a ce

		travail là en plus. Et puis esthétiquement parlant, c'est joli de voir toutes ces silhouettes. Et en plus comme on a plusieurs statues, on peut voir qu'il se passe la même chose sur toutes les statues, qu'il y a un moment où l'ombre est la plus courte etc.
287	A3	Mais ils les dessinent finalement plusieurs fois ?
288	Estelle	Oui.
289	A3	Donc, là c'est bien…
290	Estelle	Donc c'est la même chose sur tous les objets, ce qu'il se passe sur un objet, ça se passe sur tous les objets. En parallèle de cela dans la classe, pendant que vous avez fait cela dehors ; donc là dehors vous voyez que c'est avant et après les récrés donc ça demande quasiment pas de temps. On va travailler dans la classe avec un petit playmobil fixé sur une feuille, et on va dessiner, en demi-classe, donc pendant ce temps là le reste de la classe fait un travail en autonomie, c'est faisable, sinon vous le faites en classe entière. Je dis demi-classe parce que ça dépend si vous êtes en grande section ou CP / CE1. Mais vous savez que jusqu'à la grande section, faire travailler les enfants en ateliers, ça ne pose aucun problème. Et d'un seul coup quand on passe à la grande école, laisser les enfants travailler en autonomie ça devient compliqué. Mais pourquoi ? Ce sont les mêmes enfants !
291	A1	Les tâches sont différentes.
292	Estelle	Les tâches sont différentes, c'est vrai, mais il y a des tas de choses que les enfants peuvent faire en autonomie.
293	A1	Oui, oui c'est vrai.
294	Estelle	Et puis là, c'est un travail qui va prendre un quart d'heure, donc c'est un quart d'heure en autonomie.
295	A2	Et bien pourtant quand ils sont au CP, ils n'arrêtent pas de nous solliciter donc justement on pourrait croire qu'en les laissant seuls… Et en fait, ils acceptent ! Et justement c'est ça qui est un peu étrange c'est qu'ils devraient être plus habitués...
296	Estelle	Mais vous êtes devenus des bébés ! L'année dernière quand la maîtresse vous mettait en ateliers vous étiez bien en ateliers ! C'est pareil !
297	A2	Et bien apparemment non ce n'est pas pareil…
298	Estelle	Oui mais c'est ça qu'il faut leur dire !
299	A2	Oui mais même si on a beau leur dire, ils sont quand même très contents de nous montrer ce qu'ils ont fait toutes les cinq minutes donc bon…
300	Estelle	Je suis d'accord mais on pose des règles, et puis on essaye de les faire respecter. Mais je suis d'accord avec vous, c'est un vrai apprentissage.
301	A2	Mais je me demande si justement on peut leur apprendre.
302	Estelle	On peut leur apprendre ! Comment pensez-vous que l'on fait dans les classes multi-niveaux ? Ils sont bien obligés de travailler en autonomie. Quand l'enseignant s'occupe des CP, les CE1 travaillent seuls, et les CE2 aussi. Donc le travail en autonomie, ça se fait ; et de toutes façons dans une classe multi-niveaux vous n'avez pas le choix. Quand j'étais dans la Nièvre, c'était des grandes sections aux CM2 !
303	A2	Mais ils n'avaient pas tendance à venir quand même… Même si vous disiez non ?
304	Estelle	Non, parce qu'ils n'avaient pas le choix. C'était "tu te tais parce que moi là de toutes façons je dois travailler avec eux". Et c'était violent comme ça. Parce qu'il n'y a pas le choix…
305	A2	Parce que en CP ils ont toujours tendance à venir alors que c'est bien clair au départ.
306	Estelle	Il faut les ignorer. Mais c'est difficile à faire. Et le problème c'est que si vous lâchez un peu, ils viennent tous.
307	A8	Et après ils développent des stratégies, c'est-à-dire, je vais faire exprès de me faire remarquer, et donc de ne pas faire ce que j'ai à faire. Tout ça pour que j'intervienne.
308	Estelle	Oui. Mais on y arrive. Ça prend du temps, ça dépend du vécu qu'il y a avant, mais vous leur dites qu'il n'y a pas le choix, et que si tu fais l'imbécile tant pis, tu embêtes tout le monde donc là, tu vas dans un coin et tu es puni, et puis voilà. Mais quand on a des grandes sections jusqu'au CM2, on n'a pas le choix. Alors il y a des études qui ont l'air de montrer que les enfants qui sortent d'une classe multi-niveaux s'en sortent mieux au collège que les autres. Et ils ne savent pas plus de choses, ils sont plus autonomes, parce qu'ils ont appris justement ce travail en autonomie. Donc ombre et lumière vous pouvez le faire par demi-groupes, ou par classe entière. La difficulté en classe entière va être d'orienter tous les enfants de façon à ce qu'ils puissent tracer des ombres sur une feuille. Ça veut dire qu'il faut que tous les enfants pointent la lampe dans la même direction. Donc ça va être un jeu du style : j'ai la lampe éteinte, un enfant prend la lampe et la pointe du côté de la fenêtre. A quel endroit d'après vous va être

		l'ombre ? Ils dessinent, on allume, on vérifie. Et ça tourne, pour que tous les enfants aient la lampe et qu'ils tracent tous une ombre. Parce que vous savez bien que sinon, certains vont trouver la bonne excuse de ne pas avoir de lampe. Donc tout le monde va avoir la lampe et tout le monde va tracer des ombres.
309	A7	Et on fait fabriquer des lampes de poche avant ?
310	Estelle	Non, vous utilisez…
311	A7	Donc on utilise directement l'électricité ?
312	Estelle	Alors vous pouvez lier l'électricité à ça, sinon vous empruntez des lampes de poche aux parents, tout simplement. Non, non ce n'est pas très compliqué, mais on en parlera plus tard. Donc on a des lampes et on trace les ombres. Et on joue à ça, on se rend compte qu'à chaque fois, mon ombre est opposée à la lumière, ou mon personnage est entre la lumière et l'ombre. Donc on a acquis ça, on s'est rendu compte que dans la cour, les ombres étaient plus ou moins grandes. On a vu qu'elles bougeaient. Et pourquoi bougent-elles ? Parce que la source lumineuse bouge : le soleil bouge dans le ciel. Donc mon ombre bouge parce que le soleil bouge, je vois le soleil bouger. Ça va cela ?
313	A9	Juste une petite information : il y a un album jeunesse qui est très sympa qui s'appelle "Le tailleur d'ombres", c'est l'histoire d'un homme, son ombre s'agrandit. Donc ça peut se rapprocher avec ce que l'on fait. Et ce bonhomme est tellement grand qu'il fait de l'ombre à la ville, et il rencontre un tailleur d'ombres, donc un monsieur qui avec un ciseau prend l'ombre et la détache du sol et la taille pour faire des tas de formes. Donc c'est un livre très sympa.
314	Estelle	Alors toujours, avec ce genre de chose "Il ne faut pas faire pipi sur mon ombre", "l'ombre de Zoé", "L'ombre de l'ours", vous en avez plein, dont un certain nombre qui sont dans mon livre, la question qu'on se pose toujours avec un album jeunesse c'est "peut-on faire comme dans l'histoire, est-ce que c'est possible ?" Et on fait réfléchir les enfants par rapport à cela. Alors maintenant je vais vous raconter une histoire, on embraye sur du cycle 3, et sur ce dont j'ai besoin pour vous faire travailler en astronomie. Alors je vous raconte l'histoire d'Eratosthène. Ecoutez bien, parce que je vais vous demander de faire des dessins après. Donc Eratosthène est un grec qui a vécu vers 300 avant J-C. Eratosthène vivait du côté d'Assouan, qui à l'époque s'appelait Sienne. Et là, il avait constaté qu'un jour dans l'année, très précisément le 21 juin, au moment où l'ombre est la plus courte dans le ciel, c'est midi solaire. Donc il y avait un puits, à midi solaire, quand il regardait au fond du puits, il voyait le soleil. Ce qui veut dire aussi que s'il plantait un bâton, que se passait-il ?
315	Groupe	Il n'y avait pas d'ombre.
316	Estelle	Il n'y avait pas d'ombre, c'est ça. Donc il avait constaté ça à Assouan, le 21 juin, à midi solaire, pas d'ombre sur le bâton, ce qui veut dire que le soleil est au zénith ; là on peut utiliser ce terme. Et comme il était brillant, il s'est retrouvé directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie. Et quand il était à Alexandrie, le 21 juin, à midi solaire, il y avait un grand obélisque, il s'est rendu compte qu'il y avait une ombre pas négligeable, assez grande. Et ça l'a intrigué : comment expliquer que je n'ai pas d'ombre à Sienne et que le même jour à midi solaire, j'ai une ombre à Alexandrie ?
317	A3	Mais comme c'était quelques années plus tard… Non je plaisante ! Mais ce n'était pas le même jour, si ?
318	Estelle	Même jour, même heure ! Alors ils n'avaient pas de téléphone portable, mais il a très bien pu demander à un ami à Sienne de regarder l'ombre et de constater s'il y en avait une ou pas. Comment fait-on pour savoir midi solaire ? On regarde l'ombre au cours de la journée et on regarde le moment où l'ombre est la plus courte. Et donc le moment où l'ombre est la plus courte, à Assouan il n'y a pas d'ombre et à Alexandrie, il y en a une. Donc la première question que je vais vous poser, en petits groupes, je voudrais que vous réfléchissiez à une explication pour ce phénomène et vous me fournissez un dessin et une explication sur une feuille. (Chaque groupe se met à réfléchir).
319	A2	A combien de kilomètres se trouve Assouan d'Alexandrie ?
320	Estelle	C'est à peu près à 500 kilomètres.
321	A1	C'est plus au nord non ?
322	A4	Ça a son importance ou pas ?
323	Estelle	Oui ça a son importance.
324	A3	Ça a un rapport avec les latitudes non ?
325	A2	Il faudrait calculer la circonférence de la Terre, à mon avis, il y a une histoire d'angle. (Le groupe manipule des boules de polystyrène et fait des hypothèses). Si on est là, et si on est là ce n'est pas la même ombre. C'est par rapport à la hauteur... Mais je ne saurais pas aller plus loin

		dans l'explication... (Le groupe dessine). Bon je fais la Terre, le soleil, là il y a une ombre, là il n'y a pas d'ombre. Lui il est bien droit tandis que lui il serait penché. Donc là il y a une ombre, et là il n'y en a pas.
326	A3	Ah donc en fait ils sont au même niveau.
327	A1	Il n'éclaire pas de la même façon.
328	A2	Les rayons sont obliques en fait.
329	A1	Voilà.
330	A2	Oui, voilà, ils sont obliques du fait de la courbure de la Terre. (La réflexion continue). Le jour est le plus long chez nous.
331	A3	Oui mais ça n'a rien à voir ça…
332	A1	Bon on va voir comme ça.
333	Estelle	Vous avez fini ?
334	A2	Oui.
335	A1	Mais on ne sait pas si on a une vraie explication très scientifique on va dire…
336	Estelle	Alors, je regarde vos différents dessins. Alors, on va prendre vos dessins, on les met au niveau des tables et on en discute rapidement. (Chaque groupe se lève et pose son dessin). Alors, regardez les dessins des uns et des autres. Quelle est la question que l'on se pose ? Qu'est-ce qui est pareil ou qui n'est pas pareil ?
337	A6	C'est à peu près pareil. Les rayons…
338	Estelle	Les rayons ?
339	A7	La taille du soleil…
340	Estelle	Oui, la taille du soleil. Et qu'est-ce qu'il y a pour les rayons ?
341	A2	Ils sont parallèles.
342	Estelle	Vous êtes d'accord avec ça ? Sur cette différence entre les dessins ? Donc vous avez des dessins avec des rayons qui sont…
343	A3	Il n'y a pas vraiment de rayons là. Nous ce ne sont pas les rayons qu'on a voulu faire, c'est la projection de la lumière. On s'est dit si Assouan est juste devant le soleil, ça va faire cela, et par contre si Alexandrie va être là, automatiquement c'est l'angle qui va jouer là.
344	Estelle	Alors vous êtes en train de discuter de choses là entre vous.
345	A1	Alors en fait nous je pense qu'on a fait une erreur au départ, on est parti sur un soleil qui était représenté plus petit que la Terre.
346	Groupe	Mais ça n'a pas d'importance.
347	A1	Si parce que la source lumineuse est…
348	A5	Non mais ça ne change rien…
349	A2	C'est la courbure là !
350	Estelle	Bon, alors, il me semble, chers collègues, que vous n'êtes pas d'accord. Alors quand on n'est pas d'accord, on essaye de se mettre d'accord. Est-ce qu'on peut dire à la fois qu'on a des rayons… Alors les rayons, vous m'avez dit que ça n'était pas des rayons, mais en même temps vous me dites que ce n'est pas des rayons, c'est de la lumière... Quand vous me tracez ici ce dessin (Estelle montre un dessin), le trait représente quoi ?
351	A5	L'arrivée de la lumière.
352	Estelle	Alors on va dire que la lumière arrive verticalement, dans le prolongement du bâton. C'est ça que vous m'avez dit, et du coup il n'y a pas d'ombre. Et puis quand vous faites ce trait là, ce que vous avez implicitement derrière c'est que la lumière arrive en biais par rapport au bâton.
353	A3	Le soleil n'est plus exactement au-dessus, on le voit un peu décalé par rapport la verticale.
354	A4	Non c'est surtout la planète qui est tordue.
355	Estelle	Regardez, on va essayer de se mettre d'accord sur ce que représente ce trait ici. Vous voyez, le trait, elles l'ont fait passer par la pointe du bâton et par le bout de l'ombre. Est-ce que l'idée qu'il y a derrière ça c'est qu'il y a des endroits où la lumière n'arrive pas ?
356	A3	Non, non, c'était pour savoir la longueur de l'ombre…
357	Estelle	C'était pour savoir la longueur de l'ombre, c'est-à-dire ?
358	A3	Pour que ce soit un minimum à l'échelle.
359	Estelle	D'accord donc c'est-à-dire que ce trait là représente la lumière qui arrive ici mais pourquoi c'est sombre ici ? (Estelle montre un dessin).
360	A3	C'est l'ombre !

361	Estelle	C'est l'ombre. Et l'ombre est liée à quoi ?
362	A4	A l'objet.
363	Estelle	D'accord, donc ce que vous me dites c'est qu'il y a de la lumière qui tape par exemple comme ça, mais cette lumière qui tape là…
364	A3	Et bien ça empêche la lumière de passer.
365	Estelle	Elle n'arrive pas derrière l'objet parce qu'elle est bloquée par l'objet, et donc derrière, c'est pour cela qu'il y a une ombre. C'est ça que vous me dites ?
366	Groupe	Oui.
367	Estelle	Êtes-vous d'accord ?
368	A1	Moi je ne suis pas convaincu du tout…
369	Groupe	(Commentaires hors sujet).
370	Estelle	Attendez, on est en train d'essayer d'expliquer le dessin et d'expliquer pourquoi il y a un trait ici qui délimite l'ombre. Vous voyez il faut peut être déjà que l'on se mette d'accord là-dessus. Allumez le rétroprojecteur, orientez-le par ici. (Estelle place le bâton à la lumière). Alors, là j'ai une ombre, vous la voyez, elle est grande jusqu'ici d'accord ? Comment tracez-vous les choses ?
371	A10	On se place là, et puis on fait descendre.
372	Estelle	Donc vous me dites que la lumière arrive comme ça.
373	A10	Elle arrive partout !
374	Estelle	Est-ce qu'elle arrive partout ?
375	Groupe	Oui.
376	Estelle	D'accord. Et donc, ici tout cet endroit là...
377	A2	C'est éclairé.
378	A3	C'est une zone qui est dans l'ombre de l'objet.
379	Estelle	Ça veut dire quoi ? Ça veut dire que la lumière ne passe pas. Ça veut dire que dans tout cet espace défini par un triangle ici…
380	A4	Est-ce que si on mettait de la fumée, on verrait le trait de l'ombre ? De la fumée qui n'est pas éclairée en fait ?
381	Estelle	Oui, alors moi je vous propose de regarder comme ça parce qu'on voit mieux (avec un carton). On voit un espace qui n'est pas éclairé. Donc vous me dites que vous représentez la lumière par des traits, c'est-ce que vous avez fait. Et vous me dites que la lumière part dans tous les sens, là il y a des traits qui arrivent et qui sont bloqués par le bâton, et derrière, ça n'arrive pas. Donc toute la zone derrière où ça n'arrive pas, c'est la zone où il y a de l'ombre. Donc sur ce dessin, là il y a un trait, la lumière arrive, c'est la limite qui indique qu'à partir de là, la lumière peut arriver et avant j'aurais pu tracer des traits qui s'arrêtent sur le bâton. On est d'accord sur cette représentation ?
382	Groupe	Oui.
383	Estelle	Donc là, l'approche que vous avez pour expliquer qu'il n'y a pas d'ombre d'un côté et une ombre de l'autre, c'est de faire des traits qui partent dans toutes les directions.
384	A3	Oui, qui représentent la lumière.
385	Estelle	Donc là c'est la même chose. Simplement ici, par rapport à votre représentation, on ne voit pas le lien entre la lumière et l'ombre. Ici (Estelle montre un autre dessin), elles ont fait des traits aussi. Comment sont-ils par rapport à ces traits là ? Est-ce qu'ils sont pareils ?
386	Groupe	Ils sont tous parallèles.
387	Estelle	Ils sont tous parallèles. Est-ce qu'avec des traits parallèles on arrive à expliquer qu'il y a une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre ? Oui (Estelle complète le dessin).
388	A5	Parce que les deux personnages ne sont pas orientés de la même façon.
389	Estelle	Alors, oui, les deux personnages ne sont pas orientés de la même façon.
390	A5	Ils sont perpendiculaires à la Terre.
391	Estelle	Ils sont perpendiculaires à la Terre, vous êtes bien d'accord là-dessus ?
392	Groupe	Oui.
393	Estelle	Et si je fais des rayons parallèles, ici je n'ai pas d'ombre et là j'en ai une. Ça veut donc dire que nous avons deux façons d'expliquer le phénomène.
394	A4	C'est deux façons de les représenter mais…
395	Estelle	C'est deux interprétations, c'est la façon dont vous expliquez les choses. Alors il y en a peut

		être une vraie et une moins vraie.
396	A2	C'est la taille du soleil qui intervient.
397	Estelle	Alors moi je vais vous poser les questions autrement. Est-ce qu'on peut à la fois avoir des rayons parallèles et des rayons divergents ?
398	A3	Et bien si le soleil…
399	Estelle	On va juste regarder les rayons. Est-ce que quand j'ai des rayons parallèles, ils peuvent être divergents en même temps ?
400	A3	Ah non !
401	Estelle	Non. Donc ça ne peut pas être les deux en même temps. Donc c'est l'un ou c'est l'autre. Ce n'est pas compatible.
402	A7	En général on représente comme ça, dans tous les livres, dans tout !
403	Estelle	Mais ça je l'ai fait pour vous, je ne le fais pas au niveau des enfants. Avec les enfants je le ferai autrement, je vous expliquerai après. Là je le fais pour que vous compreniez déjà bien les choses vous-même. Donc là, est-ce compatible ? Non, on ne peut pas avoir les deux en même temps. Comment va-t-on faire pour savoir ? Pour trancher entre ces deux explications non compatibles, je vous propose d'essayer de reproduire l'expérience d'Eratosthène. Alors vous êtes bien d'accord qu'on ne peut pas le faire. On ne peut pas aller à Alexandrie, on n'est pas le 21 juin, etc. Par contre on a le soleil, donc on va essayer de reproduire ce qu'a observé Eratosthène, mais en petit, sur une maquette. Donc j'aurais pu vous faire un plan avec Assouan et Alexandrie, on ne l'a pas. Donc on va prendre deux bâtons à peu près de la même taille. Et puis on va dire qu'il y en a un qui représente Assouan et un qui représente Alexandrie (Estelle plante les bâtons sur un carton). On a dit que lorsqu'on plantait un bâton, il était bien perpendiculaire par rapport à la surface du sol. Alors tenez, voici les cartons, les bâtons, je vous laisse faire. Et que va t-on essayer de faire si on veut reproduire les observations d'Eratosthène ?
404	A5	Il faut mettre le carton bien vertical…
405	A3	Et bien il va falloir que d'un côté, il y ait de l'ombre, et que de l'autre côté, il n'y ait pas d'ombre.
406	Estelle	Voilà.
407	A3	Donc on va tordre le carton ?
408	Estelle	Je n'en sais rien.
409	A6	Donc il va falloir, en même temps, que pour un il y ait de l'ombre et que l'autre il n'y en ait pas.
410	Estelle	Exactement. Donc notre objectif maintenant, on va essayer de voir si on peut avoir la même observation qu'Eratosthène. C'est-à-dire que sur un de mes bâtons je ne veux pas d'ombre, et sur l'autre bâton je veux une ombre. Je veux une grande ombre parce que vos bâtons ne sont pas tout à fait perpendiculaire donc on va croire que si on bouge un tout petit peu le bâton, on voit des choses. Donc une grande ombre. Pour faire cela on va aller dehors tous ensemble. (Tout le monde va donc dehors).
411	Estelle	Non, non, c'est pas la pause là ! Ils font quoi les autres ? Non, non, non, non, attendez ! Non allons ! On boucle ça et on fait la pause après. Parce qu'après vous allez oublier. Il manque encore quelqu'un ? Alors on va faire le bilan de ce qu'on vient de dire là, et on fera une pause après. Parce que la pause c'est bien mais quand on est frais c'est mieux !
412	Estelle	Donc qu'a-t-on vu ? On a vu le carton des bâtons. Alors comment va-t-on dessiner le carton ? Un trait. (Estelle dessine au tableau). Et mes bâtons ? Plantés dessus. Et on a dit que quand on était sur le sol on avait des ombres qui étaient de la même longueur et parallèles. Parallèles, c'est-à-dire que si je me mets dans le plan de coupe, je peux tracer deux ombres de même longueur et parallèles. Donc je peux les dessiner comme ça mais je pourrais les dessiner comme ça aussi mais ça serait un peu plus compliqué. On a vu que quand on penchait notre carton, que se passait-il ?
413	A4	C'était la même chose.
414	Estelle	C'était la même chose ? C'est-à-dire ?
415	A4	Non mais il n'est pas courbé là ?
416	Estelle	Non, là il n'est pas courbé.
417	A1	Quand il n'est pas courbé, il n'y a rien là.
418	Estelle	Quand il n'est pas courbé, s'il n'y a pas d'ombre ici, il n'y a pas d'ombre là. Donc j'ai mis un petit trait rouge ici mais il n'y a pas d'ombre ; pas d'ombre des deux côtés. Qu'a-t-on vu d'autre ? On a vu que si on penchait autrement…
419	A3	Et bien si on penchait autrement, il peut y avoir une ombre mais elle est identique de l'autre

		côté.
420	Estelle	Voilà. Donc si on le penche autrement, on a deux ombres parallèles…
421	A3	De même longueur.
422	Estelle	De même longueur. Et ce qu'on a vu enfin, c'est que si on le courbait, on peut avoir pas d'ombre d'un côté et une petite ombre de l'autre côté. Donc on va dire ici (Estelle annote son dessin au tableau) : pas d'ombre, et ici : une ombre. Alors je voudrais que vous me dessiniez d'abord, comment vous expliquez cette situation ici : qu'il n'y a pas d'ombre ni sur l'un, ni sur l'autre. Comment dessiner la lumière ?
423	A2	Au zénith.
424	Estelle	Au zénith, donc ?
425	A2	C'est-à-dire à la verticale des deux bâtons.
426	Estelle	A la verticale des deux bâtons, donc comme ça ?
427	A2	Voilà, oui.
428	Estelle	Vous êtes d'accord ?
429	Groupe	Oui, oui.
430	Estelle	Et ici ? (Estelle montre un autre dessin).
431	A2	Pas vraiment à la verticale, un peu décalé.
432	Estelle	Comment tracez-vous les traits ? Je vous laisse faire. Dessinez les traits ici, puis ici, et ici. Allez-y, faites-le. Vous noterez bien que je fais arriver ma lumière jusqu'au bâton, parce qu'elle ne s'arrête pas en cours de route. (Les groupes dessinent).
433	A1	(Discute avec A2). En fait, l'ombre est liée au bâton qui cache l'arrivée de la lumière. Donc après c'est un problème d'angle…
434	Estelle	Tenez, un carton pour réfléchir, si ça vous aide.
435	A1	Voilà, en fait c'est toujours la même chose, je crois.
436	Estelle	Je voudrais à chaque fois voir le lien entre la taille de l'ombre et les traits que vous faites.
437	A1	On trace l'hypoténuse de l'angle en fait. Non ?
438	Estelle	L'hypoténuse de l'angle ? Ça ne veut rien dire. L'hypoténuse c'est sur un triangle rectangle.
439	A1	Oui, regardez, c'est un triangle rectangle là. Et ça c'est l'hypoténuse.
440	Estelle	D'accord. Donc vous tracez un triangle rectangle. C'est-à-dire que vous reliez l'extrémité de l'ombre à l'extrémité du bâton, et vous prolongez. D'accord. Alors j'ai l'impression que ça pose des problèmes pour associer la taille d'une ombre à la taille d'un bâton. Donc on va recommencer en partant du début. Regardez (Estelle fait un dessin au tableau). Si je trace mon ombre comme ça... On a dit tout à l'heure, avant d'aller dehors, que si mon ombre s'arrêtait ici, c'est que la lumière arrive comme ça. C'est-à-dire que pour le reste de la lumière, je ne sais pas, il peut arriver dans toutes les directions, mais en tous cas, la lumière qui arrive ici est bloquée ; et la première lumière qui peut arriver après, c'est-celle-ci, c'est-ce trait là. Donc en fait, quand je dessine un bâton et son ombre comme ça, ce trait là s'appelle le rayon limite, c'est-à-dire le premier rayon qui permet à la lumière de passer après l'objet. Je peux dessiner d'autres rayons comme ceci ou comme cela. Mais en tous cas, ce rayon là, c'est le rayon limite. Donc là comment je trace mes rayons ? Et bien, comme ça, d'accord ?
441	A1	Ah en fait, on ferme le triangle.
442	Estelle	On ferme le triangle, et on prolonge. Et ici, comment je fais ?
443	Groupe	Pareil.
444	Estelle	Et qu'est-ce que je constate à chaque fois pour les rayons ?
445	A2	Ils sont parallèles.
446	Estelle	Vous les avez tracés comment ?
447	Groupe	Parallèles.
448	Estelle	Vous les avez tracés parallèles. Alors ici, maintenant. Puisque vous avez tracé des rayons parallèles dans les trois cas.
449	A2	Et bien là il y en a un où c'est au zénith donc...
450	A1	On commence par celui-là, puisqu'il n'y a pas d'ombre. Et après on fait la même chose, mais on crée l'ombre. C'est très logique en fait.
451	Estelle	Donc vous voyez, pour expliquer…
452	A7	Oui mais à notre âge on trouve ça logique.
453	Estelle	Non mais ça ce n'est pas pour des grandes sections, c'est pour des cycles 3. Les cycles 3 y

		arrivent sans aucun problème. Donc là, on a tracé trois fois… pour expliquer nos observations, nos observations sur les ombres. Et pour expliquer mes observations, mon explication c'est des rayons d'accord ?
454	A3	Est-ce que ça suffit pour qu'ils comprennent, pour qu'ils en déduisent que les rayons sont parallèles ? Où est-ce qu'il faut faire autre chose pour leur monter que les rayons vont en ligne droite ?
455	Estelle	Alors les rayons qui vont en ligne droite c'est autre chose. On n'en a pas parlé.
456	A3	Parce que certains peuvent dire "le rayon vient, il fait comme ça".
457	Estelle	Oui, on va en parler. C'est avant. Mais le problème là c'est que là j'essaye de construire pour vous pour qu'on arrive à l'astronomie. Donc oui, il y a un travail avec les enfants pour leur faire construire le fait que les rayons vont droit. On les trace droit. C'est dans mon livre aussi et je vous montrerai, c'est une boîte à chaussures, je vous la montrerai après, d'accord ? Mais le problème c'est que j'ai six heures pour faire ce que l'on fait avec les enfants en quarante heures. Donc forcément, je fais des choix, sinon on ne va pas y arriver. Mais là, ça c'est important parce que c'est une vraie difficulté et ce n'est abordé nulle part dans les livres. Donc on a observé des choses et à partir de ces observations on a tracé des rayons qui étaient parallèles. Une fois, deux fois, trois fois. Maintenant à la quatrième observation que l'on fait, si on a fait trois fois des tracés de rayons parallèles, va t-on changer la façon dont on trace les rayons pour expliquer la dernière observation ? Et bien non. Si on a tracé trois fois des rayons parallèles, on va encore tracer des rayons parallèles. Et ça permet d'expliquer le phénomène. Donc pour nous, sur notre carton, les rayons du soleil nous arrivent parallèles. Donc en faisant cela, on élimine l'idée des rayons qui arrivent dans tous les sens. C'était l'un ou c'était l'autre vous vous souvenez ? Donc voilà, les rayons du soleil nous arrivent parallèles. Donc là en général on me dit "non mais on sait bien que le soleil éclaire dans tous les sens, et donc que les rayons partent dans tous les sens." Et c'est légitime. Donc comment rendre compatible ce que l'on a dit avant, et le fait que le soleil nous éclaire dans toutes les directions ? Là on va regarder les dimensions du système solaire. Si je dis que le soleil fait 10 cm, dans ce cas là, la terre mesure 1 mm de diamètre, et elle se trouve à 10 m. C'est-à-dire que ma Terre, c'est ça (Estelle fait un point sur le tableau). Mon soleil est là-bas, au fond de la salle, ma Terre c'est-ce petit point là, que vous voyez à peine. Le soleil éclaire partout, mais il est très loin de nous et on la Terre est toute petite par rapport au soleil. Ce qui fait que pour les rayons qui nous arrivent, la différence d'angle entre les rayons n'est pas très grande. Alors quand on dit parallèle ce n'est pas tout à fait parallèle, la différence entre deux rayons est de 0,5°, ce n'est quasiment rien. Ce n'est pas négligeable, mais pour ce que l'on observe, ce n'est rien. Du coup les rayons nous apparaissent parallèles. Ça c'est une première façon de dire les choses, ce n'est pas toujours très simple pour des enfants.
458	A2	Mais si on prend, par exemple, une lampe de poche, en s'éloignant, déjà ils se rendent compte que c'est plus diffus.
459	Estelle	Alors ce n'est pas plus diffus.
460	A2	Non mais quand c'est près, la lumière arrive plus de partout, et quand on éloigne l'objet, la différence…
461	Estelle	Exactement. Alors on va voir ça, il faut prendre une lampe bien puissante, et deux bâtons de la même taille. On va prendre deux cartouches d'encre, c'est très bien. On va fermer les volets pour être dans l'obscurité, voilà. Donc comment sont mes ombres ici ? Sont-elles parallèles ?
462	A6	Pas tout à fait. Pas vraiment.
463	Estelle	Pas tout à fait ou pas du tout ?
464	Groupe	Ah non pas du tout !
465	Estelle	Bon, on est sûr qu'on a des ombres qui ne sont pas parallèles. Ça c'est une lumière qui éclaire de près. C'est pour cela que tout le travail qu'on a fait sur Eratosthène, on l'a fait au soleil. Parce qu'avec une lampe comme celle-ci ça ne marche pas. Donc on le fait dehors, pour avoir une lumière parallèle. La lampe n'est pas une source de lumière parallèle. C'est mon gros soleil. Regardez maintenant ce qu'il se passe si j'éloigne ma source. Que se passe t-il ?
466	Groupe	Elles deviennent parallèles.
467	Estelle	Elles deviennent parallèles, c'est-à-dire qu'on a l'impression que les ombres deviennent parallèles. Donc moi, si je suis là-bas, et que je regarde mes ombres, je les vois parallèles. Ma source de lumière, quand elle s'éloigne, fait apparaître des ombres parallèles. Donc c'est comme si ma source était une source de lumière parallèle. C'est-ce qu'il se passe avec le soleil. Le soleil est très loin, et parce qu'il est très loin, je le vois comme une source de lumière parallèle. Ça on le fait avec les enfants. Plus votre lampe est puissante, et mieux c'est. Il faut une lampe bien puissante, et une obscurité relative. Si vous n'avez pas d'obscurité dans votre

		salle, c'est facile à faire, vous prenez des cartons, et vous les mettez sur vos fenêtres. Donc là vous travaillez tout ce qui est en lien avec l'astronomie et ensuite vous enlevez vos cartons. Mais il y a toujours un moyen de faire l'obscurité dans une salle. Parfois il y a des collègues qui ont de la chance et qui ont des salles de sport où justement on peut faire l'obscurité. Alors il n'y a pas de lumière canalisée ou diffuse. Je ne veux pas entendre ces mots avec des petits !
468	A1	Non, non mais on était en train de dire que les enfants vont se demander : "comment ça se fait que quand la source de lumière est proche, on est pas parallèle, et quand on s'éloigne c'est parallèle ?"
469	Estelle	On les voit parallèles. On le sait, nous, que ce n'est pas parallèle, mais c'est presque comme si c'était parallèle pour nous. Donc on va les considérer comme parallèles.
470	A1	Ah d'accord.
471	A2	Oui mais pourquoi on les voit comme ça ?
472	Estelle	C'est comme ça. Vous ne fournissez pas d'explication, vous observez le phénomène. C'est simple, vous pouvez prendre deux ficelles très proches, vous mettez un angle entre les deux, et vous les tirez très loin vos ficelles, à 30 m. Et à 30 m vous tracez deux traits. Vous aurez l'impression de les voir parallèles. Mais c'est que l'angle est tout petit, ce n'est pas rigoureusement parallèle. Mais pour nous, on les voit parallèles, on va considérer que la lumière du soleil nous arrive parallèle. Et c'est facile vous prenez n'importe quelle barrière, vous regardez l'ombre des barreaux. Comment est-elle ? Vous prenez les extrémités des bouts d'ombres, les extrémités des barreaux, et vous tracez avec les ficelles. Et vous allez obtenir des rayons parallèles. Donc pour nous la lumière du soleil nous arrive parallèle. Elle nous arrive parallèle sur toute la Terre. Donc là on élargit le propos. On l'a vu sur un carton de 30 cm mais c'est sur toute la Terre comme ça, parce que la Terre est toute petite et que le soleil est très loin. Voilà. Et ça c'est fondamental. Dans les dessins des livres on vous montre toujours des flèches parallèles et ça ne correspond à rien pour un enfant si vous n'avez pas travaillé là dessus. Donc il y a vraiment ce travail là à faire avant d'enclencher l'astronomie, qui n'est jamais fait, et qui est nécessaire. Attention, pour information, vous avez des barreaux qui sont tordus, donc les ombres sont tordues, mais les rayons sont parallèles, parce que ce qui compte c'est l'extrémité de l'ombre à l'extrémité du bâton. Ça c'est traitre aussi. Bon je vous propose une pause et on commencera vraiment l'astronomie après. (Tout le monde part en pause).
473	Estelle	La lune a des croissants. Est-ce qu'elle n'a que des croissants ?
474	A2	Non.
475	Estelle	Elle a quoi d'autre ?
476	A5	Il y a la demi-lune, la lune ronde, noire…
477	Estelle	Elle est ronde ?
478	A5	Oui, enfin c'est la pleine lune. En vrai, au départ, elle est ronde.
479	A1	C'est une sphère.
480	A5	Et bien sphère, ronde, comme le soleil ! Comme la Terre ! Vous avez compris que je voulais dire ronde.
481	Estelle	La Terre elle est bleue comme une orange. Bon, alors que savez-vous de la lune ?
482	A2	Elle a des quartiers.
483	Estelle	Oui, elle a des quartiers…
484	A8	C'est un satellite de la Terre.
485	Estelle	C'est un satellite de la Terre. Ça veut dire quoi ?
486	A2	Qu'elle tourne…
487	Estelle	Qu'elle tourne autour de la Terre ? Bon, on va accepter ça pour le moment.
488	A4	C'est très frustrant moi je trouve parce que des choses qui nous semblent élémentaires, en fait sont fausses. Moi ça me fait angoisser.
489	Estelle	Non mais ce n'est pas faux qu'elle tourne autour de la Terre. Mais la question que je pose moi, c'est comment on le sait ça ?
490	A2	Est-ce que les scientifiques l'ont prouvé ?
491	Estelle	On va le voir ça. Alors, que sait-on nous de la lune ?
492	A2	On voit toujours la même face.
493	Estelle	On voit toujours la même face, oui. Comment on sait qu'on voit toujours la même face ?
494	A4	Parce qu'on l'a observé.
495	Estelle	Alors, on l'a observé, et que fait-on quand on observe ? On voit toujours le même relief. Alors vous voyez, on a pris des photos sur plusieurs jours (Estelle montre des photos au

		vidéoprojecteur), et puis on pourrait faire ça sur plusieurs mois ou sur plusieurs années, et on observe qu'on voit toujours les mêmes taches. Donc ça avec les enfants, comment sait-on qu'on voit toujours la même face de la lune ? On regarde les images, on prend un calque, on regarde les taches qui sont à l'extrême droite ou à l'extrême gauche parce que ça devient tout petit les croissants, donc c'est pas mal de regarder des choses qui sont sur les extrémités. Puis on déplace le calque et on se rend compte qu'on voit toujours les mêmes taches aux mêmes endroits. Donc on voit toujours la même face de la lune. Ça veut dire qu'il y a une face qui est cachée. Sur cette face là il pourrait y avoir n'importe quoi, d'ailleurs est-ce qu'elle existe cette face ? La lune ça pourrait être comme ça (Estelle montre une demie sphère creuse).
496	A4	Mais alors il y a quelque chose derrière. Il y a forcément quelque chose derrière. Il y a un creux à ce moment là.
497	Estelle	Ça peut être creux, et puis ça peut être une boule. Alors là, comment peut-on faire pour le savoir ?
498	A3	Et bien alors là, en allant sur place.
499	Estelle	Voilà, effectivement. La seule façon de savoir vraiment, c'est d'aller voir, puisqu'on voit toujours le même côté. Alors là il a fallu attendre longtemps, il a fallu attendre les années 1957. Il a fallu attendre 1957, qu'on envoie des satellites, pour aller voir ce qu'il y avait derrière la lune. On voyait cette face là mais est-ce que l'autre face était pareille ? On se doutait que c'était une boule quand même. Mais quel aspect ça avait de l'autre côté ? Donc il a fallu aller voir pour savoir. Il n'y a pas de miracle, on a beau avoir des idées, pour être sûr il faut aller voir. Donc on est allé voir et il y a des trous aussi de l'autre côté. Pas les mêmes mais il y a des trous. Donc la lune, on voit toujours la même face. Et puis comme vous le disiez on a ce qu'on appelle des phases. Est-ce que vous savez mettre des noms sur les différentes phases de la lune ?
500	A4	Montante, descendante… Pleine lune, premier quartier...
501	Estelle	Alors la pleine lune elle doit être par là. Ça c'est quoi ? (Estelle montre la photo)
502	Groupe	Premier quartier.
503	Estelle	C'est un premier quartier, parce qu'on peut faire un "p" minuscule. Ici c'est quoi ?
504	Groupe	Dernier quartier.
505	Estelle	C'est un dernier quartier parce qu'on peut faire un "d" minuscule. Ici et ici, où c'est un peu gros, c'est plus qu'un quartier mais c'est pas encore une lune pleine, tout ça, c'est gibbeuse. Et puis ici et là, c'est-ce qu'on appelle les croissants. Donc ici on peut faire un "p" minuscule, c'est un premier croissant et ici on peut faire un "d" minuscule, c'est un dernier croissant. Donc voilà la lune. On a donné des noms aux différentes phases de la lune. Croissants, quartiers... Et effectivement, en ce moment, si vous regardez la lune le matin ; ce matin, vers 8h, la lune avait cette position là (Estelle dessine un croissant penché au tableau). Elle était penchée, donc on ne voit pas forcément la lune comme sur les photos. La position de la lune peut changer. C'était quoi ça comme croissant ?
506	A4	Premier croissant ?
507	Estelle	C'est un premier croissant, parce qu'effectivement je peux faire un "p" minuscule. Donc on est en premier croissant pour le moment.
508	A4	Et comment avez-vous appelé cela, "gi" quoi ?
509	Estelle	Gibbeuse. Ça veut dire arrondi. Donc on est en premier croissant pour le moment. J'ai dit que je le voyais à 8h du matin, ça veut dire que la lune, est-ce qu'on ne la voit que la nuit ?
510	A1	Non on peut la voir le jour.
511	Estelle	On peut la voir en pleine journée. Donc on peut voir la lune en plein jour.
512	A3	Souvent quand il fait très beau, on la voit. On dit souvent que si on la voit bien, le lendemain on aura très beau temps.
513	Estelle	Alors après on a des dictons, on a des choses, ça c'est discutable.
514	A3	Non mais c'est vrai que souvent quand on la voit très tôt, le lendemain, il fait beau. Il n'y a aucune chose scientifique je suis d'accord.
515	Estelle	En tous cas on peut voir la lune en journée, cela ça m'intéresse. Alors on va essayer de comprendre pourquoi on voit ces différents aspects de la lune au cours du temps. Ça revient tous les mois, tous les 28 jours. Et au bout d'un moment on ne voit plus la lune.
516	A6	Ça c'est la nouvelle lune.
517	Estelle	C'est-ce qu'on appelle la nouvelle lune, là on ne la voit plus. Alors pour faire cela, je vous propose une approche qui est un tout petit peu décalée, mais qui va vous faire apprendre normalement plus de choses que si on l'avait fait directement comme ça. Je vais vous proposer de travailler à partir d'une photo d'artiste. Enfin d'un dessin d'artiste. Le voilà. Ce dessin vient

		d'un album de Manchu, "Science fiction". Donc il illustre beaucoup pour les livres de science fiction. C'est quelqu'un qui illustre aussi pour "Ciel et espace". Donc moi je vais vous faire travailler sur cette image là, que vous voyez au tableau (On voit la Terre dans un cadre depuis la lune). On va se lancer. On voit cette image, on va essayer de la décrire, et à partir de là, de générer un certain nombre de questions. Donc si vous me décrivez cette image, qu'avez-vous envie de me dire ?
518	A4	On voit la Terre de la lune.
519	Estelle	On voit la Terre de la lune, oui.
520	Groupe	Et on n'en voit que la moitié.
521	Estelle	On voit la moitié de quoi ?
522	A4	De la Terre.
523	Estelle	On voit la moitié de la Terre, oui. Donc on voit un quartier de Terre. C'est un premier ou un dernier quartier ?
524	Groupe	Un premier.
525	Estelle	Je peux faire un "p" minuscule, donc c'est un premier quartier. Donc on voit un premier quartier de Terre, on est sur la lune, que peut-on dire d'autre ? Que voyez-vous d'autre ?
526	Groupe	Il y a un cadre.
527	Estelle	Il y a le cadre, oui.
528	A3	Il y a beaucoup de bleu.
529	Estelle	Beaucoup de bleu sur la Terre, oui la Terre est bleue comme une orange.
530	A2	On voit des personnages.
531	Estelle	On voit des personnages, effectivement, qui sont ici.
532	A6	L'ombre est du même côté sur la Terre et sur la lune.
533	Estelle	L'ombre est du même côté, alors on voit de l'ombre ici, de l'ombre sur les cailloux ici. Et vous me dites "l'ombre est du même côté sur la Terre".
534	A6	Oui c'est dans l'ombre.
535	Estelle	Ça là, ce que vous me dites c'est l'ombre de …
536	A7	La lune !
537	A6	De la Terre !
538	A8	Non c'est de la lune sur la Terre.
539	A3	Non ce n'est pas une éclipse ?
540	Estelle	Alors on va voir… Là il y a un endroit qui est obscur. Alors vous pensez… Donc voilà, vous voyez, la question que vous vous posez c'est "où se trouve le soleil ?" Et vous êtes en train de me dire que le soleil doit être quelque part par ici, quelque part en haut à droite.
541	A8	Par rapport à l'ombre aussi.
542	Estelle	Par rapport à l'ombre ici ?
543	Groupe	Oui.
544	A3	Mais non ça ne va pas, puisque vous nous avez dit tout à l'heure qu'il fallait que l'objet soit entre le soleil et l'ombre.
545	Estelle	C'est l'ombre de quoi ça ?
546	Groupe	C'est l'ombre du cadre. C'est l'ombre des rochers.
547	Estelle	Alors l'ombre des rochers, elle est par là.
548	A3	C'est plus significatif je trouve avec, je sais pas si c'est une ficelle, qui descend du cadre là.
549	Estelle	D'accord. Donc vous voyez, pour vous ça c'est une ombre. Et dans ce cas là vous me dites que le soleil est ici.
550	A5	Regardez le casque est rond comme la Terre donc c'est la même idée.
551	Estelle	D'accord. Donc vous vous êtes posé une question qui était de savoir où se trouvait le soleil dans cette image. Autre question ?
552	A3	Je ne saisis pas trop là, l'ombre en bas… Je sais que c'est le cadre, mais par rapport au soleil…
553	A2	Il est derrière le cadre le soleil.
554	Estelle	Il peut être par là, mais derrière le plan. Vous pensez qu'il est derrière le plan ? Donc on a une question sur la position du soleil, qui reste peut être encore à définir. (Estelle a découpé un cadre en papier). Venez, on va regarder cette histoire de cadre, parce que ça vous gène trop, on va régler ça tout de suite. (Tout le monde se lève et Estelle allume le rétroprojecteur). Voilà donc j'ai de la lumière ici, j'ai mon cadre ici, vous voyez la forme sur le sol. Donc effectivement

		le soleil pourrait être derrière le cadre, plus loin. N'oubliez pas qu'il est loin le soleil. Donc finalement on a essayé de voir si c'était possible et oui c'est possible. (Tout le monde retourne s'asseoir). Alors quelles autres questions pourrait-on se poser ?
555	A4	Quelle est la face de la Terre ?
556	Estelle	Alors quelle est la face de la Terre selon quoi ? Est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ?
557	A2	J'ai pas bien compris pourquoi on voit toujours la même face de la lune alors ça je ne sais pas pourquoi.
558	Estelle	D'accord. Alors voit-on toujours la même face de la Terre ? Ça c'est une question intéressante ! Je suis assis sur la lune là. Quelle autre question pourrait-on se poser ?
559	A2	Est-ce qu'il y a des quartiers aussi comme pour la lune ?
560	Estelle	Alors est-ce qu'il y a des quartiers, est-ce qu'il y a des croissants ? Oui ? Est-ce qu'il y a encore des autres questions ? La Terre est dans un cadre, en général quand on met quelque chose dans un cadre… Est-ce qu'elle y reste ou est-ce qu'elle sort du cadre ? Nous on voit la lune se déplacer dans le ciel. Vous la voyez à un endroit donné et quelques heures plus tard vous la voyez à un autre endroit. Là ils ont mis un cadre. Est-ce que la Terre sort ou pas du cadre ? C'est aussi une question qu'on peut se poser. Donc si je fais un bilan, on a deux ou trois questions, mais il y en a d'autres qui peuvent se poser. Une question c'est "Est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ?", une question c'est "Est-ce qu'on voit une pleine Terre, des croissants de Terre, etc. ?", encore une autre question c'est "Est-ce que la Terre sort du cadre ou pas ?" Est-ce que vous en voyez encore d'autres des questions ? Donc là voilà, quand on se pose toutes ces questions là, on se pose aussi la question quand même de savoir si, est-ce que de la lune, on peut voir la Terre de cette façon là ? C'est aussi une question. Alors voilà. Je vous propose maintenant que l'on cherche ensemble les réponses à ces questions là. Vous allez y arriver. Et pour faire ça, on va commencer par essayer de comprendre pourquoi nous voyons toujours la même face de la lune quand on est sur Terre. Vous m'avez dit que la lune était un satellite de la Terre, c'est-à-dire que la lune tourne autour de la Terre. En combien de temps ?
561	Groupe	En 28 jours.
562	Estelle	En 28 jours et des broutilles. Donc maintenant la question qu'on se pose c'est comment expliquer qu'on voit toujours la même face de la lune ? Alors pour faire ça avec des enfants, et avec vous, on va jouer avec le corps. Donc je vais prendre deux personnes : une personne qui est la Terre et une personne qui est la lune. (Estelle désigne deux personnes). Vous allez nous faire la lune ; et qui a du mal à comprendre le phénomène ? Vous allez nous faire la Terre. Mettez-vous ici. On a pas besoin du soleil pour l'instant. On va juste essayer de comprendre pourquoi est-ce qu'on voit toujours la même face de la lune. Donc la lune est ici. De la Terre on voit toujours la même face de la lune, c'est-à-dire que vous allez toujours voir son visage. Donc si on se souvient de ce que l'on a appris à l'école, on nous a dit que, vue du soleil, la Terre tournait sur elle-même en 24 heures et autour du soleil en 365 jours. On va dire que sur 28 jours la Terre n'a pas beaucoup bougé donc on ne va pas déplacer la Terre. Nous on est sur la Terre et on regarde les choses vues de la Terre. On dit aussi que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures ; donc quand la lune va faire un tour autour de la Terre en 28 jours, la Terre, pendant ce temps là a tourné sur elle-même 28 fois. Bon on ne va pas lui faire faire 28 tours sur elle-même (Estelle parle de la personne qui joue le rôle de la Terre) !
563	A5	(Cette personne joue le rôle de la Terre, elle parle à A2, la personne qui joue le rôle de la lune). Et oui parce que je te signale que tu tournes sur toi-même aussi.
564	Estelle	On va voir, on va voir comment elle tourne, sachant que, de la Terre, vous devez toujours voir son bout du nez. Voilà. Alors pour éviter de tourner comme ça tout le temps, vous allez être des tas de gens différents sur la Terre, qui voient tout le temps la lune droit devant eux. Simplement, il faut que vous voyez toujours la même face de la lune. Et la lune va faire son tour en 28 jours. Aller, c'est parti.
565	A2	Mais alors, moi, qu'est-ce qu'on a dit ? Elle ne tourne pas ou…
566	Estelle	Elle va tourner sur elle-même pour vous accompagner mais de façon à ce que vous vous voyez tout le temps. Allez-y. (Les deux personnes tournent). Est-ce que la Terre voit toujours la même face de la lune ?
567	Groupe	Oui.
568	Estelle	Oui. Est-ce que quelqu'un sur la Terre a vu autre chose que cette face là de la lune ?
569	Groupe	Non.
570	Estelle	Non, on est d'accord. Elle, la Terre, évidemment en 28 jours elle a beaucoup tourné. Là je lui ai évité de faire cela, donc ce que j'ai dit, c'est que plutôt qu'elle tourne 28 fois comme ça, elle va

		être des tas de personnes différentes, qui, sur les 28 jours, voient la lune devant elles. Voilà, c'est pour lui éviter de faire des tours dans tous les sens.
571	A6	C'est comme si elle avait des yeux partout en fait.
572	Estelle	C'est comme si elle avait des yeux partout, voilà, on peut dire ça comme cela.
573	A6	Avec des enfants, peut être mettre quatre enfants qui s'accrochent dos à dos, peut être que ça serait plus facile.
574	Estelle	Voilà, on peut faire ça. Mais le problème c'est que si on fait ça ce n'est pas toujours la même personne qui voit la lune.
575	A5	Est-ce que tout le monde sur la Terre voit la même face ?
576	Estelle	Alors est-ce qu'il faut que tout le monde voit la même face de la lune ? Est-ce qu'on a le choix ? Qu'observe t-on, nous, vu de la Terre ?
577	A5	Oui mais nous on est en France…
578	Estelle	Et bien oui, partout sur Terre, tout le monde voit la même face. Si vous prenez des photos ailleurs, vous n'allez pas voir la lune dans la même position mais vous verrez les mêmes tâches aux mêmes endroits.
579	A7	Donc la lune ne tourne sur elle-même ?
580	Estelle	Alors est-ce que la lune a fait un tour sur elle-même ou pas ?
581	Groupe	Oui, euh non… (La personne qui fait la lune recommence l'expérience).
582	A2	Mais je n'ai pas fait ça…
583	A8	Mais regarde, toi si tu regardes par rapport à un autre point de la classe, par exemple par rapport au tableau, ce que tu as fait.
584	A2	Ah, oui, c'est comme ça qu'elle tourne la lune.
585	Estelle	Alors attendez, on recommence. La lune fait un tour en 28 jours. Regardez bien son mouvement. Alors on recommence tout doucement. (Les deux personnes recommencent l'expérience). Là, la Terre est ici, on est au point 0 de son tour ; derrière la Terre, vous voyez les fenêtres de la salle. On continue. Stop. Là, maintenant, vous voyez la bibliothèque. Continuez. Stop. Maintenant vous voyez ce mur. Continuez. Stop. Maintenant vous voyez le tableau. Et continuez. Maintenant vous voyez les fenêtres. On va le refaire parce qu'il y en a qui n'ont pas suivi.
586	A2	Au début je vois la fenêtre, ensuite je vois l'armoire, puis le mur, je vois le tableau, et là je revois la fenêtre. J'ai vu tout autour.
587	Estelle	Donc vous avez vu toute la salle. Donc la lune a fait un tour autour de la Terre et en même temps, elle a fait un tour sur elle-même. Elle fait un tour sur elle-même exactement en même temps qu'elle fait un tour autour de la Terre.
588	A2	Moi je pensais qu'elle allait plus vite, c'est pour ça.
589	Groupe	(Discussion générale avec des mots qui fusent de la part de chacun).
590	Estelle	Donc, quand on a fait les choses vues de la Terre, on voit la lune qui fait un tour autour de la Terre en 28 jours et en même temps elle fait un tour sur elle-même. On appelle ça des mouvements synchrones. Et c'est en faisant ce mouvement là que l'on voit toujours la même face de la lune. Donc on dit qu'on voit la même face de la lune parce que la lune fait un tour autour de la Terre en même temps qu'elle fait un tour sur elle-même.
591	A2	En fait elle tourne lentement sur elle-même.
592	Estelle	Elle tourne en 28 jours. Il lui faut 28 jours pour tourner sur elle-même donc 28 jours pour faire un tour autour de la Terre.
593	A1	Et c'est parce qu'elle fait le tour de la Terre qu'elle tourne sur elle-même ?
594	Estelle	Ça, c'est compliqué… d'où viennent ces mouvements et comment expliquer que ces mouvements se sont mis en place, c'est très compliqué. Donc on n'en parle pas, on constate juste le phénomène. Pourquoi 28 jours, et pourquoi pas 26, 27 ou 29 ? Et pourquoi en même temps ? Si on revient des millions d'années en arrière ce n'était sans doute pas comme ça. Et si on va des millions d'années dans l'autre sens, ça ne sera sans doute plus comme ça. Mais depuis qu'on l'observe, à l'échelle humaine, on voit toujours la même face de la lune. Une explication, c'est que quand la lune tourne autour de la Terre elle fait un tour sur elle-même. Alors on peut reproduire ça avec des boules. (Estelle prend des boules de polystyrène). Vous pouvez mettre une petite gommette sur la lune pour montrer la face visible, et on peut reproduire de la même façon. Alors il nous reste 7 minutes. Dans les 7 minutes qu'il nous reste, je vous laisse prendre conscience du matériel. Vous voyez, là on a une source de lumière. Vous pouvez l'allumer. Donc, au générateur ça s'allume. Allez-y doucement parce qu'ils sont un peu fragiles. La source de lumière va nous servir de soleil. Alors il y a un problème avec notre

		source de lumière soleil parce que normalement, le soleil, on a dit que ses rayons nous arrivaient parallèles. Là, on n'a pas une source de lumière parallèle. Donc on va l'éloigner un peu pour qu'on ait cette impression là. Et déjà, vous allez regarder quelle est l'ombre de la boule quand on a juste une boule et une lumière. Est-ce que vous voyez tous que vous avez une moitié de boule éclairée, et une moitié de boule qui est dans l'ombre ?
595	Groupe	Oui.
596	Estelle	Est-ce que vous voyez qu'il faut bien se mettre en face de la boule et perpendiculairement à la lumière ? Parce que sinon on ne voit pas une moitié / moitié. Donc quand j'éclaire une boule par une lumière qui est à peu près parallèle si je m'éloigne suffisamment, j'ai une moitié de ma boule qui est éclairée, et une moitié de la boule qui ne l'est pas. C'est fondamental, et c'est une chose, en général, que, quand on le fait avec les enfants, on passe trop vite. Or, c'est là-dessus que tout repose. Donc on regarde bien sa boule et on voit qu'il y a une moitié qui est éclairée et une moitié qui ne l'est pas. Si je penche un peu mon axe, est-ce que ça change la séparation éclairée / sombre ? Ça ne change pas, d'accord ? Il y a toujours une moitié dans la lumière et une moitié dans la nuit. Donc on a bien une moitié de boule éclairée, une qui ne l'est pas, quelle que soit la façon dont on incline l'axe. Alors, cet après-midi... Bon, vous êtes déjà partis dans vos observations. C'est bien, les enfants vont être pareils. Ça vous montre qu'à partir du moment où la situation est intrigante, on a envie d'en savoir plus et on a envie de comprendre. Et c'est-cette envie là qu'on doit susciter chez les enfants. Et là, je l'ai suscitée chez vous. Donc les questions qu'on se pose : "est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ?" "Est-ce que la Terre sort ou pas du cadre ?" "Voit-on des phases de la Terre, c'est-à-dire des quartiers, des croissants, etc. ?" Ces trois questions là, cet après-midi, on revient et on essaye d'y répondre. Donc là, du coup, ça vous laisse le temps de réfléchir à ça. Bon appétit à tous !
597	Groupe	Merci !
598	Vidéo : 00354	Durée : 44:02
599	Tout le monde :	Discussion sur le "on"
600	Tout le monde:	Discussion sur le droit à l'image.
601	Tout le monde :	Discussion sur le câble qui traine par terre
602	Tout le monde :	Reprise de la discussion sur le droit à l'image et discussion sur le but des prises de vidéo
603	E.B :	Euh … On revient sur la lune ? Donc le problème est que souvent la digestion a un effet pernicieux. Alors on a vu quoi avant de manger ?
604	E.1 :	Oulala …
605	E.B :	Donc avant de manger on avait vu, que l'on voyait toujours la même face de la lune et il y a eu vos deux collègues qui ont tourné l'une autour de l'autre.
606	E.2 :	On avait allumé la terre et on s'était aperçu qu'il y avait juste un côté d'éclairé.
607	E.B :	Effectivement, vous aviez allumé votre pseudo soleil. On avait dit que la lampe c'était comme le soleil. Et puis on avait dit, que nous allions dire que la grosse boule c'est la terre et la petite c'est la lune. Et puis on avait regardé effectivement les ombres et on s'était aperçu avec les boules, que l'on a une partie qui est éclairée et une qui ne l'est pas. Information importante, quand on dessine les choses. Je dessine ma boule une moitié éclairée, une moitié qui ne l'est pas. Si je trace les rayons du soleil parallèles, la séparation est ici. Elle passe par le centre et c'est un diamètre, perpendiculaire au rayon et donc ici c'est sombre. Vous voyez pourquoi il faut des rayons parallèles. Parce que, si je prends une boule comme ça et des rayons comme ça, on obtient ce résultat. Mais c'est plus simple de travailler avec des rayons parallèles. Donc, nous, on va dire qu'aux échelles où on travaille, les rayons sont parallèles. On verra après si ça change ou pas, mais pour le moment on va partir la dessus. Et donc on avait trois questions ... Hein ?
608	E.3 :	J'ai compris, et c'est moi qui ai fait bouger le fil.
609	E.B :	Les trois questions, est-ce que vous vous en souvenez ?
610	E.1 :	Est-ce que la terre sort du cadre ?
611	E.B :	Est-ce que la terre sort du cadre ?
612	E.1 :	Est-ce qu'il y a différentes phases de la terre ?
613	E.B :	Est-ce qu'il y a différentes phases de la terre ? Est-ce qu'il y a des quartiers, des croissants ? Et est-ce que l'on voit différentes phases de la terre ou est-ce que l'on voit toujours la même face.

		Et à partir de maintenant, vous manipulez comme vous voulez, vous vous débrouillez comme vous voulez. Je vous laisse chercher. La seule contrainte, est qu'il est une heure et que donc, je vous laisse jusqu'à deux heures un quart, puis vous n'avez pas besoin d'une heure pour ça. Donc à deux heures, tout est fait. Vous allez donc chercher comme des grands, vous allez trouver des choses et je voudrais que vous les formuliez, que vous fassiez éventuellement des dessins et que expliquiez aux autres la façon dont vous avez fonctionné. On mettra en commun.
614	E.3 :	Est-ce qu'on peut écrire les questions ?
615	E.B :	Est-ce que je peux réécrire les trois questions ? Oui.
616	E.1 :	Les trois questions, est-ce que la terre sort du cadre ? Est-ce que la terre montre toujours la même face ?
617	E.B :	Donc on avait un cadre, on avait un morceau de terre comme ça, je vais faire ma terre par rapport à la photo. Donc la terre sort-elle du cadre ? Voit-on toujours la même face ? Si vous avez déjà des éléments pour répondre vous les mettez en forme.
618	E.3 :	En fait il faut démontrer et trouver l'expérience.
619	E.2 :	Oui mais on le voit de la terre pas de la lune.
620	E.B :	Puis voit-on différentes phases de la terre, c'est-à-dire quartier, croissant.
621	E.2 :	De la terre. Que l'on voit de la lune.
622	E.B :	Oui , on est sûr la lune bien sûr, quartier, croissant, etc. Et quand vous me voyez écrire vous comprenez pourquoi je n'enseigne pas aux petits. Alors ce que je fais c'est que j'éteins la lumière et vous laisse travailler, d'accord ?
623	***Vidéo : 0355***	***Durée : 43:53***
624	E.B :	Fait un tour. Donc si elle a fait un tour, mon petit bonhomme qui est ici sur la lune, qu'est-ce qu'il a vu de la terre ? Il a vu …
625	Tous :	Il a tout vu.
626	E.1 :	Il a tout vu, en 24 heures il a tout vu et un petit peu plus parce qu'elle s'est décalée.
627	E.3 :	En fait il voit tout.
628	E.2 :	C'est logique en fait on avait bien répondu.
629	E.4 :	Mais en fait, l'axe de la lune et de la terre, c'est pareil ou pas ? C'est penché du même côté ou pas ?
630	E.B :	Alors on ne parle pas de penché ou pas penché. Pour le moment on ne regarde pas et on peut quand même répondre aux questions que l'on se pose. La façon dont la lune tourne autour du soleil est un peu … pas simple. Donc pour le moment pour ce que l'on fait, nous on fait tourner comme ça, cela nous va très bien. On va voir un peu plus tard, après. Mais que vous l'incliniez ou pas ça ne change rien, hein on voit toujours tout, il n'y a pas de différence. Alors il y a peut être un bout que vous voyez moins mais globalement on voit tout. Ca va ? Donc est-ce que l'on voit toujours la même face de la terre ?
631	Tous :	Non.
632	E.B :	La réponse est non. On voit toute la terre. Euh, d'un autre côté, ça se tient parce que où que vous soyez sur terre, est-ce que vous voyez la lune ? Ben oui, parce que si vous êtes en Australie, en Afrique, vous la voyez, pas en même temps mais où que vous soyez sur Terre vous la voyez à un moment. Donc si à n'importe quel endroit sur Terre vous voyez la lune ça veut dire que oui, quelqu'un sur la lune verra toute la terre. Donc on a vu quoi pour le moment ? On a vu que la terre ne sortait pas du cadre et on a vu que de la lune on voyait toutes les faces de la Terre. Il nous reste maintenant une question à laquelle répondre, et cette dernière question est : ce que l'on voit des phases de la terre, c'est à dire, des croissants, des quartiers, etc. Ben c'est à vous de nous répondre vu que vous êtes le seul groupe que je n'ai pas encore interrogé.
633	E.5 :	Alors on a dit que nous observions les mêmes phases …
634	E.B :	Est-ce que vous voulez qu'on éteigne la lumière ? Ca pourrait être pas mal.
635	E.5 :	Euh … oui
636	Tous :	Blague sur l'assistant.
637	E.5 :	La terre est éclairée pas le soleil, et donc la moitié de la Terre est éclairée. Si on est sur la lune, la lune tourne donc autour de la Terre, selon l'endroit où l'on se place on observe de ce petit point là. Là on observe une pleine Terre. On tourne ici on va avoir un dernier quartier en fait. Quand on est ici on a la nouvelle Terre. Ici un premier quartier, et entre les croissants et les gibbeuses pareil.

638	Tous le groupe :	On observe les mêmes phases que pour la lune.
639	E:B :	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'elle a dit ? Donc on voit des phases de la Terre. Combien de temps ça prend pour voir toutes les phases de la Terre ?
640	Tous :	28 jours.
641	E.B :	Quand je vois une nouvelle Terre. Allez y mettez vous en position de nouvelle Terre. Voila alors si on prend comme jour 0, le jour où on voit une pleine Terre. Voila ça c'est une nouvelle Terre. Alors là, selon la façon dont vous avez posé les choses… Et c'est intéressant. Vous voyez ici je vois une pleine Terre, mais je vois une pleine Terre avec l'ombre de la lune sur moi. Parce que la Terre, la Lune et le soleil sont alignés, c'est-ce que l'on appelle une éclipse de soleil. C'est à dire que sur la Terre on devrait voir le soleil, et puis on ne le voit pas. Parce que la lune passe devant, en fait c'est rare les éclipses de soleil, parce que ... Désolée. Parce que souvent la lune, elle est au dessus.
642	E.1 :	Du coup la trajectoire, c'est pour ça que vous disiez quelle n'était pas simple.
643	E.B :	C'est ça, du coup la trajectoire de la lune n'est pas toujours dans un plan. Sauf quand on a l'alignement avec le soleil. Du coup là on est dans la situation où sur la lune, en étant sur la lune je vois une pleine Terre. Donc là je vois une pleine Terre. Et quand je vois une pleine Terre et que je suis sur la Terre. Je vois quoi ?
644	E.5 :	Une nouvelle lune.
645	E.B :	Vous êtes d'accord ? Si je suis sur la Terre je vois une nouvelle lune, si je suis sur la lune je vois une pleine Terre. Donc voilà c'est-ce que vous avez dit, et maintenant si je suis dans cette position sur la lune, je vois quoi ?
646	E.1 :	Une terre gibbeuse.
647	E.B :	Une terre gibbeuse. Alors est-ce que vous êtes d'accord les autres ?
648	Tous :	Oui.
649	E.B :	Une terre gibbeuse ? Et si je suis sur la Terre je vois quoi ?
650	E.5 :	Un petit croissant.
651	E.B :	Un petit croissant.
652	Tous :	C'est l'inverse ou le complément.
653	E.B :	C'est l'inverse ou le complément. Si je suis ici, je vous laisse le tenir. Vous m'aviez dit que l'on voit quoi de la Terre ?
654	Tous:	Un quart.
655	E.B :	Un quart comment ?
656	Tous :	Un dernier.
657	E.B :	Vous êtes d'accord ? Vous voyez tous d'où vous êtes placés un dernier quartier de Terre. Euh, si je suis sur la Terre je vois quelle phase de la lune ?
658	Tous :	Un premier quartier.
659	E.B :	Je vois un premier quartier etc. Continuez à tourner, donc là maintenant, si je suis sur la lune, vous voyez quoi vous de la Terre ?
660	E.2 :	Pleine lune.
661	E.5 :	Un dernier croissant.
662	E.B :	Donc un dernier croissant, et puis moi par contre si je suis sur la Terre je vois presque une pleine lune. C'est la lune gibbeuse. Et puis on continue. Alors là pas de bol, là c'est-ce que l'on appelle une éclipse de lune. C'est-à-dire que l'on devrait être en situation de pleine lune, et là on ne la voit pas car elle est dans l'ombre de la Terre.
663	E.6 :	Ah oui c'est une éclipse de pleine lune.
664	E.B:	C'est une éclipse de lune. Une éclipse de lune, c'est quand on devrait voir une pleine lune, mais que la lune est dans l'ombre de la terre.
665	E.6 :	Et l'autre c'est éclipse de soleil.
666	E.B :	Eclipse de soleil ? Voilà … ça va ? Donc la vue de la Terre, si je suis sur la Terre, je vois une pleine lune. Et puis si je suis sur la lune par contre je vois une nouvelle Terre. C'est-à-dire que je ne vois que dalle.
667	Tous :	Rien.
668	E.B :	Et si, la lune est un peu plus bas, voila, mettez la en position d'éclipse. Si la lune est un peu plus bas et alignée avec la Terre et le soleil, la lune se retrouve dans l'ombre de la Terre, et c'est-ce que l'on appelle une éclipse. Puis on continue comme ça tranquillement, je vais vous aider,

		voilà . Et de cette position ci, de la lune, c'est vous qui voyez. Vous voyez un premier quartier et de la terre, là c'est vous qui voyez, on voit quoi ? On voit un dernier quartier. Donc est-ce que l'on voit des phases de Terre ?
669	Tous :	Oui.
670	E.B :	Oui, et on les voit inversées, alors inversées vous voyez, en complément hein par rapport de ce que l'on voit de la Terre sur la lune. Ca va ? La dernière question que l'on se posait était de savoir quelle était la durée du jour sur la lune. Chut, quelle est la durée du jour sur la lune ?
671	E.7 :	On a dit 14 jours.
672	E.B :	14 journées terrestres. Donc pendant 14 jours, mon petit bonhomme il voit la lumière du soleil, et puis ensuite, c'est la nuit. Cela fait des journées longues, cela fait des journées de 28 jours. Ca va tout ça ?
673	Tous :	Oui, oui.
674	E.B :	Merci Jacques, alors on va rallumer. Je vais vous montrer comment revenir sur les images, euh en fait non. En fait on va éteindre celle qui est au dessus là et laisser les autres allumées. Euh, est-ce que c'est possible d'avoir comme dans l'image ? Est-ce que c'est possible d'avoir cette situation, la situation où on avait dit avoir un dernier quartier. Est-ce que l'on peut faire comme sur l'image ? Est-ce que c'est possible si on était sur la lune d'observer ça ?
675	Tous :	Ben oui.
676	E.B :	Ben oui, hein. Ben oui. Alors je voudrais que l'on regarde une autre chose, parce que Manchu est assez extraordinaire comme artiste. On avait parlé d'essayer d'identifier l'endroit d'où venait le soleil. Alors, on avait dit que l'on voyait un quartier de terre. A cet endroit là, qu'est-ce qui se passe ? Ici c'est quoi là ? La nuit ici c'est la nuit, est-ce que c'est l'ombre la lune à cet endroit ici ?
677	Tous :	Non. Je crois que non.
678	E.B :	Non hein. On a vu maintenant que ce n'est pas l'ombre de la lune. Oui ce n'est pas l'ombre de la lune. C'est-ce que l'on appelle l'ombre propre d'un objet, c'est la partie qui n'est pas éclairée. Et c'est juste la position de la lune par rapport à la terre et au soleil, qui fait que l'on voit la terre dans cette position là. Si je dessine les rayons de lumière, pour avoir une terre comme ça. Les rayons de lumière sont comment par rapport à ma terre ?
679	Tous :	Perpendiculaires à la ligne.
680	E.B :	Perpendiculaires à ça. Comme ça. Ouais ? Vous êtes d'accord ? Euh … Vous voyez ce petit bidule qui est éclairé là ? Ce machin, c'est une espèce de lampe. Il a une ombre ce machin, et son ombre elle est comme ça. Si je trace les rayons de lumière. Comment je les trace ? Hein ?
681	E.8 :	Non mais, pas comme ça plus plats les rayons qui partent de là haut. Ils ne sont pas parallèles.
682	E.B :	Mais je ne trace pas les rayons parallèles, je les trace par rapport à l'ombre.
683	E.8 :	Oui justement, ils sont plus plats. Si on prolonge l'ombre elle est plus horizontale que l'ombre là haut.
684	Tous :	Non. Ben non. C'est parallèle. Pour un artiste, il a fait juste.
685	E.B :	Si je regarde ici, l'ombre de mon caillou, par rapport à l'ombre de mon objet. Si je regarde ici ce coin là il correspond à quoi ?
686	E.1 :	Au coin du cadre.
687	E.7 :	Pas mal, hein ? Il est vraiment bon.
688	E.B :	SI je regarde mon casque ici, puisque vous me parliez du casque.
689	E.5 :	Ah comme la terre. Oh c'est magique.
690	E.6 :	Mais il est fort ce …
691	E.5 :	Il y a des livres qui disent la vérité.
692	E.6 :	Des livres de science-fiction.
693	E.5 :	En plus.
694	E.B :	Bon là mon trait n'est pas terrible, mais on l'a vu tout à l'heure. Donc si j'enlève l'image. Et que maintenant je regarde mon trait.
695	E.6 :	Ouais, ouais.
696	E.5 :	En fait, il veux nous faire croire qu'il raconte des bêtises, mais en fait pas totalement.
697	E.B :	Mais pourquoi il vous raconterait des bêtises ?
698	E.5 :	Non, je plaisante, je provoque. Mais quand on est novice, un enfant on va dire 6 ans, allez 6 ans. Pour ne pas dire 12 car ils en sauraient plus que moi. Tu ouvres le livre et c'est : oh c'est bizarre la moitié de la terre. Déjà moi pour le coup la première fois que je l'ai vue, l'image. J'ai

		dit : Ouf c'est pas possible de nous placer comme ça par rapport à la Terre, etc. En 1h30 allez 2h, on a prouvé que c'était possible.
699	E.6 :	Mais si on fait ça le lendemain *de Plouf*, il faudra dire aux enfants : Là c'est vrai cette fois-ci.
700	E.8 :	Ah ouais, c'est vrai.
701	E.B :	Cela veux dire qu'il y a donc des images pour lesquelles on a essayé de tenir compte des faits, et il y a des moments où on n'a pas essayé de tenir compte des faits. Alors il y a de la science-fiction, que l'on appelle hard science fiction, qui respecte scrupuleusement les faits. Alors je vais vous montrer un texte maintenant, je vais vous en montrer deux, qui devraient vous ... Ben on va les lire.
702	E.8 :	Perturber.
703	E.B :	Non pas vous perturber, ce n'est pas l'idée, mais cela devrait normalement faire résonner des choses par rapport à ce que l'on a fait maintenant. Alors le premier texte que je vais vous montrer est un des textes c'est : "le jardin de Kanashima." Enfin bref, on va voir son nom donc je ne vais pas l'éborgner. Il y aura son nom dedans. De Kanashima, le jardin de Kanashima. Euh ... Le jardin de Kanashima c'est de Pierre Boulle. Alors il est sur la lune.
704	E.B :	(lecture du texte). Ensuite j'ai regardé autour de moi et je suis resté un long moment plongé dans une profonde méditation. Exalté à la fois par l'étrange beauté du monde lunaire, et par le sentiment de ma prodigieuse présence dans ce décors. Ce texte a été écrit avant que l'on ne marche sur la lune. Il fait nuit, il fera nuit durant 6 à 7 jours.
705	E.6 :	Déjà …
706	E.7 :	Il sait déjà un peu tout.
707	E.5 :	Ben cela dépend à quelle moment il est de la nuit.
708	E.B :	La question que l'on peut se poser c'est : où se trouve t-il ? A quel endroit ? A quelle position ? Donc nous pouvons le faire hein ?
709	E.B :	Ces façons de parler sont un peu ridicules, la nuit durera encore un peu plus de 6 fois 24 heures. Il y a une chance pour que je revois le soleil, ce n'est pas sûr. Quoi qu'il en soit, je suis heureux que la précipitation du départ, m'ait conduit à un atterrissage nocturne. Ainsi, j'échappe aux rayons éblouissants et nocifs, auxquels je ne suis pas sûr que ma combinaison spatiale résistera. Elle résiste au froid mais nous n'avons pas eu le temps de la mettre au point pour un rayonnement intense, nous étions pressés. Il fait nuit, mais je ne suis pas pour cela plongé dans l'obscurité. Je me suis posé sur la face qui regarde perpétuellement la terre.
710	Tous :	Humm.
711	E.B :	Et la lumière, que répand celle-ci, quoi que douce, est beaucoup plus intense que celle qui brille chez nous lorsque la lune est pleine dans un ciel sans nuages. J'y verrai assez pour lire, pour écrire et pour parler. Le disque du drapeau japonais se voit de très loin. C'est l'autre disque qui capte mon attention, d'où émane cette clarté, dont les physiciens ont calculé qu'elle est environ 70 fois plus intense qu'un clair de lune. C'est le disque de la terre, qui enchanterait mes frères Japonais, pour qui l'astre de la nuit a toujours était un sujet d'émerveillement. Personne au monde je crois ne pourrais échapper à l'envoutement de cette lune, dilatée, géante, étincelante, 13 fois plus étendue et 5 fois plus brillante que la nôtre. Que je vois à 45° environ au dessus de l'horizon. Je m'aperçois que je ne pourrais jamais faire aucune description sans mentionner de chiffre, même dans mes descriptions poétiques je reste un homme de sciences. J'aime savoir où je vais et expliquer les phénomènes que j'observe. Même si leur beauté m'arrache des larmes. C'est pourquoi je donnerai encore ces précisions, je connais assez précisément l'endroit où je me trouve, je l'ai marqué sur une carte. J'ai atterri sur la mer de la sérénité. A l'extrême ouest de cette mer, c'est à dire à l'extrémité sur les cartes habituelles de la lune, où les mers sont inversées. Est-ce que l'on pourrait essayer de voir où il est, et à quel moment on se trouve ? On a dit que l'on était 6 à 7 jours avant le levé du jour sur la lune. Est-ce que vous pouvez me dire, comment on peut voir la terre ?
712	E.6 :	Quart… EUH
713	E.7 :	6 ou 7 jours.
714	E.B :	Alors allez y, essayez. On est 6 à 7 jours avant le levé du soleil et on est sur la face visible, il vous le dit, puisque il vous dit que l'on voit la terre.
715	***Audio gr 1 :***	
716	E.1 :	Là, il a le jour là. La lune, c'est la qu'il voit le jour la lune.
717	E.2 :	Oui.
718	E.1 :	Donc il est là lui, il va bientôt voir le soleil, donc il est 14 jours…

719	E.2 :	Non, il est dans la nuit lui. Il est dans la nuit.
720	E.1 :	Donc il est là, c'est le contraire.
721	E.2 :	6 - 7 heures. Euh 6-7 jours de nuits.
722	E.1 :	Donc il est là, un peu au milieu lui.
723	E.2 :	Donc si il y a 14 jours.
724	E.1 :	6 et 6, 12. Donc il est là, un peu avant le milieu.
725	E.2 :	Voilà.
726	E.1 :	Voilà.
727	E.2 :	Par là ?
728	E.3 :	Non, par là.
729	E.1 :	Le milieu c'est 7 jours, il est à peu près par là finalement.
730	E.2 :	Ah ouais, cela doit être là.
731	E.1 :	Il est là…
732	E.4 :	Ouais, à peu près.
733	E.2 :	Mais en fait, la lumière du soleil, elle pousse la réverbération, enfin, c'est les rayons qui reviennent. On peut le dire parce que ce n'est pas le noir complet.
734	E.1 :	Voila, voila.
735	E.2 :	Et il est incliné à 45 degrés. Oui mais la, la sérénité, je ne sais pas où elle est.
736	E.B :	Alors ? Comment voit il la Terre ?
737	***Audio gr 2 :***	
738	E.1 :	Donc il est à peu près à la moitié.
739	E.2 :	Alors, vas y, explique moi parce que là je …
740	E.3 :	Il est dans la nuit, mais à 6 jours.
741	E.1 :	Il y a 14 journées, et il est à 6 journées.
742	E.3 :	Il est derrière.
743	E.B :	Il voit la Terre, expliquez moi comment il voit la Terre.
744	E.2 :	Il voit la Terre ou pas ?
745	E.3 :	Oui.
746	E.B :	Il voit la terre, il est sur la face visible.
747	E.2 :	Donc il est de ce côté.
748	E.1 :	Il est par là.
749	E.3 :	Il est dans la nuit, vers la moitié.
750	E.2 :	Et oui, il est dans la nuit.
751	E.1 :	Il est à la moitié, puisqu'il y a 14 jours terrestres et qu'il en reste 6.
752	E.2 :	Il est à la moitié et si déplace comme ça.
753	E.B :	Alors ? Comment voit il la Terre ?
754	***Audio gr 3 :***	
755	E.1 :	On est en face.
756	E.2 :	Ouais. Et à 45°.
757	E.1 :	Il fait nuit, et il y a encore 6 jours.
758	E.2 :	Ouais.
759	E.1 :	Et là …
760	E.2 :	Il va encore y avoir 6 jours de nuit ?
761	E.1 :	Oui, il est à peu près par là, il a déjà fait un trois quart de nuit.
762	E.2 :	Non, il y a 14 jours de nuit.
763	E.1 :	Ah, 14 jours de nuit, donc il est à la moitié.
764	E.2 :	Il est à la moitié, il est par là.
765	E.1 :	Donc …
766	E.2 :	Là, dans l'espace, il est là le soleil.
767	E.1 :	Il est éteint, parce qu'il est un peu fatigué mais bon.

768	E.B :	Alors ? Comment voit il la Terre ?
769	***Vidéo :***	
770	E.B :	Alors ? Comment voit il la Terre ?
771	E.1 :	Le jour, éclairée, il voit la partie éclairée.
772	E.B :	Ah oui, il voit la partie éclairée. On voit toujours la partie éclairée. Mais qu'est-ce qu'il voit de la Terre ? Il voit un quartier, un …
773	E.2 :	Il voit la moitié.
774	E.3 :	Il est comme ça alors, il est dans cette situation là.
775	E.B :	Il a dit quelque chose. Je l'ai mis dans cette position, où l'on voit quoi de la Terre on voit une …
776	E.4 :	Pleine Terre.
777	E.B :	Une pleine Terre. Est-ce que vous êtes d'accord ? Tout le monde ?
778	Tous :	Oui, pleine Terre.
779	E.B :	Pleine terre ?
780	E.4 :	Il a dit qu'il restait encore 6 ou 7 jours, donc il est au milieu de ça.
781	E.B :	Ah, il est à l'équivalent de …
782	E.5 :	De minuit.
783	E.B :	De minuit sur la lune. Ouais ? Vous êtes d'accord, il est au milieu de la nuit. Puisque la nuit dure 14 jours il est au milieu de la nuit. Dans ce cas là, ce qu'il voit en face de lui, c'est une pleine Terre. Et c'est-ce qu'il dit, vous le voyez. "c'est l'autre disque qui capte mon attention.", il dit disque.
784	E.1 :	Mais c'est pas parce qu'il est au milieu de la nuit qu'il voit cela ?
785	E.B :	Ah si, c'est parce qu'il est au milieu de la nuit sur la lune, qu'il peut voir une pleine Terre. Parce que sinon il verrait un quartier ou autre chose. On continue ?
786	E.2 :	Et la lumière, c'est les rayons du soleil qui se reflètent.
787	E.B :	Alors, quelques jours se sont écoulés. Je suis resté longtemps, en contemplation du disque de la terre. Au bout d'une heure, il m'apparaissait toujours à la même place. Je savais à l'avance qu'il en serait ainsi. Mais je ne suis pas fâché de l'avoir vérifié de mes propres yeux. Il m'apparaitra toujours au même point, immobile, se rétrécissant peu à peu, pour n'être plus qu'un quartier dans quelques jours.
788	E.1 :	Dans quelques jours. Oui parce qu'il ne sort pas du cadre.
789	E.B :	Il ne sort pas du cadre. Donc il voit toujours la Terre au même endroit, immobile dans le ciel. Donc vous voyez, comment à partir d'un texte littéraire, de science-fiction, refaire exactement ce que l'on vous a fait faire avec une image. On pourrait aller encore plus loin, mais on va arrêter là sur la lune. Donc voila, c'est un texte de Pierre Boulle. Merci à tous ces auteurs de nous avoir rendu cette recherche plutôt intéressante. S'il vous plait, on va continuer. Alors, on a vu finalement que les phases de la lune et les phases de la Terre, sont liées aux positions respectives de la Terre, de la lune et du soleil, vous êtes d'accord ? Souvent, les enfants pensent que les phases de la lune sont dues au passage de la lune, dans l'ombre de la terre. Oui ? Et il y en avait certains d'entre vous qui le pensaient, je le sais. Et le fait de se mettre sur la Lune, pour observer ces choses, nous déconnecte de ça. Donc ça peut être un moyen de faire des choses.
790	E.2 :	Ce n'est pas, parce qu'elle est plus petite ? Je sais pas y en a qui peuvent penser ça.
791	E.B :	Bien sûr, il y en a qui vont penser que c'est parce que la lune est plus petite. Mais en voyant la lune et la Terre et réciproquement. Pour terminer sur la lune, on va se remettre sur la Terre. Et on va essayer maintenant si on se remet sur la Terre de voir, à quel moment on voit la lune dans le ciel. Parce que ça c'est aussi une question, vous m'avez dit que l'on ne voit pas toujours la lune au même endroit au même moment. Bon par contre, la Terre on la voit tout le temps au même endroit. La terre vue de la lune elle ne bouge pas, elle est immobile on a dit. Alors que la lune ce n'est pas le cas, alors on va observer la lune de la Terre et on va comparer les choses vues de la Terre, et du point de vue de la lune que l'on ne voit pas. Le point de vue, d'où l'on se place, fait que l'on ne voit pas la même chose. Tout dépend du point de vue d'où l'on est. On a dit que si l'on était sur la lune, la Terre ne bougeait pas. Quand on est sur la Terre, on voit la lune qui bouge. Quand on était sur la lune, on voyait une pleine Terre. Au même moment sur la Terre, on voit un dernier quartier de lune. Donc selon l'endroit ou je me place, je ne vois pas la même chose. Tout dépend de l'endroit où je me place. Alors on va se remettre sur Terre, on va retourner la caméra et se placer là-bas.
792	E.B.	A ce moment là sur la Terre on ne voit pas la lune. C'est une nouvelle lune. Quand je vois un premier quartier de Terre sur la lune, quelqu'un au …

793	E.B :	Est-ce que quelqu'un veux faire la Terre ?
794	Vidéo : 0356	Durée : 2:20
795	E.B :	"discussion sur la livraison du matériel"
796	E.B :	Donc, pour observer une éclipse de soleil. On a deux possibilités, la regarder en direct mais en se protégeant les yeux. Car on ne regarde jamais le soleil en face au risque de se brûler les yeux. C'est rare mais chez les enfants ça existe. Il y a toujours des couillons pour le faire, après chez nous le problème, c'est que ça coûte cher à la société. Ailleurs, ils deviennent aveugles mais bon, chez nous ça nous coûte cher, ça coûte cher au contribuable. Et donc on se protège bien les yeux. Une deuxième possibilité, c'est de regarder au travers d'un solarscope, c'est à dire c'est une boite qui récupère la lumière du soleil et qui l'analyse sur un bout de papier. Vous avez une autre façon de voir les choses, c'est de regarder à travers les trous de vous savez, quand on a des légumes qu'on veux égoutter, pas une passoire car ça a des gros trous, mais une écumoire, et là dans les trous de l'écumoire, vous voyez l'ombre des trous et l'éclipse.
797	E.1	Et même avec une feuille juste un petit trou d'aiguille ça suffit, et on voit là…
798	E.B :	Oui, il faut un trou un petit peu plus gros quand même.
799	E.1 :	Oui, enfin c'est quand même incroyable, on a fait l'expérience il y a un certain nombre d'années.
800	E.B :	Voilà et ça, ça marche bien, ça on pourra le faire mais un peu plus tard. Alors on va aller maintenant sur, le jour, la nuit et les saisons.
801	Tous :	"discussion sur la pause"
802	E.B :	Ah oui, on ne fait pas l'astronomie avant, on ne fait l'astronomie qu'en cycle 3.
803	***Vidéo : 0358***	***Durée : 44:01***
804	EB	Donc on va sur la terre. Vous tenez le choc ?
805	Tout le monde	C'est dur !
806	EB	Alors on va commencer rapidement
807	Tout le monde	Discussion hors sujet sur l'achat d'une clé USB
808	EB	Est-ce que vous voulez que l'on passe sur totalement autre chose et que l'on fasse les saisons la prochaine fois ?
809	Tout le monde	Oui. On manipule ?
810	EB	Oui on manipule tout le temps ici, et du coup on va ouvrir les volets
811	E1 (homme)	On sature un peu
812	EB	On fera ça mardi, on fera les saisons mardi. Parce que je pense qu'effectivement là vous avez bossé de façon concentrée et que…ouf vous avez besoin de faire autre chose. Bon alors, juste pour terminer là-dessus, vous avez vu que, en y allant progressivement, en construisant les choses de façon pertinente, c'est à dire on a travaillé sur la lumière, on a travaillé sur les ombres, on s'est fixé sur les ombres d'une boule, et puis à partir de là on a construit pour pouvoir comprendre la séquence sur la lune. A partir du moment où en ordonne les choses, tout se fait de façon très naturelle, et vous avez trouvé vous même des réponses à des questions, dont je suis sûre que si je vous avais dit que vous trouveriez ça, vous ne m'auriez pas forcément crue.
813	E2	Les séances Astro, tout à l'heure, vous avez dit qu'on peut les retrouver sur quel site ?
814	EB	Alors ça, la séance sur la lune c'est une invention de moi. Donc celle avec Manchu vous ne la retrouverez pas, par contre, je vais vous donner les références du bouquin. Ca ça n'a jamais été testé dans les classes comme ça, c'est-à-dire que quand c'est fait dans les classes, c'est fait à la façon traditionnelle, comme je vous ai fait à la fin, c'est à dire, qu'on se met sur un siège et puis on tourne, et puis on regarde. Si vous avez envie de faire ça avec votre classe, à mon avis, il faut vraiment avancer doucement et bien avoir construit des ombres à la lumière, de la lumière à la boule etc. Je pense que des gamins du CM2 peuvent y arriver s'ils ont fait tout le reste avant. Tout le reste avant est dans le bouquin. C'est les séquences ombres et lumière. D'accord. Cette séquence là n'est nul part, là elle est, vous l'avez vue, vous l'avez vécue, je pense que vous devriez pouvoir réussir à la reconstruire.
815	E1	Ombre et lumière ?

	(homme)	
816	EB	Non la séquence Manchu. Ombre et lumière, tout ça c'est dedans, il n'y a pas de souci. Tout est dedans, donc si jamais vous voulez la faire, n'hésitez pas, à me renvoyer vos questions et l'ordre dans lequel vous pensez faire les choses, j'y jetterai un coup d'oeil et puis zou quoi. Et là, je serais preneuse de vos retours d'enfants, parce que, à la mode Manchu, je ne l'ai pas encore fait avec des classes, donc, je suis preneuse de classe
817	E2	Et la mode Manchou ?
818	EB	Alors, le livre, c'est facile, il coûte 25 euros, et c'est Manchu Science Fiction, édition Delcourt. Moi ce que je suis en train d'essayer de faire c'est de récupérer pour l'iufm, une grande photo, un poster, de cette image là pour pouvoir travailler dessus de façon intéressante et si vous arrivez à avoir un jour à aller dans un salon de BD, vous pourrez avoir ce genre de dédicace. Il est impressionnant, quand il dessine, regardez, c'est vraiment splendide.
819	E1 (homme)	Et tu es arrivée à avoir ça toi ?
820	EB	Oui, il l'a fait devant moi, c'est sa dédicace.
821	E2	A l'encre de chine ?
822	EB	Ah non c'est des feutres. Oui oui c'est plein de feutres, il utilise des feutres de 3 ou 4 couleurs différentes
823	E1 (homme)	Et combien de temps pour faire ça
824	EB	Il a fait vite, même pas une dizaine de minutes, c'est impressionnant hein ?
825	Tout le monde	C'est impressionnant, il est très doué, et qu'est-ce que tu lui as dit ?
826	EB	Que je travaillais à l'iufm, à partir de ses œuvres
827	E3	Vous en avez eu d'autres ? Des tableaux ?
828	EB	De lui non. Je travaille juste sur le tableau, il y en une autre à partir de laquelle je pourrais faire des choses, mais elle n'est pas dans cet ouvrage, elle est dans un autre, il en a fait deux. Mais ça pour moi c'est très joli. Il est très bon quand il fait des dessins d'espace, vraiment très bon.
829	E1 (homme)	Oui
830	EB	Ben c'est un peu pour ça aussi que tout l'espace est utilisé. Parce que vous voyez, lorsque vous avez besoin de parler de sons, de qui crapahutent ou arrivent sur Mars ou autre chose, ben voilà ça vous donne ça
831	E3	Mais c'est pas une histoire ça, ce n'est pas une BD ?
832	EB	C'est un livre avec ses productions donc c'est des tas et des tas de photos
833	E1 (homme)	C'est un artiste ?
834	EB	Oui c'est un artiste oui
835	Tout le monde	Ah d'accord, c'est pas un écrivain de BD ?
836	EB	Non, c'est pas un illustrateur, il fait, essentiellement la plupart de ses dessins ce sont des couvertures d'ouvrages de science fiction. Donc l'image que je vous ai montrée là, elle est où ?
837	E3	C'est un dessinateur en fait
838	EB	Oui voilà c'est un dessinateur, un illustrateur, bon je ne la retrouve plus mais enfin celle que je vous ai montrée, ça illustre…
839	E1 (homme)	C'est un japonais ?
840	EB	Non c'est un français. C'est une couverture de "Histoire du futur" Donc c'est un bouquin de SF, c'est la couverture du bouquin, donc il fait des couvertures de bouquins
841	E4	Comment ça s'appelle ce genre d'ouvrage ? Il me semble que vous l'avez dit en début de séance
842	EB	Je ne sais pas. Je ne me souviens pas de comment j'ai dit la chose. C'est un recueil d'illustrations, je ne sais pas comment dire. Oui je ne sais pas comment ils disent ça, ils disent "illustrer des œuvres". Ah hard SF, Hard ça veut dire dur, SF Science Fiction dure, c'est à dire qu'ils respectent les faits.
843	E2	Des puristes quoi ?
844	EB	Oui quelque part, en tout cas ceux qui respectent les faits scientifiques tels qu'on les observe, tels qu'on les connait, et puis après la science fiction c'est spéculatif, on part de ce que l'on sait

		et puis après à partir de là wouah. Mais toujours en respectant les faits connus
845	E2	Je peux voir ?
846	EB	Oui oui bien sûr
847	EB	On va passer du coup sur quelque chose de complètement différent, l'électricité. Alors l'électricité : cycle 2 sans souci, cycle 3 aussi, et en fait on fait un peu la même chose en cycle 2 et en cycle 3, simplement en cycle 3 on peut aller un peu plus loin qu'en cycle 2 éventuellement, alors je vais vous faire vivre la séance, vous allez voir, ça va assez vite car il y a pas mal de choses que vous connaissez. Il y a un ordre, encore une fois à respecter, afin que les enfants puissent construire les choses
848	EB	En général, un truc sympa pour commencer, c'est de se lancer dans une fabrication. Donc vous l'avez peut être déjà vu, c'est un grand classique mais qui marche toujours aussi bien donc pourquoi s'en priver ?
849	E2	Ca c'est cycle 2 ?
850	EB	C'est cycle 2 et cycle 3.
851	E3	C'est dans le bouquin ?
852	EB	Oui c'est dans le bouquin. Alors là c'est complètement écrit dans le bouquin. Donc voilà c'est un nounours avec un nez et puis vous devinez l'idée et l'objectif, l'objectif que l'on va voir c'est d'allumer le nez du nounours et comment faire pour allumer le nez du nounours, avec les papattes articulées, l'idée ça va être que quand les pattes se touchent, le nez s'allume. Donc voilà la réalisation, quand les pattes se touchent le nez s'allume. Alors vous avez la version lapin, quand les oreilles se touchent
853	E2	C'est le principe de la lampe de poche
854	EB	Non ce n'est pas la lampe de poche, mais les circuits dedans sont les mêmes, simplement le montage va être un peu différents, quand les oreilles se touchent, le nez s'allume. Vous avez la version Père Noël, vous mettez un bonnet au Père Noël, vous avez une boite à cadeau et quand le pompon du bonnet du père Noël touche une boit cadeau, le pompon s'allume. Vous avez le chat avec les moustaches, quand vous rapprochez les deux moustaches du chat, le nez s'allume et puis si vous faites une version un peu plus haute, comme dirait l'autre, plutôt que d'avoir un nez qui s'allume, vous mettez des yeux qui s'allument et là vous travaillez avec un circuit avec deux ampoules. L'intérêt c'est que c'est facile à monter et que vous faites à peu près la même chose qu'avec un questionnaire, par exemple, vous savez les questions/réponses, sauf que le jeu questions/réponses vous passez beaucoup plus de temps à manipuler, à découper, à fourrer qu'à comprendre le fonctionnement des choses. Là c'est optimisé et que le rapport qualité prix ou plutôt qualité temps. Si le nounours ça vous fait royalement suer, vous avez l'autre version, qui est un peu pareille, c'est la version de l'anneau, vous savez vous prenez un anneau et un fil, et quand l'anneau touche le fil ça s'allume
855	E1 (homme)	Oui la version de l'anneau c'est sympa
856	EB	Ca c'est exactement le même principe de fonctionnement. C'est la même construction derrière et les mêmes compétences. Moi j'aime bien le nounours personnellement mais on peut préférer autre chose. Si vous voulez le faire comme jeu à la kermesse de fin d'année, vous pouvez faire un nounours mais aussi un maxi circuit avec un fil et l'anneau. C'est intéressant pour les gamins, on réinvestit ce que l'on a fait en cours. Donc pour faire ça on va commencer par dessiner une ampoule et puis voir un peu de quoi est faite une ampoule. Donc là en général on prend une grosse ampoule, bon il y a une difficulté c'est que mon ampoule est une ampoule à filament, vous savez que c'est en cours de disparition, c'est pas très grave, nous ce qui va nous intéresser, c'est le reste de l'ampoule. Allez-y dessiner pour vous même, en quelques secondes, pendant ce temps je prépare le matériel.
857	EB	Bon pour l'instant on ne touche pas au matériel. On dessine son ampoule, et une fois que vous avez dessiné votre ampoule, vous avez le droit de regarder l'ampoule que je vous ai mise devant les yeux sur la table.
858	EB	Là ça ne ressemble pas tout à fait à ce que vous voyez, là non plus ça ne ressemble pas tout à fait.
859	E3	Oui mais moi je l'ai fait sans la voir
860	EB	Oui mais maintenant regardez et corrigez votre dessin
861	E1 (homme)	Il y a des petits trucs en verre au milieu là
862	EB	Alors on regarde, mieux que ça, quand on fait ça on fait de l'observation avec les enfants, sans comprendre ce qu'on fait. On est d'accord, on regarde sans comprendre mais l'intérêt de ça, ce

		n'est pas du tout une démarche d'investigation ni quoi que ce soit, l'intérêt, c'est juste que l'on va mettre en place du vocabulaire dont on va avoir besoin par la suite. Donc on regarde l'ampoule, on a vu qu'il y a différentes parties dans l'ampoule, vous êtes d'accord avec ça ? Il y a ce que l'on peut appeler le bulbe, qui ressemble à ça, vous l'appelez comme vous voulez
863	E3	Le culot ?
864	EB	Alors il y a une partie brillante ici, ça on va l'appeler le culot, et puis on a ici deux parties qui se divise en une partie noire et une partie de nouveau brillante, la partie noire c'est-ce que l'on va appeler l'isolant et la partie brillante que l'on va appeler le plot et en haut le filament. On peut casser une ampoule pour voir qu'il y a une partie qui va jusqu'au plot, mais cette partie là, vous pouvez voir il y a une petite soudure, il y a un petit fil qui arrive dessus. Ca c'est un bout de l'armature du filament.
865	Tout le monde	Ah d'accord
866	EB	Vous voyez ça ? Alors avec les enfants on peut jouer à leur dire il y a trois flèches, il y a trois mots : plot, culot, isolant et puis mettez les à la bonne place, ils peuvent y arriver. Un plot, ils connaissent le mot plot, ils l'ont vu en sport, un plot c'est comment ? C'est un cône, une forme conique en forme de pointe. Un isolant si on regarde les mots : isolant isoler, isoler ça veut dire séparer, donc isolant ça sépare des choses, vous avez trois choses et isolant c'est qui sépare donc si j'ai un minimum de bon sens, ce qui sépare c'est-ce qui est au milieu et donc si vous avez le plot qui est le petit bout pointu et l'isolant qui est au milieu et bien ce qui vous reste c'est le culot. Voilà, donc voilà on a mis des mots, alors l'étape suivant ça va être celle ci, vous allez prendre votre ampoule, vous avez votre pile, là avant de faire quoi que ce soit, on dessine. Donc le défi ça va être comment faire pour allumer l'ampoule au contact de la pile, mais pour faire ça voilà ce que l'on fournit aux gamins, on fournit aux gamins des dessins, alors vous voyez on a l'ampoule dessinée, on peut la dessiner comme moi j'ai fait, on a un carré qui représente la pile et qu'est-ce qui manque ?
867	E1 (homme)	Les languettes
868	EB	Les languettes que l'on va appeler "lames" des lames ou des lamelles et donc les enfants vont dessiner les lamelles ils vont dessiner l'endroit où ils veulent connecter les lamelles à l'ampoule pour l'allumer, et puis ou ça marche, ou ça ne marche pas. Si ça marche ils mettent un petit rond vert et si ça ne marche pas ils mettent un petit rond rouge alors quand vous faites ça avec les petits, c'est sportif parce qu'ils vont y arriver hein mais ils ne vont pas forcément savoir comment ils ont fait pour y arriver, et surtout ils ne vont pas respecter ce qu'ils ont dessiné. Donc il y a un vrai travail, il faut tourner entre les groupes pour regarder et dire aux élèves : attention fais comme tu as dessiné. Et lui dire, là regarde ton extrémité de ta lame tu l'as mis sur du vert, je veux voir ton extrémité de la lame sur le vert, et tu as mis l'extrémité de ta lame à cet endroit là, je veux voir l'extrémité de la lame à cet endroit là. Pour bien associer une représentation à une réalisation, ce que l'on fait soi. Donc on y va, allez-y, faites le et puis montrez-moi comment vous formuleriez la réponse pour des élèves ou pour vous parce que c'est la même chose.
869	E2	Sais tu combien il y a de façons de faire ?
870	E1 (homme)	Il y en a deux
871	EB	Alors formulez la réponse. Quelle formulation de réponse vous donneriez aux enfants ?
872	E2	C'était quoi votre question ?
873	EB	La question c'est : comment faire pour allumer l'ampoule au contact de la pile ?
874	E3	Il faut mettre l'ampoule sur les deux lames
875	EB	Ok (fais un montage qui correspond à la formulation mais où l'ampoule ne s'allume pas)
876	EB	C'est bon ? Alors allez-y, vous aviez une formulation plus précise ?
877	E3	Il faut poser une lamelle sur le plot et une autre lamelle sur le culot
878	EB	Vous êtes d'accord ?
879	EB	Mais là vous n'avez pas préciser, vous avez dit une lamelle puis l'autre, donc c'est indifférent. Donc on a deux façons de faire, la grande lame sur le plot ou la grande lame sur le culot et l'autre lame sur ce qui reste. Donc pour allumer une ampoule au contact de la pile, on place le plot sur une lamelle et le culot sur l'autre lamelle. Tout à fait. Ca va ?
880	Tout le monde	Oui

881	EB	Alors étape suivante : l'étape suivante c'est comment faire pour allumer l'ampoule mais cette fois ci loin de la pile et puis loin de la pile, pour faire ça je vous donne deux fils. Donc, comment faire pour allumer l'ampoule loin de la pile, je vous donne deux fils, je pourrais vous en donner plus mais je n'en ai pas beaucoup.
882	E3	C'est bien avec les pinces crocodiles
883	EB	Ça c'est pour plus tard
884	EB	Allez-y mais il me semble que vous allez avoir besoin de 4 mains pour ça
885	E3	Et le papier alu
886	EB	Oui du papier alu tout simplement. Bon allez-y comment faire pour que allumer l'ampoule loin de la pile…
887	EB	Alors vous y êtes arrivés ?
888	E3	Non mais s'ils nous arrachent une lamelle
889	EB	Alors si un gamin arrache une lamelle, déjà on essaie qu'il n'arrache rien, mais si ça arrive, vous pouvez glisser la lamelle dedans, ça tient encore donc il n'y a pas de problème
890	E4	Je me demandais le temps de conservation
891	EB	Alors le temps de conservation, ça c'est des ampoules qui ont deux ans, et les piles c'est deux ou trois ans, évidemment quand on conserve les piles, il ne faut pas que les deux lames se touchent sinon c'est mort
892	E4	Elles s'oxydent ?
893	EB	Non ce n'est pas ça, c'est que ça fait un circuit, ça chauffe et puis c'est terminé
894	E4	Et pourquoi…
895	E1 (homme)	Ça chauffe vraiment beaucoup
896	EB	Et oui ça chauffe bien
897	E4	On peut mettre le feu
898	EB	Non quand même pas, il ne faut pas exagérer. Non c'est trop local pour ça, ça chauffe beaucoup, ça brûle autour mais en général il n'y a pas grand-chose à brûler ça s'arrête tout seul
899	EB	Ça a marché ?
900	E2	Non
901	EB	Et bien réessayez, c'est que vous avez fait quelque chose qui ne va pas. Alors la formulation de réponse c'est quoi ? Pour allumer l'ampoule loin de la pile qu'est-ce qu'il faut ?
902	E3	On accroche une borne de papier alu à chaque lamelle
903	EB	Alors on accroche une borne
904	E3	Une borne de papier alu
905	EB	Une borne de papier alu
906	E3	A chaque lamelle
907	EB	A chaque lamelle
908	E3	Et à chaque extrémité on touche un plot l'autre le culot
909	EB	Ça me semble un peu compliqué à écrire pour les petits ça
910	E4	On cherche à prolonger les lamelles, entre l'isolant et la lamelle
911	EB	Oui on prolonge les lamelles ça me semble compliqué aussi. Qu'est-ce que vous avez fait ?
912	E2	Oui c'est ça on a prolongé les lamelles
913	E3	J'ai fait des prolongations des lamelles avec le papier alu
914	EB	Donc on a un fil qu'on relie avec de l'alu entre une lame et le plot, et on a une fil qu'on relie entre l'autre lame et le culot. Ca va ? Donc pour allumer mon ampoule, loin de la pile, je connecte ou je relie une extrémité du fils avec une borne et son autre extrémité au culot et l'autre fil à l'autre lame et au plot. Voilà ce qu'il faut dire c'est de relier les choses aux autres, ça va ça marche bien ?
915	E4	Apparemment l'ampoule ne marche pas, on a remis les fils, mais soit c'est l'ampoule, soit c'est la pile
916	EB	Alors vous avez vu c'est pas très facile, c'est pas très facile comme ça, alors comme c'est pas trop facile - ça marche ?- alors il faut qu'on s'y mette à deux et c'est pas très pratique là je vous propose pour vous faciliter le travail, on va utiliser cette petite chose là. Donc vous en avez une, vous pouvez la regarder de près, regardez là bien de près, ça s'appelle une douille, alors avec les petits attention parce qu'avec l'ampoule et la douille ça devient la poule et l'andouille.

		Alors ceci est une douille.
917	E4	Chez moi c'est un support d'ampoule
918	EB	Alors ça s'appelle une douille, alors c'est un support d'ampoule si vous voulez, comment ça marche cette histoire là ? Vous avez vu comment c'est fait ? Vous avez un corps dans lequel on va enfiler le culot. Donc on visse le culot et là où on visse le culot, ce corps là, il est relié à une patte. Donc on a une patte qui est reliée au culot. Vous avez vu l'autre patte ?
919	Tout le monde	Oui
920	EB	L'autre patte elle va sur le plot effectivement, c'est la partie brillante au milieu et entre les deux, qu'est-ce qu'on constate qu'il y a ? Il y a un bout de caoutchouc. Donc vous voyez on a le culot, l'isolant, le plot là ici on a une patte reliée au culot, l'isolant et l'autre patte reliée au plot. Donc ça on peut le faire observer aux enfants, vraiment de près. Et donc, ce qu'on va dire et bien c'est que au lieu de toucher le culot et de toucher le plot ben maintenant on va toucher les deux pattes. On va refaire le circuit simplement maintenant on va visser la douille dedans et vous allez voir que ce qui est formidable, c'est qu'avec mes petits bouts d'aluminium, je rends les extrémités petites, motricité fine, je peux les rentrer dans les petits trous de ma douille. Je vous laisse faire. Allez y faites le.
921	EB	Lundi vous avez cours ? Vous monterez en salle 10 il y a mon collègue de techno en tout cas vous regardez si vous voyez SUNE dessus, quand vous voyez SUNE d'écrit, vous entrez dans sa salle, vous lui demandez, c'est le prof de techno ce genre de choses c'est lui qui peut vous répondre, c'est son domaine. Et donc là vous voyez ça s'allume. Vous l'avez tous allumée ?
922	EB	Laissez-la allumée votre ampoule. Donc là maintenant ça tient tout seul. Ca va ? C'est bon ? Ça tient tout seul ? Laissez-la tomber normalement ça tient tout seul.
923	EB	Alors vous avez remarqué que si des fils se touchent ça s'éteint. On revient là-dessus hein, on revient là-dessus. Donc là pour le moment toutes les ampoules sont allumées. Si jamais les enfants font une manip et trouvent que ça chauffe, si ça chauffe c'est que l'on a fait une mauvaise manip. On enlève, on débranche. On ne regarde pas les choses fumer. Je vous le dis, hein, règle de sécurité. Je ne connais pas encore de gamin qui se soit brûler au 3ème degré en faisant ce genre de manip. Alors question suivante, j'ai maintenant mon ampoule qui tient toute seule et on est bien content, défi suivant comment faire pour éteindre l'ampoule puis ensuite la rallumer sans toucher à la douille et sans toucher à la pile ?
924	Tout le monde	On enlève les fils
925	EB	Si vous enlevez les fils, vous toucher aux bornes,
926	E1 (homme)	Sans toucher, sans enlever
927	E2	En prenant un isolant
928		On dévisse l'ampoule
929	E1 (homme)	Sans toucher à l'ampoule, on ne touche ni à la douille, ni à l'ampoule, ni à la pile et aux lames
930	E1 (homme)	Donc on ne touche à rien ?
931	EB	Donc la seule chose qu'il vous reste à toucher ce sont les fils , mais il ne faut pas qu'en touchant les fils vous touchiez aux lames et aux bornes
932	E4	On coupe
933	EB	On coupe
934	E4	Ah oui mais on ne peut pas rallumer
935	E3	Si on peut toucher les fils
936	EB	Alors allez y couper
937	E1 (homme)	Avec une paire de ciseaux
938	EB	Avec une paire de ciseaux vous coupez la lame, ça peut se faire à la main - c'est éteint ? Et rallumer maintenant alors vous comprenez pourquoi j'ai utilisé des fils d'aluminium maintenant. Donc on constate quoi ? On constate que si on coupe un fil l'ampoule ne s'allume plus et pour rallumer l'ampoule on fait toucher les fils. On fait toucher les fils, c'est à dire que si je regarde ce que j'ai fait, j'ai fait entre une lame et l'autre, une boucle, et donc si j'ai une boucle qui part d'une lame et arrive à l'autre lame, et bien si j'ai une boucle fermée, mon ampoule s'allume, si j'ai une boucle ouverte, mon ampoule s'éteint. Une boucle ouverte, une boucle

		fermée avec un contact entre deux éléments, vous venez de créer votre premier circuit et votre premier interrupteur surtout
939	E3	Mais là si on dit aux enfants qu'ils ont fait un circuit fermé, c'est ouvert
940	EB	Alors une boucle fermée, je pars d'une lame et je vais jusqu'à l'autre lame et ça ça me fait une boucle. Donc là on introduit la notion fondamentale qu'est la notion de boucle, boucle que l'on peut traduire sous le mot de circuit, c'est pareil
941	E3	Ils comprennent mieux circuit que boucle
942	EB	Donc s'ils comprennent mieux circuit que boucle vous utilisez le mot circuit, s'ils comprennent mieux le mot boucle vous utilisez le mot boucle. Une boucle, vous êtes sûrs de ne pas vous mettre dedans. Donc je peux partir d'une lame et arriver à l'autre lame sans lever le doigt c'est à dire que je touche les éléments les uns après les autres et j'arrive sur l'autre lame quand je fais ce geste là je fais une boucle et quand je fais une boucle l'ampoule s'allume. Pour éteindre l'ampoule je coupe la boucle. Voilà, ça c'est acté. A partir de là je peux m'amuser à faire des tas d'interrupteurs, à interrompre le circuit, je peux prendre des attaches parisiennes je connecte d'un côte et de l'autre les fils, je déplace mes attaches parisiennes, elles se touchent ça s'allume, elles ne se touchent pas ça s'éteint. Je peux prendre des trombones aussi, les trombones, enfin les trombones par peinturlurés, les trombones se touchent ça s'allume, les trombones s'éloignent ça s'éteint. Je peux utiliser une petite lame, j'appuie dessue ça rentre en contact, ça s'allume, je relâche ça s'éteint. Ca va ?
943	EB	Défi suivant : donc voilà la question que je me pose, j'ai ma boucle avec un petit trou entre les deux pour allumer le circuit, je mets en contact, la question que je me pose c'est : qu'est-ce que je peux mettre entre les deux bouts d'aluminium pour permettre d'allumer mon ampoule, une autre façon de dire les choses, c'est : par quoi est-ce que je peux remplacer un fil d'aluminium pour que l'ampoule s'allume de nouveau ?
944	E3	On peut mettre des objets
945	EB	Allez-y avec ce que vous avez déjà autour de vous, vous avez de quoi faire. Alors vous pouvez utiliser des fils du style, des scoubidous, est-ce que des scoubidous ça marche ? Est-ce que de la laine ça marche ? Est-ce qu'une paire de lunettes ça marche ? Est-ce qu'une gomme ça marche ? Est-ce qu'une pièce de monnaie ça marche ? Est qu'une mine de critérium ça marche ? Vous pouvez essayer plein de choses
946	E1 (homme)	Ah oui
947	EB	Alors qu'est-ce que vous avez essayé ?
948	Tout le monde	Tout
949	EB	Tout ? C'est-à-dire le dictaphone est-ce que ça marche ? Alors plastique, gomme, bois, carton, métal, ciseaux ? Ciseaux de manière indifférente ou les lames du ciseau ?
950	E2	La lame des ciseaux
951	E3	Ça marche le dictaphone
952	EB	Oui ça marche, heureusement que c'est isolé. Donc la partie métallique du dictaphone ça marche, la partie qui brille ça marche, la partie blanche vous avez essayé ?
953	E1 (homme)	Non mais la partie blanche ça ne marche pas
954	EB	Alors qu'est que vous avez constaté ? Vous avez constaté que quoi allez y
955	E3	L'or c'est conducteur, plastique bois caoutchouc non, la laine non
956	EB	Les branches de lunettes
957	E1 (homme)	Oui pour la partie métallique
958	EB	Quoi d'autre, je sais qu'il y en a qui ont essayé les trombones
959	E2	Ça marche
960	EB	Le métal des paires de ciseaux ça marche, le métal du dictaphone ça marche mais pas la partie blanche,
961	E1 (homme)	Les gommes ça ne marchent pas
962	EB	Est-ce qu'il y en a qui ont des mines de critérium ? Essayer la mine de critérium
963	Tout le monde	Ça marche

964	EB	Alors qu'est-ce qu'on dit ? Qu'est-ce qu'on conclut ? Il y a des choses qui permettent à l'ampoule de s'allumer et d'autres qui ne le permettent pas à l'ampoule de s'allumer. Ce qui permet à l'ampoule de s'allumer c'est-ce que l'on peut appeler des conducteurs, ce qui ne permet pas à l'ampoule de s'allumer c'est-ce que l'on appelle des isolants. Et donc parmi les isolants on place quoi ?
965	Tout le monde	Plastique, bois, caoutchouc, laine, papier, verre
966	EB	Et parmi les conducteurs ?
967	Tout le monde	Le métal, fer
968	EB	Tout ce qui est métallique quoi et la mine de critérium c'est du graphite. Donc le graphite permet aussi d'allumer l'ampoule. Donc on a testé ces matériaux, ce n'est pas le fait que ce soit une branche de lunettes ou une lame de ciseau c'est le fait que ce soit du métal. Donc ce qui est métallique permet à l'ampoule de s'allumer et ce n'est pas métallique ne permet pas à l'ampoule de s'allumer. Donc là on fait un joli petit tableau avec s'allume, s'allume pas, on met des croix dedans ou alors on fait oui on fait non, au choix. Ou on fait un tableau double entrée et donc comme cela on a des matériaux qui conduisent et d'autres qui ne conduisent pas. Le scotch ? Conducteur ou isolant
969	Tout le monde	Isolant
970	EB	Le scotch est un isolant
971	EB	Quand vous stockez vos piles, pour éviter qu'elles se déchargent ou qu'il y ait des contacts malencontreux, vous pouvez scotchez les deux lames, vous mettez un bout de scotch comme ça vous êtes sûrs qu'il n'y a pas de faux contact et vous les préservez. La seule difficulté, c'est quand vous enlevez le scotch si c'est un bon été à la niçoise, il y a de la colle qui peut rester collée, la colle est isolante et donc il faut enlever la colle des lames. Pour enlever la colle des lames il y a une façon très simple, vous achetez un peu d'acétone ou vous utilisez du dissolvant à ongles mais l'acétone c'est moins cher, donc vous mettez un peu d'acétone sur un coton et vous nettoyez vos lames et en deux temps c'est fait
972	E2	Ça sert à quoi le scotch, je n'ai pas bien compris
973	EB	Vous mettez du scotch sur les deux lames et ça évite de mettre en contact les deux lames et de faire ce que l'on appelle un court circuit, donc la pile chauffe et vous la perdez
974	E2	Sinon on peut les garder deux trois ans ?
975	EB	Oh oui, sans souci. Là ces piles ont subi deux jardins des sciences avec des enfants qui n'ont pas trop fait de court-circuits, donc les piles sont encore à peu près correctes, ceci dit, il y en avait 8 au début dans la boite, il en reste 5, j'en ai perdu 3 c'est normal ça. Bon pile, ampoule, douille, tout ça vous achetez chez Opitec, c'est écrit dans le bouquin c'est le moins cher quasiment, 2,5 euros les 10 ampoules, 2,5 euros les 10 douilles, et 1,10 ou 1,20 euros la pile. O.P.I.T.E.C. c'est écrit dans le livre vous avez toute une annexe où vous procurer le matériel
976	E1 (homme)	Ça c'est pas évident pour savoir où trouver le matériel
977	EB	Et oui je sais, c'est pour ça que je vous en parle et c'est vraiment les moins chers, ne vous faites pas avoir là c'est 0,25 centimes l'ampoule
978	E2	Ça vaudrait le coup de faire une commande collective
979	EB	Si vous voulez faire une commande collective, oui , il faut une semaine pour que ça arrive, c'est limite pour vendredi prochain, mais là effectivement vous avez 6 euros de frais de port puis une commande, en gros avec 40 euros, vous avez tout votre matériel
980	E3	C'est par internet ?
981	EB	C'est par internet, mais vous pouvez aussi faire la commande par téléphone, et vous pouvez commander par version papier. Alors une fois que l'on a fait ça, on a parlé des conducteurs et des isolants, ce serait bien qu'en sécurité électrique la question qui se pose souvent c'est quoi ? Moi je suis conducteur ou isolant ? Votre réponse c'est quoi ?
982	Tout le monde	Conducteur
983	EB	Ben vous avez manipulé et puis l'ampoule elle ne s'est pas allumée
984	Plusieurs	Tout dépend de la puissance
985	EB	C'est quoi la puissance ? Le voltage, l'intensité ? Donc on constate déjà une chose, c'est que moi si je mets mon doigts entre le machin et que je regarde, l'ampoule ne s'allume ça veut dire que

		on conduit l'électricité mais on n'est pas un bon conducteur de l'électricité, on n'est pas des très bons conducteurs de l'électricité, avec mon doigt j'ai dû mal, si je suis mouillée peut être je conduis plus, comment je peux savoir ? Mettez votre langue sur les lames
986	E2	Et bien on se prend une châtaigne
987	EB	Est-ce qu'il y en a qui ne l'on jamais fait ?
988	E1 (homme)	Moi je l'ai fait, ce n'est pas très agréable
989	EB	Ceux qui ne l'ont jamais fait, faites-le, pour vous rendre compte que ce n'est pas dramatique, que ce n'est pas traumatisant et qu'on peut le faire faire aux enfants. Ça pique. Alors on me dit, parce que maintenant on dit ça partout, attention il y a des enfants qui ont des problèmes cardiaques, il ne faut pas le faire, machin, machin...bon des gamins qui ont de gros problèmes cardiaques à 10 ans ça ne court pas les rues dans les classes
990	E1 (homme)	Non mais ça ne te met pas HS
991	EB	Ca pique juste un tout petit peu. Allez-y faites le si vous le l'avez jamais fait. De toute façon il faudra que le fassiez pour que les enfants le fassent
992	E3	Est-ce que vous n'aviez pas parlé de faire de la prévention du danger ?
993	EB	Et bien ça y est on y est maintenant. La prévention. Donc on y met la langue dessus et ça pique, il se passe quelque chose, peut être que l'ampoule, et bien l'ampoule ce n'est pas le bon détecteur pour nous et peut aussi que le fait d'être mouillé ou pas ça change les choses. Est-ce que l'eau ça conduit le courant ? Alors vous voyez ça conduit le courant, là j'introduis des termes qui ne sont pas les bons car on n'en a pas encore parlé. Est-ce que l'eau ça permet d'allumer une ampoule à votre avis ?
994	Tout le monde	Non
995	EB	Et bien comment on fait pour savoir ?
996	Plusieurs	On prend deux tuyaux et on va voir
997	EB	J'ai de l'eau ,je mets l'un, je mets l'autre, et qu'est-ce qu'il se passe ? Rien donc ça ne s'allume pas, quand est-ce que l'eau permet d'allumer l'ampoule ? La réponse est non. L'eau est un mauvais conducteur, alors on sait aussi que l'eau n'est pas un isolant, c'est un mauvais conducteur parce qu'elle n'arrive pas à allumer mon ampoule, mais on sait bien nous aussi, qu'il faut faire attention car l'eau peut conduire un peu l'électricité
998	E2	Mais comment le montrer aux enfants
999	EB	Alors l'eau est un mauvais conducteur, la langue elle est mouillée ça conduit un petit peu car je n'ai pas que de l'eau dans ma bouche, j'ai du …j'ai de l'eau…et un peu du
1000	***Vidéo : 0359***	***Durée : 29:44***
1001	EB	Donc je vais mettre un peu de sel, donc là je fais un eau sacrément salée, pas de sucre
1002	E2	C'est du sel, sel ?
1003	EB	C'est du sel de cuisine. Voilà donc là j'ai mis de l'eau avec du sel et beaucoup de sel, hop et puis on essaye maintenant
1004		Expérience
1005	EB	Rapprochez vous
1006	E2	Ouille
1007	EB	Qu'avez-vous fait ? Alors vous voyez ça s'allume un petit peu et vous voyez il y a aussi autre chose qui se passe, il y a des petites bulles qui se forment vous êtes en train de faire ce que l'on appelle de l'électrolyse. Non non ça ne chauffe pas.
1008	E3	Ah oui ça fait des bulles
1009	EB	Donc vous voyez l'eau salée ça conduit le courant. Et mon corps, mon corps c'est essentiellement de l'eau salée, de l'eau avec des tas de choses, et du sel. Donc je suis peu conducteur mais un petit peu conducteur quand même. Je suis un petit peu conducteur, et là j'ai utilisé une petite pile. Je suis un peu conducteur avec une petite pile, Ce que vous allez dire, c'est que le courant, l'électricité de la maison c'est pas une petite pile, c'est beaucoup, beaucoup plus important . Là vous pouvez regarder ce qui est écrit sur votre pile, c'est écrit 4,5 volts, à la maison c'est écrit 220 volts et il n'y a pas que ça, il y a l'intensité du courant aussi qui compte mais ça on peut pas le dire, mais donc en tout cas c'est beaucoup plus, la maison que la pile, et donc du coup à la maison on ne joue pas avec ça. On ne touche rien parce qu'on est des mauvais conducteurs, mais on est des conducteurs quand même. On est des mauvais

		conducteurs c'est la raison pour laquelle je vous ai laissés manipuler avec des fils d'aluminium qui sont conducteurs, vous avez touché les fils d'aluminium sans problème. A la maison, ben si je regarde les fils, mes fils à la maison ils sont entourés de plastique
1010	E1	Ils sont plus épais aussi
1011	EB	Ils sont plus épais aussi, mais ça, ça dépend des fils, vous regardez ces fils là ils sont pas très épais. Ils sont plus épais pourquoi, ils sont entourés de plastique parce que comme ça le plastique est isolant et quand je les touche je ne suis pas directement en contact avec le métal, avec la boucle qui me permet d'allumer mon ampoule, donc je suis isolée. Et dedans si vous avez un vieux fil, que vous le coupez, vous verrez que dans l'enrobage on a deux fils en métal
1012	E1	Ou trois
1013	EB	Ou trois si on a un fil de terre. Donc vous restez avec des fils où il y en a deux dedans, vous êtes mignons, car trois ça devient compliqué et ce n'est pas à la portée des petits. Donc voilà, on isole la boucle de mon corps et c'est la raison pour laquelle, quand on voit un fil dénudé, quand on voit un fil par terre ou n'importe quoi, on n'y touche pas. Oh il est beau le fil, tchouk et là et bien on peut maintenant arriver avec nos pinces crocodiles. Un fil pinces crocodiles, on va le regarder je vous en donne, alors vous avez le droit de regarder ce que vous avez dedans
1014	E3	Moi ils avaient du mal à pincer
1015		Manipulation
1016	EB	Oui ils ont du mal à pincer. Alors vous avez démonté, vous avez regardé un peu ? Il va falloir le remettre après
1017	E4	C'est facile
1018	EB	Donc vous vu que la pince crocodile il y a un fil enrobé de caoutchouc mais au milieu vous avez du métal, regardez, démontez là comme moi.
1019	E1	Il y a un petit bout de métal
1020	EB	Alors vous voyez le petit bout de métal ? Ce n'est pas très évident à voir mais on devrait y arriver
1021	EB	C'est bon vous voyez ? Donc quand j'utilise un fil pince crocodile, hein là maintenant on peut faire le lien, quand j'utilise un fil pince crocodile en fait j'utilise comme de l'aluminium, j'utilise un fil métallique simplement je l'ai enrobé de caoutchouc pour être isolée, pour être isolée de la boucle que je suis en train de faire . Alors comment on fait pour le remettre ? Technique simple on appuie dessus, regardez, vous faites pincez le crocodile à un crayon, voilà et à partir de là il n'y a plus qu'à glisser et une fois que c'est glissé dedans on ré appuie et on dépince le crayon
1022	E1	C'est facile à faire
1023	EB	Oui sinon on passe un temps fou donc pensez à utiliser un crayon
1024	E2	Ah ben je ne serais pas venue pour rien
1025	EB	Je vais désespérer, j'espère que je vous apprends plus que ça !
1026	E2	J'ai fait une séance d'électricité avec ce genre de matériel et ça ça s'est défait évidemment et j'ai galéré
1027	E1	Ah mais si tu n'as pas la technique tu galères, moi j'ai vite trouvé la technique
1028	EB	Ça va ?
1029	E3	Moi j'ai des enfants qui m'ont demandé ce qu'il y avait là dedans (en montrant la pile)
1030	EB	Alors ce qu'il y a dans une pile , dans une pile plate comme ça vous avez 3 piles rondes de 1,5 volt. Dans les piles, c'est compliqué une pile, dans les piles il se passe ce que l'on va appeler des réactions chimiques qui permettent de générer l'électricité et on va rester sur ce niveau de formulation on va pas aller beaucoup plus loin
1031	EB	A partir de là, on a vu quoi ? Je récapitule tout ce que l'on a vu, on a vu comment allumer une ampoule au contact de la pile, comme allumer une ampoule loin de la pile, comment allumer une ampoule sans toucher à l'ampoule sans toucher à la pile. On a vu qu'il y avait différents matériaux certains étaient conducteurs et d'autres étaient isolants. On a indiqué aussi que l'eau était un mauvais conducteur mais était un conducteur quand même et que nous on était de mauvais conducteurs mais qu'on était des conducteurs quand même. Pour cette raison là on essaye de ne pas rentrer dans la boucle, pour ne pas rentrer dans la boucle il faut que l'on soit isolé et les fils comme les pinces crocodiles et les fils de la maison sont des fils où on enrobe le métal de plastique comme ça on est sûr de ne pas être dans le contact de la boucle. Donc sécurité électrique on ne se met jamais dans une boucle. C'est pour ça que la prise on ne la touche pas avec les doigts, parce que sinon on rentre dans la boucle
1032	E2	On met pas un clou dans un trou et un clou dans l'autre,
1033	EB	Voilà on ne met pas une épingle à cheveux dans les deux bornes

1034	E1	Moi ce que je leur dis aussi c'est que les montages on les fait à l'école, pas à la maison
1035	EB	Evidemment le fondamental de tout ça c'est que l'électricité on peut jouer avec une petite pile, mais il est hors de question de toucher aux prises de la maison. Mais leur montrer une prise, leur montrer qu'ici on a deux bornes (en montrant une prise) comme on a deux lames et que dedans c'est deux fils métalliques qui sont isolés, ce n'est pas idiot de le faire. On peut regarder que très vite c'est en plastique pour éviter justement que, quand on rentre la prise, que l'on soit nous en contact. Il ne faut jamais être en contact. Il ne faut jamais rentrer dans la boucle. Voilà ça c'est la sécurité minimale et suffisante je dirais, pour le moment pour ce que l'on fait, après quand ils seront au collège, ils iront plus loin, mais là déjà on va jusque là.
1036	E2	Ce que l'on vient de faire, c'est le niveau exigible du cycle 3 ?
1037	EB	Alors ce que l'on vient de faire c'est pour le moment, oui on est quasiment à ça. Cycle 3 on va essayer d'allumer 2 ampoules
1038	E2	On ne fait pas l'interrupteur ?
1039	EB	Mais vous avez fait l'interrupteur, vous l'avez fait votre interrupteur
1040	E2	Un branchement
1041	EB	Vous l'avez fait votre interrupteur
1042	E2	Et pour schématiser les circuits ?
1043	EB	Alors pour schématiser les circuits, quand on a représenté les choses, on n'est pas obligé d'utiliser les schémas conventionnels donc on peut rester sur une pile (dessin de la pile) d'une ampoule (dessin de l'ampoule) un fil (dessin du fil) et si vous voulez un interrupteur (dessin interrupteur) voilà
1044	E1	Mais ça pour moi c'est pas un schéma, c'est un dessin
1045	EB	C'est entre les deux
1046	E2	On peut schématiser du coup, pas dessiner
1047	EB	Alors vous pouvez ne pas schématiser du tout (elle efface l'interrupteur) , faites comme vous voulez, le plus important c'est avec les enfants de se mettre d'accord sur quoi représente quoi , ça ça représente un fil, ça ça représente une pile, alors souvent les enfants ils font deux traits pour faire un fil, très souvent deux traits c'est un fil, parce que le fil, il a une épaisseur, on se met d'accord pour dire, un trait représente un fil, et puis l'ampoule, avec le filament, le culot et le plot et puis après si je dessine la douille je peux dessiner la douille mais autant rester sur l'ampoule
1048	E1	Mais moi je trouve que le schéma ça apporte un petit plus dans le sens où on tombe sur quelque chose de conventionnel que tout le monde peut lire et ça permet aussi de passer du schéma à la réalisation
1049	EB	Alors avec ça vous pouvez passer à la réalisation
1050	E1	Oui mais…
1051	EB	Vous êtes dans une schématisation, pas un dessin, si j'avais fait un dessin j'aurais fait ça, j'aurais mis de la couleur, j'aurais mis ça, et j'aurais mis que c'était granuleux ici (autour du fil) et de la couleur etc., etc.
1052	EB	Vous êtes déjà dans un schématisation
1053	E1	Oui mais on a des formes un peu différente, moi c'est-ce qui me gêne un peu par rapport à un schéma qui est beaucoup plus conventionnel
1054	EB	Mais c'est un schéma, c'est un schéma donc vous décidez en classe que ça, ça représente la pile (dessin de la pile) ça ça représente l'ampoule (dessin de l'ampoule) et puis un fil c'est un trait c'est un schéma c'est une convention dont on se met d'accord ensemble dans la classe, après on peut dire que de façon internationale et mondiale on s'est mis d'accord sur un certain nombre de conventions, ce n'est pas au programme de faire ça mais si vous voulez faire, faites-le, ce n'est pas un souci, autant dire que tout le monde s'en fout. La représentation internationale c'est quoi ? C'est (dessin de la pile) c'est une pile, ça (dessin de l'ampoule) c'est une ampoule, et un fil on le représente par des traits droits voilà, vous perdez en faisant cela
1055	E1	Moi je trouve qu'on voit mieux la notion de circuit comme ça
1056	EB	Non parce que la notion de circuit, c'est la notion de boucle qu'il y a derrière. Là la boucle vous la voyez, si vous ne la voyez pas c'est que vous êtes aveugle. Elle part de là et elle va là
1057	E3	Enfin moi je vois, en CM on introduit plusieurs ampoules enfin je viens de la faire cette séance là. Comme on introduit plusieurs ampoules, comme évidemment il y a plusieurs solutions qui apparaissent, c'est à ce moment que j'introduis la notion de schéma car on n'arrivait plus à lire leur dessin.

1058	E1	Avec le schéma on peut faire ça (l'enseignant fait un schéma au tableau) et à partir de ça on fait tout ce qu'on veut, on a un circuit et à partir de ce moment là (il dessine le schéma de trois ampoules) dès qu'on a le circuit tout s'éclaire pour les enfants
1059	EB	Il y a un problème dans ce que vous faites là, vous cachez un truc qui est extrêmement difficile à se remémorer pour les enfants, c'est qu'une ampoule a deux bornes et que l'on met un fil sur une borne et l'autre sur l'autre borne et on le cache très vite tout ça car on met les douilles et les fils et c'est terminé
1060	E1	L'enseignant montre au tableau comment le fil rentre d'un côté et sort de l'autre dans son schéma
1061	EB	Ça c'est votre convention, c'est votre convention c'est pas la convention internationale, c'est votre choix à vous mais pourquoi pas, ce n'est pas un souci mais ça rentre bien là, moi je ne veux pas que ça rentre, je veux que les fils arrivent dessus. Donc c'est votre choix conventionnel de faire ce schéma pour votre ampoule, pourquoi pas, si vous voulez faire du conventionnel qui soit du conventionnel faites ça (elle montre le schéma conventionnel de l'ampoule) ça c'est une représentation de l'ampoule pour la convention internationale
1062	E1	Oui
1063	EB	Si vous faites un schéma comme ça vous ne l'éclairez pas
1064	E1	Oui mais là, je vais faire un interrupteur
1065	EB	Oui mais même, même, si vous faites un schéma conventionnel, il est hors de question de faire des petits machins comme ça autour (dessine au tableau). Ou vous êtes dans une convention internationale ou vous n'y êtes pas
1066	E2	On peut pas faire un schéma dans lequel l'ampoule est éclairée
1067	EB	Montre le dessin qu'elle a fait au tableau.
1068	EB	Montre le dessin conventionnel et indique : là si vous voulez vous faites entrer des choses dans un schéma conventionnel international et vous ajoutez des choses, le problème du mélange c'est que quand ils vont arriver au collège, on les massacre s'ils font ça au collège
1069	E1	Moi j'ai des schémas où l'ampoule est allumée comme ça
1070	EB	Et bien ils ont tort
1071	E2	Ils ont mélangé les deux
1072	EB	Et bien ils ont tort, là j'ai un tas de bouquins que je vous ai sortis où on fait du dégommage en règle, mais les bouquins je vous dis pas les horreurs qu'on y voit en général
1073	E1	Donc quand on schématise on ne peut pas représenter une ampoule allumée ?
1074	EB	Si vous faite un schéma avec une convention international, une fois qu'il est fermé cette ampoule est allumée, la question ne se pose même pas
1075	E3	On n'a pas besoin de schématiser qu'elle est allumée on le voit et en fait pour montrer qu'il n'est pas fermé on fait juste deux traits
1076	EB	Pour montrer qu'il n'est pas fermé il suffit de faire le dessin d'un interrupteur (dessin au tableau)
1077	E4	Quand on veut faire valider ce genre de circuit , est-ce que le circuit est ouvert ou fermé, moi je leur ai demandé de colorier l'ampoule en jaune quand elle est allumée
1078	EB	Oui mais vous n'avez pas dessiné l'ampoule comme ça
1079	E4	Euh si
1080	E1	Parce que ça ils appellent ça un dessin pas un schéma (il montre le dessin d'EB au tableau)
1081	EB	Mais qu'est-ce que ça change, en quoi ça vous gêne de dessiner une ampoule en schématisant comme ça ? rien
1082	E4	Ou avec la douille par exemple
1083	EB	Là vous la faites comme vous voulez, pas de souci. Après vous pouvez la colorier enfin je veux dire c'est pas grave, en gros on va pas vous faire haro sur le baudet parce que ce n'est pas bon
1084	E4	Enfin moi je sais que quand on est parti sur plusieurs ampoules, pour dessiner la solution on s'était tous mis d'accord sur on la représente comme ça, les fils on les met bien sinon c'était illisible pour les autres
1085	EB	Ce que je veux dire par là c'est que on se met d'accord sur une représentation, on se met d'accord sur cette représentation là on comprend ce qu'elle veut dire, ensuite on voit que quand on fait cette représentation là c'est un peu compliqué parce que les fils on les met dans tous les sens, on fait des petits fils on fait des grands fils et ils peuvent se croiser donc on va s'arranger pour que notre représentation elle soit plus lisible et pour la rendre plus lisible on peut se mettre d'accord sur le fait que les fils on va les représenter par des traits droits, on

		adapte notre convention et ça on a toujours le droit de le faire et on le fait il n'y a aucun problème avec ça c'est bien de le faire, le plus important, mais c'est-ce que vous avez fait, c'est que les gamins fassent le lien avec les différents niveaux. Ceci est un fil tout tordu mais moi pour le représenter plus lisible je le représente par un trait, je ne vais pas représenter la pince crocodile et la douille et puis si je me décide à représenter l'ampoule par un rond et bien je fais un rond mais on s'est mis d'accord sur ça on sait bien que mon ampoule a bien deux bouts, c'est pour ça que passer par là c'est bien
1086	E2	Plus ils sont petits plus…
1087	E3	Pour les circuits plus c'est conventionnel c'est une progression en supposant que chaque année on fasse de l'électricité
1088	EB	On ne fait pas chaque année de l'électricité, mais oui mais il n'y a pas grand chose à faire en électricité. Il y a ce qu'il y a à faire au programme et puis c'est tout
1089	EB	Donc en cycle 2 on va allumer le nounours allez-y, faites-moi un schéma maintenant que l'on a discuté des schémas. Vous allez me faire un schéma qui va me permettre d'allumer l'ampoule. Schématisez moi votre nounours avec les branchements que vous voulez faire avec la pince crocodile de façon à allumer le nounours. Mais schéma c'est le niveau que vous voulez, vous pouvez utiliser le schéma comme ça (montre le 1er schéma dessiné au tableau), avec un fils comme ça et un fil comme ça, vous pouvez représenter les pattes du nounours par deux petits carrés vous pouvez utiliser un schéma (dessin 2 conventionnel) si vous voulez. Au choix, vous choisissez votre schéma
1090	E3	C'est pas plus facile pour des enfants petits de manipuler d'abord, c'est vrai que ce n'est pas la même démarche d'accord
1091	EB	Alors là comme ils vont dessiner d'abord, parce qu'ils ont dessiné plein de choses, normalement ils savent comment faire les choses
1092	E3	Je parlais tout au début quand on leur donne les dessins
1093	EB	Il n'y a qu'à connecter
1094	E3	Oui mais
1095	EB	Ils ont des idées, ils ont des idées
1096	E3	Parce que c'est vrai que moi je n'ai pas du tout procédé comme ça, je leur ai montré la pile et une ampoule et je leur ai dit : débrouillez-vous et après je leur ai fait dessiner en grande section
1097	EB	Oui en grande section c'est ça, en grande section oui
1098	E3	Et d'ailleurs après lorsqu'ils ont schématisé, j'ai refait faire, je leur ai donné leur dessin un autre jour et je leur ai demandé de refaire des fois justement parce que des fois ils plaçaient l'ampoule n'importe comment et je leur montrais que s'ils plaçaient leur ampoule n'importe comment sur le dessin ça ne pouvait pas fonctionner
1099	EB	Très bien
1100	E3	J'avais peur d'être à côté de la plaque
1101	EB	C'est bien cycle 2 CP CE1 si vous voulez moi l'électricité je la réserve au CP, je ne la fais pas en grande section parce qu'il y a d'autres choses à faire avant le CP qui ne peuvent être faites en CP style le travail sur les ombres ce genre de choses là c'est la raison pour laquelle... Mais non c'est très bien, notamment avec des constructions
1102	EB	Bon vous y êtes arrivés ?
1103		Manipulation
1104	E1	Non, non, ça ne va pas ça
1105	EB	Alors une fois que vous avez fait votre dessin comment vous faites pour savoir ? Allez-y essayez
1106	EB	Donc allez-y faites vos montages, utilisez les fils pinces crocodiles c'est quand même plus pratique
1107		Manipulation
1108	EB	Ça marche ça, vous avez vérifié ?
1109		Manipulation
1110	EB	Non c'est pas la même chose le schéma
1111	EB	Il y a un souci, est-ce que vous avez une boucle qui est fermée lorsque les pattes se ferment ? Et non
1112		Manipulation
1113	E3	Si je ferme là oui

1114		Manipulation
1115	EB	Regardez, alors souvent on a tendance à dessiner ça (elle montre un nouveau dessin) mais là j'ai une boucle fermée tout le temps quand les bras sont ouverts , il se trouve que si je touche les deux bras ça fait une boucle plus courte qui ne passe pas par ..... Et là ça fait un court-circuit et là vous êtes en train de griller votre pile, ce que vont faire les gamins. Ce qu'il faut faire c'est quoi, il faut faire une boucle où quand ça se touche, ça soit fermé. Si je commence par ici (démonstration au tableau) ça boucle le circuit et là j'ai une boucle qui se ferme quand les deux pattes se touchent
1116	E4	Comment on peut représenter ça, les fils justement
1117	EB	Alors vous pouvez mettre des différents éléments, alors vous voyez pour mettre les fils à gauche et à droite avec les pattes ce n'est pas simple. On fait le circuit (démonstration d'un autre dessin au tableau) voilà on propose aux enfants comment je mets les fils, ça ce sont les pattes comment je peux mettre les fils pour que ça s'allume quand les pattes se touchent et les enfants dessinent les fils et puis ça ensuite on le fait sur le dessin du nounours. Les petits les GS c'est un peu compliqué ça mais vous avez des gamins qui sont très capables de le faire
1118	E5	Oui je m'en doute
1119	EB	Ca c'est cycle 2
1120	E2	Pour le cycle 2 le 1er schéma
1121	EB	S'ils font ça comme schéma (montre le schéma du nounours) ils essayent et ça marche pas
1122	E4	Ils n'y arrivent pas on leur donne le schéma 1 ou alors on leur donne tout de suite
1123	EB	Vous leur donnez plus de fils que ça en leur disant qu'on n'est pas obligé de tout utiliser, vous ne leur donnez pas tout de suite le schéma (montre le schéma simplifié du nounours) vous pouvez leur donner ce schéma sans les fils
1124	E4	Parce que sinon ils me semblent qu'ils vont tâtonner
1125	EB	Ah mais ils vont tâtonner
1126	E4	Oui c'est intéressant mais est-ce qu'ils ne vont pas se décourager ?
1127	EB	A vous de les relancer et de leur dire
1128	EB	SVP, ça va vous y arrivez ?
1129	E5	On va y arriver
1130	EB	Au cycle 3 on continue comment, on continue en essayant d'allumer deux ampoules et là on a un circuit où l'on a deux boucles. On a une boucle (elle dessine deux ampoules sur la même boucle) ou on a deux boucles (elle dessine les deux boucles) et puis là ce sont les yeux de mon nounours et puis après, où je mets l'interrupteur pour que les deux ampoules s'allument en même temps ou s'éteignent en même temps ?
1131	E3	Les deux façons sont bonnes ?
1132	EB	Les deux façons sont bonnes simplement ça ne s'allume pas de la même façon si je suis sur une boucle ou sur deux boucles c'est-à-dire un montage en parallèle ça ne s'allume pas de la même façon mais ça c'est vraiment cycle 3, fin de cycle 3 et s'ils ont bien avancé avant. Vous y êtes arrivé ?
1133	E5	Oui oui
1134	EB	Vous avez compris la notion de boucle ?
1135	EB	Alors vous voyez aussi le travail en groupe, le fait de travailler à plusieurs, ça enrichit énormément donc ça c'est un jeu important. Un jeu de la relation entre les uns et les autres. Est-ce que ça va pour l'électricité ?
1136	EB	Voilà ce que l'on fait et c'est largement suffisant vous n'avez pas besoin d'aller plus loin. Si vous voulez monter en cycle 3, vous allumez deux ampoules et puis après on peut jouer à essayer de mettre des interrupteurs pour allumer une ampoule ou les deux. On peut y arriver avec ce circuit là (circuit parallèle) avec le circuit (la boucle) on ne peut pas
1137	E5	Et l'intensité des ampoules ?
1138	EB	Ici les ampoules brillent de la même façon mais moins fort (circuit une boucle) que dans l'autre (circuit parallèle) les ampoules brillent de la même façon, comme si c'était une seule ampoule
1139	E5	Et dans le circuit parallèle le nom des circuits est différent
1140	EB	Vous pouvez dire que quand il n'y a qu'une seule boucle c'est un montage en série et lorsqu' 'il y a deux boucles c'est un montage en parallèle, mais le montage en parallèle porte mal son nom, il n'a rien de parallèle
1141	E5	On peut dire en dérivation ?
1142	EB	Oui mais ça dérive, ça dérive

1143	E5	Et ça suffit
1144	EB	C'est largement suffisant
1145	EB	On se revoit SVP mardi toute la journée
1146	Transcription du 12/04/2012/ 00373	
1147		
1148		
1149		(Discussion entre collègues et présentation des nouveaux venus)
1150	E	On avait fait un travail sur la Lune la dernière fois , vous vous en souvenez ?
1151	E	Sauf pour ceux qui n'étaient pas là, donc vous avez loupé ce travail.
1152	E	Donc aujourd'hui on va continuer l'astro et voir ce qui se passe vu de notre bonne vieille Terre à l'exception de la lune, parce que la Lune, on a déjà vu.
1153	E	Ce que je vais vous demander, c'est de me dire ce que vous savez, sur ce que l'on voit nous, mais vu de la Lune.
1154	P6	Ce qu'on voit vu de la Lune ?
1155	E	J'ai dis de la Lune ? Non c'est-ce qu'on voit de la Terre. Par exemple actuellement, même si les volets sont fermés il fait jour et puis je sais qu'il va faire nuit, donc on a une alternance jour nuit. Ça je le vois vu de la Terre, qu'est-ce que je vois d'autre ?
1156		(E écrit au tableau les propositions des enseignants au fur et à mesure)
1157	P1	Le soleil se déplace dans le ciel.
1158	P2	Les étoiles bougent dans le ciel pendant la nuit.
1159	E	Attendez, le soleil dans le ciel se déplace, est-ce que vous pouvez me dire comment il se déplace ?
1160	P1	Est en ouest.
1161	E	C'est vrai ça ?
1162	P3	Ben oui ! On l'a vu.
1163	P1	C'est-ce qu'on voit.
1164	P4	On nous l'a appris.
1165	E	Exactement à l'est et exactement à l'ouest ?
1166	P3	Oh ben à peu près.
1167	E	Eh! Est-ce que .. ?
1168	P3	On ne connait pas par cœur nos petites histoires.
1169	E	Est-ce que vous avez vu que le soleil dès le matin, que vous soyez en été ou en hiver, n'est pas tout à fait au même endroit ?
1170	P3	A l'équateur, ça donne ça (fait une droite horizontale sur la graphique) et puis si vous êtes dans l'hémisphère nord, Pôle nord ou pôle sud, ça nous fait ça (fait un « créneau » sur le graphique) car effectivement je l'ai pas dit mais à l'équateur, on a 12 heures de jour et 12 heures de nuit.
1171	P3	Mais en gros, c'est l'est et en gros c'est l'ouest.
1172	E	Oui donc, c'est plus ou moins vers l'est et puis il se couche plus ou moins vers l'ouest.
1173	P3	Plus ou moins, il est tout en haut à midi.
1174	E	Qu'est-ce que vous avez vu d'autre ?
1175	P4	On peut voir la Lune.
1176	E	Oui, mais la lune on a réglé son histoire, on ne parle plus de la Lune.
1177	P7	Il est moins longtemps dans le ciel.
1178	E	Est-ce que vous me dites, qu'il se lève plus ou moins à l'est ? Et vers l'ouest ? Que dire d'entre les saisons, que se passe t' il ?
1179	P3	Ben, il ne se lève pas à la même heure en fait.
1180	E	Il ne se lève pas à la même heure donc on a …
1181	P3	Et il ne se couche pas à la même heure.
1182	E	Voilà, on a des durées d'éclairement différentes.
1183	P3	Moins longues ou plus courtes ?

1184	P2	La journée en hiver.
1185	E	Moins longues quand ?
1186	P3	En période d'automne à hiver.
1187	E	Automne hiver est plus longue ?
1188	P3	Printemps été.
1189	E	Printemps été ?
1190	E	Alors qu'est-ce que vous savez d'autre ?
1191	P1	L'hiver, il est plus rasant et il va moins haut dans le ciel.
1192	E	Oui, vous avez vu ça, déjà l'hiver le soleil est moins haut dans le ciel et il est plus rasant et comment on le voit ? On peut regarder le soleil directement mais ce n'est pas bon.
1193	P1	Les rayons ?
1194	P5	Les ombres ?
1195	E	Les ombres sont plus longues en hiver qu'en été. Vous avez déjà observé ça ? Comment faites vous pour observer ça ?
1196	P4	Oui bien sûr.
1197	E	Parce que, si je regarde mon ombre le matin et que je regarde mon ombre à midi, sa taille varie énormément.
1198	P6	Plusieurs fois par an.
1199	E	Alors, on va le faire plusieurs fois par an. Mais est-ce que l'on va faire juste une seule mesure ?
1200	P6	Sur une journée mais bon..
1201	E	Voilà, vous mettez un piquet dans le sol, vous tracez des ombres sur la journée, vous faites ça en été et en hiver et puis pour comparer les choses comment faites-vous ?
1202		(Pas de réponses)
1203	E	Vous vous souvenez d'Ératosthène ?
1204	P3	Il se mettait dans deux points différents, enfin pas lui.
1205	E	Et comment il faisait pour comparer les choses et dire qu'il y avait une ombre à Alexandrie et pas d'ombres à Assouan ?
1206	P3	Il demandait aux copains.
1207	E	Oui, il pouvait demander aux copains
1208	P3	De faire le dessin.
1209	E	Oui, mais comment il comparait les ombres ?
1210	P1	Les couleurs ?
1211	E	Ératosthène pas d'ombre, vous vous souvenez une ombre à Alexandrie et pas d'ombre à Assouan.
1212	E	Oui, mais à quel moment ?
1213	P4-P1	A midi.
1214	P3	A une heure précise !
1215	P2	Au zénith.
1216	E	Oui à une heure précise, mais comment on connait l'heure ?
1217	P3	Et non, on ne sait pas l'heure. Eh ben, il faut observer toute la journée pour voir que euh... Pour décider d'une heure.
1218	P1	Par rapport au zénith, quand il y en avait un qui était au zénith.
1219	E	Alors, on observe toute la journée et on regarde l'ombre la plus courte sur la journée.
1220	E	Donc pour … les ombres les plus courtes ; l'ombre, le moment où elle est la plus courte, c'est-ce qu'on appelle...
1221	P1	Le zénith ?
1222	E	Perdu !
1223	E	Ca, c'était Ératosthène à Assouan. Donc, quand je regarde le moment où l'ombre est la plus courte, c'est-ce que j'appelle midi solaire et je constate qu'en hiver mon ombre est plus grande qu'en été.. Vous savez bien, en hiver on a envie de pique-niquer au soleil mais sous les arbres il y a des grandes ombres, puis en été, on aimerait bien trouver de l'ombre et les ombres sont petites.
1224	E	Qu'est que vous savez d'autre ? (silence)
1225	E	Pendant la nuit ?

1226	P6	Il y a des étoiles.
1227	E	Et les étoiles qu'est-ce quelles font dans la nuit ?
1228	P4	Elles bougent.
1229	E	Elles bougent, pendant la nuit à une certaine heure, on peut voir une étoile. Quelques heures plus tard, cette étoile changeait de position.
1230	P2	Les étoiles tournent sur une nuit.
1231	E	Les étoiles tournent sur une nuit. Est-ce que toutes les étoiles tournent sur une nuit ?
1232	P4-P5	Non.
1233	E	Non, sauf qui ?
1234	P3	L'étoile qui brille le plus là.... Polaire!
1235	P2	L'étoile du berger.
1236	E	Oui, l'étoile polaire.
1237		(E prend un manuel scolaire)
1238	E	Je ne sais pas si vous avez déjà vu, comme vous allez aller bientôt à l'observatoire, mais voilà sur une nuit ce que l'on voit.
1239		(E montre une photo d'un appareil tourné vers le ciel et qui est mis en position pendant toute la nuit)
1240	P3	Mais dis donc ! Comment on peut voir les traits ?
1241	E	Bien, comment on peut voir ça ? Vous, vous ne le voyez pas ça.
1242	P3	A mais c'est pas moi ça, c'est une spécialiste.
1243	E	On fait une photo en pause longue.
1244	P3	C'est l'interrupteur ouvert.
1245	E	Donc on a toutes les étoiles qui tournent autour d'une autre, et l'étoile du milieu, celle qui ne bouge pas , c'est l'étoile qu'on appelle l'étoile polaire. Ça c'est sur une nuit.
1246		(E fait un dessin représentatif de la photo)
1247	E	Est-ce que vous savez ce qu'il se passe sur une année ?
1248	P3	Oh ! C'est pire que çà.
1249	E	Est-ce que je vois toujours les mêmes ? (montre les traînées des étoiles sur le dessin)
1250	P3	Ah ben il paraît que non !
1251	E	Ah ben il paraît que non ?
1252	P3	J'ai pas vérifié.
1253	E	Vous connaissez votre horoscope ?
1254	P3	Le signe astrologique ?
1255	E	Oui. Votre signe astrologique est lié à certaines étoiles qu'on voit dans le ciel à un moment de l'année. C'est-ce qu'on appelle des constellations et que vous soyez bélier, taureau, capricorne ou je ne sais quoi, au moment où vous êtes né, on voyait cette constellation dans le ciel.
1256	P3	L'endroit où on naît ça compte ou pas ?
1257	E	Est-ce qu'on voit les mêmes étoiles dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud ?
1258	P5-P2-P4	Non.
1259	P6	On voit déjà une différence entre Nice et Paris.
1260	E	Non, on a différentes étoiles visibles suivant notre position sur le globe et on a des constellations visibles suivant les périodes de l'année. Ça va ?
1261		Euh été hiver, on va peut être revenir sur ça, est-ce que tout le monde est en été en même temps ? A différents endroits du globe ?
1262	P1	Ben non.
1263	E	C'est à dire ?
1264	P1	Ben, ça dépend de l'hémisphère.
1265	P2	C'est antipode, c'est l'opposé.
1266	P1	Ben, ça dépend de l'hémisphère.
1267	E	Hémisphère nord, hémisphère sud, je mets un HN pour hémisphère nord et un HS pour hémisphère sud. Les saisons sont inversées, c'est à dire, quand on est en été chez nous...
1268	P3	Les saisons sont inversées chez nous, mais est-ce que les constellations, est-ce que dans

		l'hémisphère sud on voit le...
1269	E	On ne voit pas les mêmes.
1270	P3	Par exemple, quelqu'un qui est né capricorne en France, est-ce que dans l'hémisphère sud il correspond au capricorne ?
1271	E	Il ne voit pas capricorne.
1272	P3	Du coup, quand il lit le journal !
1273	E	C'est culturel.
1274	P3	Alors dans l'hémisphère sud, ils en ont un autre ?
1275	E	Non, ils ont fait autre chose. En Australie et en Amérique du sud, les gens qui sont arrivés et qui ont imposé leur culture, c'est qui ?
1276	P3	Je ne sais pas.
1277	E	C'est nous : les occidentaux, on leurs a imposé notre culture.
1278	P3	Donc c'est par rapport à l'hémisphère nord que l'on fait les signes astraux mais dans l'hémisphère sud ils subissent cette fausseté.
1279	E	Hémisphère nord, hémisphère sud inversé.
1280		Qu'est qu'on peut dire au niveau du pôle nord et du pôle sud ? Est-ce que vous savez ?
1281	P6	Il y a l'hiver polaire, il y a la nuit la plus longue. Euh non.. C'est le jour le plus long au sud.
1282	P1	Ils ont 6 mois de jours et 6 mois de nuits, grosso modo.
1283	E	Oui, pôle nord, pôle sud, on a 6 mois de jours et 6 mois de nuits. Qu'est-ce qu'on sait d'autre sur les saisons ? Ah oui, ça c'est un classique.
1284	E	Quelle est la journée la plus longue de l'année ?
1285	P3	Chez nous ?
1286	E	Oui chez vous.
1287	P6-P4	C'est le 21 juin. C'est le solstice d'été. Après le solstice d'hiver, c'est le 21 décembre.
1288	E	Et donc la journée la plus courte ?
1289	P6-P4-P2	Le 21 décembre.
1290	E	Et c'est le solstice ?
1291	P2	D'hiver.
1292	E	Et puis entre deux, on a quoi ?
1293	P6-P4-P2	Les équinoxes !
1294	E	L'équinoxe ça correspond à quoi ?
1295	P1	12 heures jour et 12heures nuit.
1296	P2	La durée du jour égale à celle de la nuit.
1297	E	12 heures jour et 12 heures nuit. Vous connaissez les dates ?
1298	P2-P4	21 mars et 21 septembre.
1299	E	21 et plus ou moins quelques jours.
1300	E	Question pour vous : En hiver, les jours ils rallongent ?
1301	P2	A partir du 21, ils rallongent car le 21 décembre c'est le jour de l'hiver.
1302	E	Donc le 21 décembre, c'est le jour le plus court, c'est le jour de l'hiver.
1303	E	Donc en hiver, les jours rallongent. Et en été ?
1304	P8	Ils commencent à raccourcir.
1305	E	Ils raccourcissent. Ça c'est vraiment, c'est vraiment traître. Donc pour faire ça avec les enfants, ce qu'on fait, c'est comme le Magnard. On va prendre le Magnard, c'est très bien.
1306		(E prend un manuel scolaire puis dessine au tableau, un tableau avec des barres verticales qui sera rempli au fur et à mesure)
1307	E	On prend un calendrier des postes, on repère les heures de lever et de coucher du soleil. On a fait un machin avec des barres comme ça, on a repéré avant l'heure où le soleil se levait le plus tôt: 5h et l'heure où le soleil se levait le plus tard: 23h. On a compartimenté tout ça et les enfants prennent un certain nombre de jours de l'année. Vous faites ça par groupe, vous prenez deux ou trois mesures par mois, on va dire le 15 et le 25 du mois, donc janvier, février, mars... Ça en fait combien ? Comme vous avez 12 mois ça fait 24 machins, donc ça peut être un peu long, on peut se répartir ça entre deux groupes de gamins. Puis on va regarder le premier du

		mois : à quelle heure le soleil se lève ? Il se lève à 8h. A quelle heure il se couche ? Il se couche à 19h et puis on fait ça pour les différentes dates. Une fois qu'on a fait ça, on découpe les bandes et on les colle à coté les unes des autres. (on retrouve un graphique)
1308		Le jour le plus long, le 21 juin. Le jour le plus court, le 21 décembre et en entre les deux, il y a des jours à 12 heures et c'est les équinoxes. Ça peut être rigolo de le faire, maintenant on trouve cela sur pas mal de choses comme les éphémérides sur les différents coins du globe. Vous faites ça au pôle nord, ça au pôle sud et ça à l'équateur et si on est à l'équateur, qu'est que vous voyez ?
1309		A l'équateur, ça donne ça. (fait une droite horizontale sur la graphique). Si vous êtes à l'hémisphère nord, Pôle nord ou pôle sud, ça nous fait (fait un « créneau » sur le graphique). Effectivement je ne l'ai pas dit encore, à l'équateur, on a 12 heures de jour et 12 heures de nuit.
1310		(discussion sur les observations fait à l'équateur pendant le voyage d'un instituteur)
1311	E	Bon maintenant, on a tout ce qu'il nous faut pour travailler. Alors maintenant voilà le deal que je vous propose : vous avez une source de lumière qui représente votre soleil. Bon on est bien clairs, ce n'est pas un vrai beau soleil, il n'éclaire pas dans toutes les directions. Vous avez un soleil qu'il va falloir bouger pour qu'il éclaire dans toutes les directions. On a vu aussi que les rayons du soleil nous arrivaient comment ?
1312	P9	Parallèles ?
1313	E	Parallèles. Là c'est clairement pas le cas sauf si je m'éloigne un peu. Donc l'idée, ça va être d'essayer de tout reconstruire avec notre soleil et cette boule qui va nous servir de Terre. On va essayer de reconstruire ce qu'on voit nous de la Terre, mais ça veut dire qu'il peut y avoir plein de solutions possibles. On va essayer de construire des modèles qui vont nous permettre de voir les choses telles qu'on les voit. C'est moi qui vais poser les questions au fur et à mesure et la première question elle est très simple : Comment vous pouvez, avec ici notre Terre qui est une boule, expliquer le fait que quand il fait jour en France, il fait nuit à Pékin ? Comment expliquer que quand il fait jour à certains endroits du globe, il fait nuit à d'autres endroits ? Vous allez manipuler mais j'aimerais que pour chaque question vous fassiez une phrase ou au moins un dessin.
1314		(Installation du matériel et mise en place de l'expérience pour les trois groupes)
1315		
1316		(discussion du groupe 1)
1317		(Manipulation de la boule de polystyrène (Terre) et du rétroprojecteur (Soleil)
1318	P1	C'est bon, il fait jour à Pékin et nuit en France.
1319	P3	Parce qu'on imagine que Pékin c'est là ?
1320	P4	Mais comment tu l'expliques ?
1321	P3	Ben, comme la Terre tourne.
1322	P4	C'est de l'autre coté de la Terre.
1323	P3	Il y a qu'une face à chaque fois qui est éclairée.
1324	P2	C'est juste un (fait une forme de disque avec ses mains)
1325	P3	Les rayons du soleil comme ils vont droits...
1326	P1	Il faut faire un schéma qui explique.
1327	P3	En fait, elle nous dit : il fait nuit à Pékin, il fait jour chez nous, où se trouve Pékin ? Ah alors c'est comme ça que je vais faire moi. Parce que le coté « Comment expliquer que ? », ça veut dire qu'on le sait déjà.
1328	P2	Ben oui !
1329	P3	Tandis que moi, je pose la question où est Pékin puisqu'il fait nuit chez eux ? Alors je t'éclaire Nice et je ne t'éclaire pas Pékin. Donc je pose la gommette dans la partie non éclairée.
1330	E	La question c'était quoi ?
1331	P2	Expliquer pourquoi quand il fait jour à Nice il fait nuit à Pékin ?
1332	E	Vous avez fait des dessins ?
1333	P4	(demande à P1 en montrant les rayons du soleil sur son dessin)< mais tu n'as pas fait dans la même inclinaison ? >
1334	P1	Ben non, ça arrive parallèle.
1335	P3	Mais j'ai déjà fait ça avec mes élèves, avec un livre qui s'appelait : *Léon*. Le soleil ne voulait plus se lever. Il est très bien ce livre.
1336		(E fait le rappel des consignes pour tout le monde)

1337	E	Comment vous dessinez votre séparation jour nuit ? On a dit que le soleil, les rayons qui nous arrivaient, ils étaient comment ?
1338	P9	Parallèles.
1339	E	J'ai vu des dessins comme ça. (E fait un dessin avec un soleil et juste à coté des rayons parallèles)
1340	P1	Comme le soleil est beaucoup beaucoup plus grand. On ne peut pas faire.
1341	E	Comme il est beaucoup beaucoup plus grand, vous vous souvenez, on en a parlé la dernière fois. Comme il est très très très loin aussi, on a dit qu'on allait considérer que les rayons du soleil nous arrivaient parallèles. Donc (en montrant le dessin), ça me semble un peu perturbant comme représentation avec un petit soleil et des rayons parallèles à coté, c'est un peu contradictoire. Ce que je vous propose, c'est qu'on ne dessine pas le Soleil. On dessine juste les rayons. Ce que vous m'avez fait, c'est la boule Terre. Comment on fait la séparation jour nuit sur la boule ?
1342	P4	Un trait ?
1343	P1	Ben on le fait perpendiculaire aux rayons du Soleil.
1344	E	Des rayons qui arrivent jusqu'en haut et des rayons qui arrivent jusqu'en bas.
1345	P5	Perpendiculaires.
1346	E	Et donc perpendiculairement ici. Les rayons arrivent là, ici c'est les limites et puis de l'autre coté c'est la nuit. Est-ce que ça va ça ?
1347	P5	Ben non, faut l'axe aussi.
1348	E	Est-ce qu'il faut mettre l'axe ou pas ? Alors je vous ai donné un petit bâton pour le moment pour tenir la Terre, vous allez le faire car là ça vous a perturbé. Certains ont dessiné l'axe. (dessine un axe sur le dessin du tableau ainsi que d'autres Terres) Bilan des courses : je dessine l'axe du coup ma séparation jour nuit, elle se trimbale un peu partout. Alors, j'ai fait ma séparation jour nuit ici. Imaginons que j'ai fais mon axe comme ça (prolonge la séparation jour nuit vers le bas), j'ai ma séparation jour nuit qui est comme ça. Qu'est qu'il se passe maintenant pour ma séparation jour nuit si j'incline ma boule ? On regarde.
1349	P1	Elle est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil.
1350	E	Est-ce que ça change quelque chose ou pas ?
1351		(La manipulation recommence, Discussion du groupe 1)
1352	P1	La séparation est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil.
1353	P3	Bien sur.
1354	P1	Quelque soit l'axe.
1355	P4	De mon point de vue, tu as l'impression que ça ne fait pas le même. (montre la limite entre le jour et la nuit)
1356	P1	(Prend une règle) Le trait est toujours comme ça (montre que c'est perpendiculaire aux rayons), vas y bouge (P4 bouge la boule) , là il est comme ça.
1357	P4	Là où je suis la limite elle est là.
1358	P3	Parce que les rayons n'arrivent pas perpendiculaires.
1359	P1	(Bouge le soleil) Voilà, là, il est plus dans l'axe.
1360	P2	La séparation c'est toujours la même.
1361	P3	C'est toujours perpendiculaire aux rayons du soleil.
1362		
1363		(mise en commun, E complète les dessins au tableau)
1364	E	Vous avez tous vu que si on ne bougeait pas votre lumière et si vous inclinez l'axe comme ça (fait différents axes sur le dessin), la séparation jour/nuit, qu'est qu'il lui arrive ? Elle ne bouge pas. Il y a toujours une moitié du globe éclairée et une moitié qui ne l'est pas et la moitié qui est éclairée, c'est lié à la direction de votre lumière. Alors ça, l'air de rien, c'est simple une fois qu'on l'a vu mais c'est fondamental pour comprendre tout le reste. Et ça très, souvent, vous passez souvent très vite dessus avec les enfants et les enfants ce qu'ils pensent et font, c'est j'incline le globe et puis ma séparation jour nuit la voilà comme ça (E fait un dessin de la représentation que les enfants ce font). La séparation jour nuit ne bouge pas avec l'axe qui s'incline. Ça va ?
1365	P1	Ce n'est pas par rapport à l'inclinaison de l'axe.
1366	E	Ce n'est pas par rapport à l'inclinaison de l'axe mais à la direction des rayons de lumière. Ça vous pouvez mettre des gros warning de partout parce que c'est vraiment le truc à faire avec

		les gamins pour que les gamins le comprennent bien et s'en rendent bien compte.
1367		Comment on dit les choses ?
1368		(silence)
1369	E	Paris, Australie (les place sur le dessin) avec des mots, comment on met en mots l'histoire ?
1370	P2	Quand il fait jour à Paris, il fait nuit en Australie.
1371	E	Quand il fait jour à Paris, il fait nuit en Australie parce ce que ...
1372	P3	Parce ce que le soleil n'éclaire qu'une moitié de la Terre qui se trouve à Paris et que l'autre coté de la Terre est dans la nuit parce que le soleil ne parvient pas à … traverser la Terre.
1373	E	Vous voyez, formuler n'est pas simple. C'est très dur. Est-ce que c'est-ce que vous allez faire écrire aux enfants ?
1374	P3	Oh, ben moi non c'est sûr, parce qu'ils sont petits les miens, mais en cm2, oui. Mais je regarderai un livre avant pour vérifier.
1375	P5	Ben quand il fait jour à Paris il fait nuit en Australie parce que la Terre éclaire qu'une...
1376	P6	Le soleil !
1377	P5	Qu'une moitié de .. Parce que le soleil éclaire qu'une moitié de la Terre.
1378	P6	Et que l'autre moitié..
1379	P5	Et que l'autre moitié est dans l'ombre.
1380	E	Donc le soleil, il n'éclaire qu'une moitié de la Terre. Il fait jour à Paris et nuit en Australie parce que Paris se trouve dans la moitié éclairée par le Soleil et l'Australie se trouve dans la partie à l'ombre. On appelle ça l'ombre propre. C'est l'ombre sur quelque chose, la partie d'un objet qui n'est pas éclairée par une source lumineuse, c'est-ce qu'on appelle son ombre propre.
1381		Vous pouvez dire comme l'Australie est dans l'ombre, c'est pour cela qu'il fait nuit. Le soleil éclaire une moitié de la Terre , Paris se trouve dans la moitié éclairée et l'Australie se trouve dans la partie à l'ombre. On a fait la première étape !
1382		La deuxième étape : comment expliquer qu'il fait jour à Paris puis qu'il fait nuit à Paris ? C'est la même chose pour Nice. Comment expliquer l'alternance du jour et de la nuit ? Vous allez essayer de me trouver avec votre boule et votre soleil, au moins 3 représentations possibles qui permettent d'expliquer l'alternance du jour et de la nuit.
1383		
1384		(Reprise de la manipulation) (discussion du groupe 1)
1385	P3	On va dire qu'ici c'est Nice.
1386	P2	La Terre tourne sur elle-même.
1387	P3	On va dire que là, ça commence. Là je suis dans la nuit à Nice car je suis dans l'ombre. (s'adresse à P4) Viens ici tu ne vois pas !
1388	P4	Je te crois sur parole.
1389	E	Attention, on ne croit personne sur parole.
1390	P3	Viens et vérifie le résultat.
1391	P3	Ça y est je commence à tourner, ah il fait jour, c'est le début de la journée. Il est 6 heure du matin (continue de tourner la Terre). Oh, il est midi parce que je suis au milieu de la planète .. (se rend compte de son erreur) enfin, je m'aperçois que le soleil est tout en haut du ciel et je continue de tourner puis la journée continue. Dites-moi quand il fait nuit.
1392	P4	C'est le début de la nuit là.
1393		(P3 continue de tourner la boule)
1394	P3	Ici c'est le réveil, là la pause de 10h.. Et vous il est quelle heure chez vous ?
1395	P4	Le soleil se couche bientôt.
1396	E	Alors, vous en avait trouvé une ?
1397	P3	Oh mais plein là, 6 heure du matin, midi et 6 heure du soir. (fais tourner la boule)
1398	E	Ok, ça c'est l'alternance du jour et de la nuit en faisant tourner la Terre sur elle même.
1399	P3	Vous vouliez trois positions ?
1400	E	Non, je veux trois façons de faire qui permettent d'expliquer l'alternance du jour et de la nuit. Là vous en avez une.
1401	P1	(Prend le soleil et le fait tourner autour de la boule) il y a le soleil qui tourne autour de la Terre.
1402	E	Est-ce que ça marche ça ?
1403	P3-P4	Oui.

1404	P3	Sauf que, comme on a déjà les connaissances, si ça nous embrouille, on a de suite trouvé la bonne.
1405	P2	Oui mais …
1406	P3	Non, l'enfant ne va pas le faire. L'enfant va chercher que le soleil tourne.
1407	P4	(prends soleil et fais un mouvement à 180° au dessus de la boule) Oui parce que le soleil, il se lève puis il se couche.
1408	P3	Ah oui il va faire comme ça, soit il tourne soit il fait ça. Voilà on a trouvé 3 propositions.
1409	P1	
1410	P3	Mais non pas 3.
1411	P2	Il y a 2 possibilités. Et la troisième ?
1412	P3	C'est la Terre qui tourne sur elle même. La deuxième, le soleil qui (fait le mouvement à 180 °) , là il ne tourne pas tu vois ? Il fait un arc de cercle.
1413	P2	Il se déplace.
1414	P4	Il fait une courbe.
1415	P3	Ah non, c'est pas ça, il peut faire une courbe comme ça (elle montre une courbe dans l'axe horizontale) ou par en dessous.
1416	P4	Il tourne toujours.
1417	P1	Et pourquoi il ne ferait pas comme ça ? (mouvement rapide en arc de cercle au dessous de la boule) Il va là et il revient. Ah mais ce n'est pas possible car on verrait que le soleil revient dans l'autre sens dans le ciel.
1418	P3	On ne le voit pas quand il revient dans l'autre sens donc il tourne effectivement comme ça. (fait un mouvement de cercle vertical)
1419	P1	Ben alors comme ça. (prend la lumière pour le premier arc de cercle et éteint la lumière pour le retour puis rallume la lumière)
1420	P4	Ah ben alors le soleil s'éteint. Non il faut faire la balance. Même le dessus est éclairé.
1421	P3	Mais ça ne correspond pas à ce qu'on voit cette position là. Car nous on voit que chak chak (fait un mouvement circulaire horizontale autour de la boule).
1422	P2	Le soleil qui (fait un mouvement d'arc de cercle au dessus de la planète).
1423	P3	On le voit dans le ciel mais par ici (montre le plan horizontal du milieu de la boule), il est là le ciel.
1424	P4	Si le gamin, il imagine que le soleil se lève et qu'il se couche.
1425	P3	Ah non non, c'est pas l'est et l'ouest
1426	P2	Si.
1427	P3	Ben non, ce n'est pas l'est ouest, c'est Nord-Sud. On est ici (montre un point du globe) si le soleil fait un arc de cercle, on va le voir (regarde vers le haut et puis baisse la tête), nous on le voit faire ça (tourne la tête de droite à gauche).
1428	P4	Oui mais l'enfant n'a pas forcement le pré requis
1429	P3	Si elle a dit ça, on le sait qu'il se lève à l'est et se couche à l'ouest, on part avec ça comme… Qu'est qu'on voit et comment on imagine qu'il est en train de bouger dans le ciel d'après ce qu'on voit. Donc en fait, soit c'est elle qui tourne (on parle de la boule), soit c'est lui qui tourne et la troisième position ?
1430		(mise en commun)
1431	E	Combien vous avez trouvé de solutions ?
1432	P3	Que 2. On en a plein d'autres mais qui ne sont pas possibles.
1433	E	Est-ce que vous avez trouvé la Terre qui tourne sur elle même ?
1434	P3-P5-P10	Oui.
1435	E	Est-ce que vous avez trouvé un truc où la Terre ne bouge pas ?
1436	P3-P5-P10	Oui.
1437	E	Et vous avez fait quoi alors ?
1438	P2	Le soleil qui bouge.
1439	E	Vous avez fait tourner le Soleil. Et si vous dites que le soleil tourne et que la Terre ne bouge pas, cela se fait donc en combien de temps du coup ?
1440	P3-P2	En 24 heures.

1441	E	Alors vous avez fait tourner le soleil autour de la Terre, qu'est qu'on pourrait faire d'autre ?
1442	P3	Que la Terre tourne autour du soleil ?
1443	E	Essayer. Qu'est qui se passe si je fais tourner la Terre autour du soleil ?
1444	P3	On imagine qu'il éclaire de tous les cotés.
1445	P1	C'est comme la Lune.
1446	P3	On a trouvé.
1447	P4	Comme la Lune, en 24 heures il tourne.
1448	P3	Ah mais non, ça c'est pas bon, il y a le jour partout.
1449	P4	Non! Comme la Lune. La lune on a bien vu en 24 heures
1450	P3	Donc il faudrait qu'elle (la boule) ne tourne pas sur elle même.
1451	P1	Ben si comme la Lune, elle est fixe.
1452	P2	Ben non, elle ne tourne pas sur elle même
1453	P3	Elle est obligée de tourner sur elle même, parce que sinon...
1454	P1	C'est toujours la même face.
1455	P3	On va dire que c'est Nice, jour.
1456	P1	Il faut que le soleil tourne aussi.
1457	P3	Nuit. (fait tourner la boule autour de la lumière). Il faut qu'elle continue de tourner tout le temps.
1458	P2	Il faut que le soleil tourne et que la Terre tourne.
1459	P3	Il faut qu'ils tournent tous les deux.... C'est-ce qu'on croit qu'il se passe vu de la Terre. C'est le soleil qui tourne autour de la Terre mais en faite c'est nous qui tournons autour de lui parce que nous aussi on tourne sur nous même.
1460	E	Vous faites comment ?
1461	P3	On fait tourner les deux en même temps, c'est-ce que c'est la troisième ?
1462	P2	Uniquement la Terre, puis le Soleil puis la Terre et le Soleil.
1463	E	Faites tourner la Terre.
1464		(les enseignants manipulent en faisant tourner la Terre autour du Soleil et en faisant tourner la Terre sur elle même)
1465	E	Là, ça ne va pas. Moi, je veux une alternance jour nuit. Là, vous me faites tourner ça (tourne la Terre sur elle même) donc là alternance jour nuit et donc là vous m'avez fait dix milles alternances jour nuit. (fais tourner la Terre autour du soleil). Moi j'en veux une. Comment expliquez vous une alternance jour nuit ?
1466		(E prend la lumière et la fait tourner autour de la Terre)
1467	E	Quand vous m'avez fait tourner comme ça, on a bien dit que ça c'était une journée.
1468		(E fait tourner la Terre sur elle même et ne bouge pas la source lumineuse)
1469	E	Je veux une journée.
1470	P3	Une seule journée avec le Soleil.
1471		(P3 prend la lumière et la boule. Elle commence à faire tourner la lumière autour de la planète dans un plan horizontal)
1472	E	On a dit qu'on faisait tourner la Terre. Alors on essaye de faire tourner la Terre.
1473		(P3 fait tourner la Terre sur elle même sans bouger la lumière)
1474	P3	La première solution c'est-celle ci.
1475		(E prend la lumière et la fait tourner autour de la boule. La Terre ne tourne pas sur elle même)
1476	E	La deuxième solution que vous m'avez trouvé, c'est-celle ci.
1477	P2	C'est le Soleil qui tourne tout seul.
1478	E	Et maintenant la troisième, on a dit qu'on essayait de faire tourner la Terre.
1479	P2	Les deux ?
1480	E	Non. On gardait le Soleil comme il était et on faisait tourner la Terre. On voulait regarder ce qu'on pouvait faire.
1481	P3	On peut faire ça. (P3 tourne la boule dans un sens verticale)
1482	E	Mais faire ça (E incline la boule comme précédemment) et faire ça (E tourne la boule sur elle même), c'est rigoureusement la même chose. Votre axe, il vous sert à tenir la boule. Vous êtes d'accord avec moi ? Donc il faut trouver autre chose.

1483	P3	Donc on ne l'a pas trouvé.
1484	P1	Si.
1485	P3	Non, c'est pas une solution ça.
1486		(P1 prend le matériel)
1487	P1	Il doit revenir dans cette position au bout d'un tour.
1488	P3	Non, non c'est la même chose.
1489		(E prend la lumière et l'amène face à la boule)
1490	E	Regardez, si vous faites ça.
1491		(P1 commence à faire un mouvement circulaire autour de la lumière et E suit la boule)
1492	E	Moi je ne vois pas d'alternance jour nuit.
1493	P1	Mais si là, il est dans la nuit. (P1 désigne une marque sur la boule puis continue de tourner)
1494	E	Oui mais là, vous avez fait un tour.
1495	P1	Pas encore. Je ne suis pas revenue au jour.
1496	E	Oui, alors on recommence, allez y doucement.
1497		(P1 recommence la manipulation)
1498	P1	Là, c'est midi et puis on passe...
1499	E	C'est toujours midi.
1500	P1	Midi c'est là.
1501	E	Votre Soleil, il est là.
1502	P1	Ben oui, si il ne bouge pas.
1503	E	Faites moi le mouvement de votre Terre sans la lumière pour que je vois ce que vous voulez faire.
1504	P1	Je suis en train de le faire.
1505	E	Ce que vous faites c'est que votre...
1506	P3	La journée dure une saison.
1507	E	Là, vous avez fait un tour !
1508	P3	Oui oui c'est ça.
1509	P1	J'ai pas fais un tour. La face qui éclaire le …
1510		(E prend la boule)
1511	E	Regardez, vous étiez ici. (E montre la position de départ de la manipulation) Vous étiez arrivée là. Vous avez fait un tour.
1512	P1	Non, j'étais là (P1 montre la position du début de la manipulation) et je suis arrivée là. (P1 arrive à la verticale de son point de départ)
1513	E	Et oui, donc vous avez fait un tour.
1514	P4	Oui, ton point se retrouve dans la même direction. C'est comme si tu avais déjà fait un tour. Quand tu pars d'ici, tu es face à ça. Si tu le déplaces et que tu reviens face à ça, ça veut dire que tu as fait un tour sur toi même.
1515	P1	Tout à l'heure, j'ai donné une solution, on m'a dit non. De faire comme la Lune.
1516	E	Si on fait comme la Lune. Ici (E montre la marque), j'ai mon poing ici. (E met son poing devant la boule et fait tourner la boule autour de son point) Comme la Lune, c'est-ce que je fais.
1517	P1	Mais si il est toujours vers là bas. (P1 montre le mur en face)
1518	E	A si il est toujours vers là bas, c'est autre chose.
1519		(P1 prend la boule et manipule)
1520	E	Alors on essaye ça. Vous êtes d'accord que si on fait comme la Lune, il y a toujours la même face au Soleil. Ce que vous proposez c'est quoi ?
1521	P1	Il regarde toujours la caméra (Caméra placée face à la table)
1522	P3	Attention, la Terre doit toujours regarder la caméra.
1523		(Manipulation de P1 et de E)
1524	P1	Là, il fait jour.
1525	E	Il se passe quoi ici ? Il est comment votre point ?
1526	P4	Il est presque dans la nuit. C'est le début de la nuit.
1527	E	Il est entre les deux.
1528		(P1 continu de manipuler)

1529	E	Maintenant il est dans la nuit.
1530	P4	Ici, c'est le début du jour.
1531	P3	Maintenant, il revient à la position de départ.
1532	E	Alors qu'est-ce que vous avez fait ?
1533		(Silence)
1534	E	Vous avez fait tourner la Terre autour du Soleil et est-ce qu'elle a tourné sur elle même la Terre ?
1535	P3	Non.
1536	E	Elle n'a pas tourné sur elle même.
1537		(Mise en commun de tous les groupes)
1538	E	On fait un bilan de vos idées. Alors la première possibilité c'est quoi ?
1539	P5	La Terre tourne sur elle même.
1540	E	La Terre tourne sur elle même en ?
1541	P9	En 24 heures.
1542	E	Oui. Tout le monde l'avait trouvée celle là.
1543	P7	C'est-celle qu'on a bien appris à l'école donc on s'en souvient bien.
1544	E	Pour les autres, il a fallu faire un effort parce qu'on n'a plus l'habitude de réfléchir comme ça. Alors la deuxième possibilité que vous avez trouvée ?
1545	P1	C'est le Soleil qui tourne.
1546		(E manipule)
1547	E	Donc la deuxième c'est le Soleil qui ne bouge… La Terre pardon, qui ne bouge pas et le Soleil qui se déplace autour de ma Terre. Quand il est dans cette position-ci, on est en séparation jour nuit là ici, et on a le Soleil devant. Maintenant, on a la séparation jour nuit qui tombe pile poil sur mon petit point donc cela veut dire qu'on est ou le matin ou le soir puis il est dans la nuit. Et hop, la marque se retrouve dans la séparation jour nuit donc ça veut dire que ?
1548		(silence)
1549	E	On est le matin ou le soir. Donc le Soleil, je le fais tourner en 24 heures. Quelle est la troisième possibilité ?
1550	P7	La Terre tourne autour du Soleil sans tourner sur elle même.
1551	E	La Terre tourne autour du Soleil sans tourner sur elle même en 24h. Vous avez trouvé ça aussi ?
1552	P3	Oui.
1553	E	Je vous ai un peu aidés. Ici, il fait jour sur la marque. (P5 tourne la Terre autour du Soleil). Top ici, qu'est-ce qui se passe ?
1554	P5	Il y a une séparation jour nuit.
1555	E	Oui et puis on continue. Là, on est dans la nuit. Ici, il est dans la séparation jour nuit et après il est dans le jour. Ça va ? On a trois modèles qui fonctionnent.
1556		(Mise en place de la caméra)
1557	E	Pour faire tourner les choses, vous pouvez utiliser les plateaux à la chinoise qui tournent. Sauf que votre Soleil, si vous mettez votre Terre et que vous la faites tourner, il faut que votre Soleil ne soit pas sur le plateau sinon il va y avoir des problèmes. Alors on a trois possibilités. Est-ce que dans les trois cas, on voit le Soleil se levait et se couchait ?
1558	P3	Oui.
1559	E	Dans les trois cas, on voit le Soleil se lever et se coucher. Est-ce qu'on a une alternance du jour et de la nuit dans les trois cas ?
1560	P3-P5	Oui.
1561	E	Est-ce qu'on a une moitié à la lumière et une moitié à l'ombre ?
1562	P3-P2-P10	Oui.
1563	E	Pour le moment...
1564	P3	On n'a pas prouvé que c'était comme ça qu'elle tournait.
1565	E	Pour le moment, on a trois possibilités et puis on ne sait pas quoi en faire. Est-ce qu'il y en a une qui est meilleure que les autres ?
1566	P3	On n'en sait rien du tout.

1567	P1	Non.
1568	E	Comment on peut savoir ? Est-ce que vu de la Terre on peut savoir ?
1569	P3	Non. Ah ben, voilà.
1570	E	Alors vu de la Terre on ne peut pas savoir les choses. Celles ci, les grecs les avaient déjà trouvé, ces possibilités il y a 2 000 ans. Je sais que vous m'en avez fait d'autres du style : j'allume, j'éteins, j'allume mais si j'éteins/j'allume, qu'est-ce qui se passe ? Il y a toujours un hémisphère de la Terre qui est dans le noir. Vous vous êtes dit: « je prends deux Soleils, un qui s'éteint et l'autre qui s'allume alternativement » mais qu'est-ce qui se passe dans ce cas là ?
1571	P1	Ceux qui sont au milieu, c'est embêtant
1572	E	Alors il y en a qui sont toujours au moment où le Soleil est levé, il y en a qui sont toujours au moment où le Soleil est couché, il y en a qui ont toujours le Soleil devant eux. Est-ce que ça peut être possible ? Donc ces solutions là, ne marchent pas. Alors il y en qui m'ont fait ça aussi.
1573		(E prend la lumière et fait tourner la Terre sur elle même verticalement puis horizontalement)
1574	E	Il y en a qui m'ont dit qu'on pouvait faire tourner la Terre comme ça et puis comme ça. Est-ce que ça change quelque chose ?
1575		(Il y a un non général)
1576	E	Ça ne change rien. Mon axe me sert juste à tenir ma boule. Dans tout les cas, ce qu'on a fait c'est tourner la Terre. C'est des façons de faire qui sont équivalentes. Alors j'en ai trois : Soleil qui tourne autour du Soleil, Soleil qui tourne autour de la Terre et puis Terre qui tourne sur elle même. On pourrait continuer à essayer de trouver le reste en prenant chacun des modèles et puis on continue à développer sauf que là on n'a que trois heures et que ça risque de devenir un peu plus compliqué. Je vais vous aider en vous racontant un peu d'histoire. On a trois façons de faire qui permettent d'expliquer de la même façon. Pendant très longtemps, on a eu une façon de faire prédominante, c'était l'idée de : j'ai la Terre qui ne bouge pas et j'ai le Soleil qui tourne autour d'elle en 24 heures. C'était pas idiot, ça marche. Ça c'est Ptolémée, c'est une vision du monde où on aime bien regarder les choses vues de notre Terre. Après, Copernic propose un autre modèle. Il préféré regarder les choses en disant que c'était le Soleil qui ne bougeait pas et que c'était la Terre qui bougeait. Ça marche aussi. Donc le passage de Ptolémée à Copernic, c'est un choix différent. Ptolémée avait une raison pour dire que la Terre était immobile, il a regardé des frondes. Ce que savait Ptolémée c'est que si je fais tourner quelque chose et puis que je lâche, le caillou s'en va. Il s'est dit que: « si ma Terre c'est comme une fronde, si ma Terre tourne, ce qui va se passait quand elle va tourner, c'est qu'au bout d'en moment, on va être éjecté comme la pierre est éjectée de la fronde. ». C'est pas idiot ! Comme Il n'était pas éjecté de la Terre, il en a conclu que la Terre ne tournait pas. Le modèle qui me semble le mieux, c'est-celui où la Terre ne tourne pas. Copernic fait fi de cette explication, il n'explique pas plus mais lui préférait faire tourner la Terre sur elle même. C'est un choix.
1577	P3	Donc je peux croire à Copernic ou à Ptolémée ?
1578	E	Effectivement à l'époque, on en était à ça. Je crois en Ptolémée ou en Copernic.
1579	P3	Ptolémée, c'est le premier qui a dit que c'était comme ça, l'autre il arrive, il dit autrement, comme les deux sont possibles, Ah le doute !
1580	E	Exactement. Copernic, son avantage par rapport à Ptolémée, quand il disait qu'il faisait tourner la Terre sur elle même, son système permettait finalement de faire tourner toutes les planètes autour du Soleil. Alors que Ptolémée, son système, il y avait le soleil qui tournait autour de la Terre et puis toutes les autres planètes faisaient des cercles dans des cercles. Ça faisait des choses très compliquées pour les autres planètes. Copernic, son avantage, c'est qu'il était le plus simple.
1581	P3	Il expliquait que les autres … ?
1582	E	Non il n'expliquait pas, son modèle faisait faire aux planètes des mouvements plus simples que Ptolémée mais Copernic n'expliquait pas plus que Ptolémée donc c'est un choix. Il a fallu attendre un petit moment l'arrivée de Newton, il propose une proposition d'explication. Une explication sur le fait que, quand je lâche un objet, il tombe. Ça c'est la théorie de la gravité. Avec cette théorie, Newton propose une explication des mouvements et avec cette explication du mouvement, il paraît plus naturel, on va dire, de faire tourner la Terre. Il faudra attendre 1850, pour que Foucault trouve une expérience qui se propose de montrer que la Terre tourne sur elle même. Je vous montre Foucault et je vous explique.
1583	P5	Est-ce que c'est scientifique ça ?
1584	E	Quand on a plusieurs choses, on peut en choisir une ou l'autre. On choisit celle qui nous arrange le plus. Celle qui nous arrangeait c'était celle de Copernic.
1585	P5	En quoi la théorie de la gravité explique ce phénomène ?

1586	E	C'est compliqué. La théorie de la gravité permet à partir de là... La gravitation de Newton, quand j'ai deux masses en présence, elles s'attirent les unes les autres proportionnellement aux produits des masses et inversement proportionnelle aux carrés des distances. A partir de cela, on peut construire et prédire les mouvements des planètes. Et la façon la plus simple, c'est de prendre les choses en regardant en premier la masse la plus grosse.
1587	P4	La masse la plus grosse, c'est le Soleil.
1588	E	Avec cette théorie, on peut comprendre que quand je laisse tomber quelque chose, il est dévié vers l'est. Foucault pour faire son expérience, s'appuie sur la théorie de la gravitation.
1589		(Préparation de l'expérience)
1590	E	Le principe du pendule, si je le lâche. (E fait montre le pendule) Si je le lâche par rapport à la rayure ici, quand mon pendule pendule, il pendule dans un même plan. Si on le lâche bien, le principal est de ne pas donner de mouvement au pendule dès le départ. Ce que faisait Foucault, il attachait une petite ficelle et il brulait la ficelle. Maintenant, je vais faire tourner le tabouret. Au début, c'est dans le même plan. Je fais tourner mon tabouret, dites moi ce qu'il se passe pour le pendule ?
1591	P2	Ça reste pareil.
1592	P9	Il ne bouge pas.
1593	P4	Ça ne change pas de plan.
1594	E	Oui, ça ne change pas de plan. Donc, quand je fais tourner mon tabouret, le plan dans lequel oscille le pendule, reste le même. A partir de là, on peut faire quelque chose d'intéressant. Foucault s'est dit : « je suis sur la Terre », mon tabouret c'est la Terre. Je suis sur la Terre et je fais penduler un pendule. Si la Terre ne tourne pas sur elle-même, imaginez qu'ici je mette du sable. (E montre le centre du tabouret) Au bout de mon pendule, je met une petite aiguille. Si la Terre ne tourne pas, la trace sur le sol de mon pendule, ça va faire quoi ?
1595	P10	Ça va faire un trait.
1596	E	Oui. Par contre si la Terre tourne sur elle même ?
1597	P6	Ça va faire plusieurs traits.
1598	E	Au début, c'est comme ça. Après si je tourne, c'est toujours dans le plan de mon sol. Cela veut dire que la trace se déplace. Ma Terre tourne en combien de temps ?
1599	P5	24 heures.
1600	E	Vous voyiez, si la Terre tourne en 24 heures, il faudra un pendule qui pendule longtemps et sans s'amortir. De plus, ces mouvements sont très progressifs donc il faudra un très grand pendule. Foucault a pris une masse bien lourde pour éviter que l'amortissement soit trop rapide, 5 à 6 kilos, et il a pris une hauteur de fil très importante, 20 mètres, et il est allé accrocher cela à une église. La première expérience a été faite dans une église car il fallait une grande hauteur de plafond. Il a pu observer le mouvement du pendule. Devinez quoi ?
1601	P3-P8	Ça a bougé.
1602	E	On a bien vu la trace se déplaçait La conclusion de Foucault, c'est que la Terre tourne sur elle même.
1603	P6	Ça s'est déplacé sur beaucoup ?
1604	E	Ben en 24 heures, ça fait un rond. Attention, cette expérience n'a de sens que grâce aux explications de Newton. Dire que notre tabouret, c'est notre Terre, c'est un peu léger. Cela n'a de sens que dans le cadre de la théorie de la gravité. Cette association là, dépend aussi de la latitude à laquelle vous vous trouvez. Selon que vous soyez à Paris, à l'équateur ou au pôle Nord, vous ne voyez pas le même type de déplacement. Si vous êtes au pôle nord, vous voyiez le pendule faire un tour en 24 heures. Si vous êtes à Paris ou à Nice, ce n'est plus le cas. Si vous êtes à l'équateur et que vous faites penduler votre pendule, vous voyiez toujours la même trace. Cela pour l'interpréter, il faut aller en math sup.
1605	P7	Il l'a fait dans quel pays ?
1606	E	Je ne sais plus, il me semble que c'est Saint Sulpice. Vous pouvez regarder sur internet.
1607	P8	C'était du bol qu'il n'habite pas à l'équateur.
1608	E	Vous savez l'astronomie s'est développée essentiellement chez nous car il y avait des choses à voir. Il y avait des choses bizarres qui changeaient. A l'Equateur, c'est toujours la même chose donc on a moins envie de se poser des questions. Suivant l'endroit où on est sur le globe, on a un questionnement différent. C'est compliqué tout cela car normalement il ne faut pas qu'il y ait de frottements au point d'attache, ici ce n'est pas le cas.
1609	P4	Il y a aussi les frottements dans le sable.

1610	E	On peut les négliger car c'était une toute petite aiguille. Le point d'accroche, c'est vraiment fondamental. Pour que cette expérience ait du sens, il faut vérifier plein de choses, il nous faut de la réflexion et des théories. Vu ce qu'on a vu avec Foucault et pour la suite de nos expériences, on considèrera que la Terre tourne sur elle même et que le Soleil ne bouge pas. On peut le faire avec les enfants mais il faut que vous, vous vous en sentiez capable.
1611		(Les enseignants reviennent à leurs places)
1612	P4	Justifier ce n'est pas évident. Il faut que tu choisisses cette solution.
1613	P3	Si j'y arrive, j'en fais part à mes élèves.
1614	E	La question suivante : On avait dit que la durée d'éclairement n'était pas la même dans l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, c'est à dire, quand j'avais une durée d'éclairement longue dans l'hémisphère nord, en même temps dans l'hémisphère sud j'avais une durée d'éclairement courte. Quand je suis en été dans l'hémisphère nord, je suis en hiver dans l'hémisphère sud. Ce qu'on va faire, c'est de prendre votre pâte à modeler vous allez la séparer en deux morceaux et les mettre à deux endroits du globe. Par exemple, on va prendre Nice et on va prendre l'Afrique du Sud. Le défi que je vous pose, c'est de trouver différentes façons d'expliquer le fait : quand je suis à Nice, la durée du jour est longue, au Cap, la durée du jour est courte. Comment vous vous débrouillez avec votre boule et votre lumière pour avoir une durée du jour qui est longue d'un coté et courte de l'autre coté ?
1615		(Installation de l'expérience par petits groupes)
1616	P2	La boule doit être inclinée sur un axe.
1617	P1	Déjà quand on le fait normal, est-ce que ça change quelque chose ?
1618	P4	Qu'est que tu appelles normal ?
1619	P1	Quand l'axe est perpendiculaire à la lumière. Est-ce qu'il y a une différence ?
1620	P3	Mais elle a changé, elle a mis l'équateur comme ça.
1621		(P4 met le haut de la boule face à la lumière)
1622	P3	Mais après, on va avoir du mal à le tourner.
1623	P4	Si on veut trouver l'inclinaison au départ...
1624	P2	Si la Terre n'était pas inclinée, on aurait la même durée du jour et de la nuit, comme elle est inclinée, il y a une différence. Mais bon pour l'expliquer …
1625	P1	C'est la courbe qui fait..
1626	P4	Même pas. C'est la durée.
1627	P2	Il faut les mettre diamétralement opposée.
1628		(P1 prend la lumière et éclaire la boule qui est dans un plan perpendiculaire à la table. P1 tourne la source lumineuse autour de la boule)
1629	P1	Là, il est top. C'est le début du jour.
1630	P3	Pareil.
1631	P1	Et là, vous me dites top quand c'est la nuit.
1632	P4	Top.
1633	P1	C'est le même temps pour les deux, donc la durée du jour est la même.
1634	P2	Mais comme il y a une inclinaison...
1635	P1	Donc, on va essayer de la tordre.
1636		(P1 penche la boule de façon opposée à la lumière)
1637	P1	Alors ici...
1638	E	Vous avez trouvé une solution ?
1639	P3	Top chez eux. C'est la nuit pour l'un ou pour l'autre.
1640	P4	Il fait encore jour pour nous et nuit pour eux.
1641		(P1 et P3 manipulent)
1642	P3	Là, il fait encore nuit dans le sud et jour dans le nord depuis longtemps.
1643	P1	Ici, on a une explication.
1644		(P1 met la boule dans l'axe opposé)
1645	P1	Comme ça ?
1646	P3	C'est pareil mais dans le sens opposé.
1647	P1	Ben oui, mais c'est une autre solution.
1648	E	Non, vous changez...

1649	P3	Là, c'est le contraire, c'est le jour le plus long chez eux et court.
1650	P4	Tu l'inclines donc c'est la même explication.
1651	P3	La Terre se trouve de l'autre coté.
1652	P1	Oui mais on n'avait pas dit que ça allait aller de l'autre coté.
1653	E	La question c'est quoi ? La question c'est : avoir une durée longue d'un coté et courte de l'autre. Il faut que ça soit toujours long à Nice et court au Cap.
1654	P3	C'est toujours pareil, c'est comme Copernic et Ptolémée. Ptolémée a dit que le Soleil tournait tandis que Copernic a...
1655		(P4 laisse l'axe de la boule perpendiculaire au plan de la table et bouge la lumière)
1656	P2	En faisant tourner le Soleil, peut être.
1657	P3	Finalement, c'est le Soleil qui tournerait incliné.
1658	P1	Attendez, il faut reprendre les trois. La Terre tourne sur elle même, le Soleil tourne autour de la Terre.
1659	P4	Si on prend la deuxième hypothèse, c'est le Soleil tourne autour de la Terre.
1660	P3	Comment il doit tourner ? De quelle manière ?
1661	P4	Ça éclaire de la même lumière.
1662	P1	Nuit en même temps, jour en même temps.
1663	P3	Ben alors, il faut incliner.
1664	P2	Si tu inclines le soleil.
1665	P3	Fais-le un peu plus loin, comme ça on voit mieux. Regarde, c'est flagrant là aussi. Il est incliné de telle sorte qu'il fait super jour et il fait super nuit pour l'autre. C'est une solution.
1666	P2	Alors deuxième solution, c'est le Soleil qui est incliné ?
1667	P3	Il n'éclaire pas perpendiculaire au...
1668	E	Est-ce que ça marche là ?
1669	P3	Ben oui. Parce qu'on voit. (montre l'alternance jour nuit)
1670	E	Maintenant, vous laissez votre Soleil comme ça et vous tournez. Est-ce que vous avez la même chose ?
1671	P1	Ben oui mais c'est pareil que l'autre, de faire comme ça (penche l'axe de la boule) ou comme ça (penche l'axe de la boule dans l'autre sens), c'est pareil.
1672	E	Vous me dites que c'est la même solution. On va en discuter avec les autres.
1673	P1	Et on avait que la Terre ne tourne pas et regarde là bas. (vers le tableau) Hop et on tourne. (P1 fait tourner la boule autour de la source lumineuse)
1674		(P1 manipule)
1675	P1	Non ça ne marche pas. J'ai repris les trois solutions de tout à l'heure. La Terre est toujours orientée de la même façon. Est-ce que ils ont la même durée ? Alors là, il fait jour ici (montre hémisphère sud) et nuit en haut. (montre hémisphère nord)
1676	P4	Non, c'est parce que la lumière n'est pas en face. Si tu la mets comme ça et que ce n'est pas incliné, c'est pareil. (met l'axe de la boule perpendiculaire au plan de la table)
1677	P1	Attends, tu es à la limite. Il ne faut pas qu'il fasse jour en même temps des deux cotés. Voilà comme ça.
1678	P2	Il faut que tu l'inclines.
1679	P1	De toute façon, il faut toujours l'incliner pour que ça fonctionne.
1680	P3	C'est la même.
1681	P2	Oui mais le Soleil doit être incliné.
1682	P4	Un Soleil ne peut pas être incliné.
1683	P3	On n'en sait rien.
1684	P4	Oui mais...
1685	P1	Moi je disais que l'axe rotation de la Terre n'est pas perpendiculaire aux rayons du Soleil et que ce soit comme ça (met la lumière en face de la Terre) ou comme ça (met la lumière au dessus de la Terre), c'est toujours pareil.
1686	P2	Oui, c'est toujours le même phénomène.
1687	P3	C'est perpendiculaire à la Terre mais pas à l'axe de la Terre.
1688	P1	Ben non, ça ne peut pas être perpendiculaire à une boule de toute façon.
1689	E	Qu'est-ce que vous m'avez trouvé comme solutions ?

1690	P1	L'axe de rotation n'est pas perpendiculaire aux rayons du Soleil.
1691	E	Effectivement, si j'ai un axe qui n'est pas perpendiculaire aux rayons du Soleil, quand je fais tourner, vous avez vu que vous avez un des points qui voit le Soleil plus vite que l'autre, avant l'autre et qui finit de le voir après l'autre. Ça veut dire que la durée du jour est plus longue que l'autre. Vous êtes d'accord ?
1692	P3-P9	Oui.
1693	E	Donc ça c'était une première possibilité. Vous avez incliné l'axe de la Terre. Qu'est-ce que vous avez pu faire d'autre ?
1694	P10	On n'avait pas incliné.
1695	E	Vous n'avez pas incliné l'axe de la Terre, vous avez …
1696	P5	Vous avez incliné les rayons du Soleil.
1697	E	Incliné les rayons du Soleil et puis, j'ai entendu dans deux groupes, vous m'avez dit que c'était pareil. Pourquoi c'est pareil ?
1698	P1	L'axe entre les deux est toujours pareil.
1699	E	Si je fais ça.(E prend la boule et penche l'axe vers la lumière). L'axe de rotation n'est pas perpendiculaire aux rayons du soleil. Que je fasse ceci (E penche toute la manipulation vers le bas) ou que je fasse ceci (E penche toute la manipulation vers le haut), c'est la même chose. C'est deux façons différentes, c'est deux points de vue différents. On s'aperçoit que c'est la même chose. C'est un point de vue si je dis que ma Terre bascule, c'est un autre point de vue si je dis que c'est mon Soleil qui bascule mais globalement c'est pareil. On va choisir quelle solution ?
1700	P8	L'inclinaison de la Terre.
1701	E	Ben oui, pour le moment on a dit qu'on faisait tourner la Terre en gardant le Soleil qui ne bouge pas. Maintenant, on va dire que la Terre est inclinée. On incline l'axe par rapport à mon Soleil qui ne bouge pas. On a l'explication d'une durée du jour qui est plus longue d'un coté que de l'autre. Vous avez vu ce qui se passe au niveau du pôle nord ? (E penche la boule vers la lumière)
1702	P10-P7	Il est toujours éclairé.
1703	E	Il est toujours éclairé et le pôle sud ?
1704	P9	Il est toujours dans la nuit.
1705	P5	Moi je ne suis pas trop d'accord parce que le Soleil de minuit, il se couche et il se relève, donc il y a quand même...
1706	E	Dans cette position, le pôle nord est toujours éclairé et le pôle sud est toujours dans la nuit.
1707	P8	C'est pile au pôle.
1708	P5	Mais au cercle polaire alors ?
1709	E	On va faire un cercle polaire approximatif car je sens que ça vous perturbe tellement que vous n'allez plus être disponible pour le reste.
1710		(E schématise un cercle polaire sur la boule)
1711	E	Regardez, je l'ai mis comme ça par hasard mais il faudrait se poser la question peut-être : à quoi correspond le cercle polaire ? Bon regardez le cercle polaire, si je suis inclinée comme ceci (boule penchée vers le Soleil), mon cercle polaire est toujours dans le jour. Si je suis comme ceci (redresse un peu l'axe), c'est à dire que j'ai beaucoup beaucoup de jour et un tout petit peu de nuit. Si je suis inclinée comme ça (la boule est à la verticale), moitié de jour et moitié de nuit. Et puis après on peut aussi regarder dans l'autre sens. (la boule est penchée à l'opposé de la lumière) Il faudra voir par rapport au cercle polaire. SI je vous pose la question: On sait bien nous, que c'est pas tout le temps l'été pour nous et tout le temps l'hiver en Australie, il y a une alternance de saisons. On a des fois des jours beaucoup plus longs ensuite des jours qui valent pareils que les nuits, c'est les équinoxes et après on a des jours beaucoup plus courts. Je voudrais que vous me proposiez des nouvelles modélisations pour expliquer l'alternance des saisons. Comment expliquer l'alternance des saisons dans l'hémisphère nord et l'hémisphère sud ?
1712	P3	Le mouvement du balancier ne se fait pas en 24 heures. Il faut imaginer que le Soleil tourne autour de la planète.
1713	P4	Non, il ne bouge pas le Soleil.
1714	P2	C'est la Terre qui bouge.
1715	P1	Non, on a déjà enlevé des hypothèses par rapport à tout à l'heure. La Terre qui est fixe, on l'a supprimée.

1716	P3	Non, non, il faut la dire aussi. Il faut être naïf. Regarde si on laisse la Terre comme ça. (P3 penche la Terre vers la droite)
1717		(P4 prend le soleil et le tourne autour de la boule)
1718	P2	Il y a un moment où la Terre est plus proche du Soleil.
1719	P4	Vas y essaye.
1720	P1	Oui mais ça fait pas changer les saisons.
1721	P3	Le fait de reculer et d'avancer
1722	P1	Ok hiver et été mais printemps et automne ?
1723	P4	Dans certains pays, il y a que deux saisons.
1724	P2	Mais chez nous oui, comment tu l'expliques ?
1725	P3	Mais pour la durée des jours et des nuits, ça ne change rien.
1726	P1	On a là : l'inclinaison de l'axe varie et la Terre est fixe dans l'espace.
1727	P2	Mais en quoi ça a un impact sur les saisons ?
1728	P3	Nous ce qu'on regarde c'est la durée du jour et de la nuit. Notre été, les jours sont plus longs que les nuits. Dans l'hémisphère sud, c'est le contraire.
1729	P4	A un moment donné, on veut qu'il fasse jour plus tôt.
1730	P2	Mais pourquoi c'est l'hiver dans l'hémisphère sud ?
1731	P3	Parce qu'il y a moins de Soleil.
1732	P1	Le jour étant plus court, elle aura moins le temps de se réchauffer.
1733	P4	Si on la bascule, c'est ça en faite.
1734	P3	Tout à l'heure, on a prouvé que, pendant chez nous à cause de l'inclinaison tout ça, les jours sont plus longs chez nous et en même temps au sud, sont plus courts, et vice versa... On a prouvé ça. Il faut prouver maintenant que chez nous par moment, c'est plus court.
1735		Inaudible
1736	P3	Nous la vérité, on la sait.
1737	P1	Là, c'est la deuxième solution. Maintenant il faut trouver la troisième.
1738		(P3 prends la Terre en l'inclinant. Elle la fait tourner sur elle-même en même temps qu'elle tourne autour du soleil.)
1739	P3	Tu te mets en face de l'autre coté et là on se retrouve en hiver puisque ça n'éclaire plus.. Non c'est le contraire. On se retrouve en été là. On tourne, on tourne...
1740	P1	Troisième solution.
1741	P3	Et là on se retrouve en hiver parce qu'on est moins éclairé en haut.
1742	P1	Ça c'est la deuxième.
1743	P2	La première c'était quoi ?
1744	P1	La Terre est toujours du même côté et elle fait ça (P1 incline la boule).
1745	P3	Elle doit tourner et en même temps elle peut tourner comme ça aussi.
1746	P1	Elle tourne sur elle-même mais dans l'année elle se balance. Et une troisième ?
1747	P3	C'est encore l'histoire du soleil. C'est qu'elle ne bouge pas (montre la Terre). Vas y, fais tourner le soleil.
1748	P4	Il passe dessous.
1749	P1	Il est tellement loin le soleil que tu ne peux pas dire qu'il est plus haut ou plus bas.
1750	P3	Il n'a pas besoin d'être plus haut, il faut qu'il soit...
1751	P1	Le soleil est là-bas contre le mur, c'est le grand mur, il ne peut pas être plus haut ou plus bas par rapport à la Terre. Donc...
1752	P3	Ben si, bien sûr que si. Il est positionné différemment vu que c'est lui qui tourne. On fait tourner le soleil maintenant. Regarde, maintenant c'est l'été dans l'hémisphère sud.
1753		(P1 prend la lumière et commence un mouvement à 180° au dessus de la boule et s'arrête au dessus de cette dernière.)
1754	P3	Mais pourquoi au dessus ?
1755	P1	C'est pareil.
1756	P3	Mais non il tourne comme ça (fait un mouvement circulaire dans le plan horizontal à la boule). Elle nous a dit de trouver des solutions imaginaires.
1757	P1	De temps en temps, on en enlève.

1758	E	Je n'ai pas dit des solutions imaginaires.
1759	P3	Non mais je veux dire : si on fait tourner le soleil, ça va ? C'est une solution ?
1760	E	C'est une solution.
1761	P3	Sinon c'est impossible de trouver des solutions réalistes.
1762	P1	Mais c'est pareil ?
1763	P3	Mais non. Fais tourner le soleil s'il te plait. (Prend la boule et l'incline. Le soleil tourne en même temps.) Là c'est l'été dans l'hémisphère sud. Le soleil va tourner et c'est l'été dans l'hémisphère nord. On n'est pas pareil, c'est le soleil qui tourne.
1764	P1	Mais est-ce que c'est pas pareil que de faire ça ? (Incline la boule d'un sens puis dans l'autre et ne bouge pas la lumière.)
1765	P3	Pas du tout parce que là, c'est...
1766	P1	Ça revient au même … bon d'accord.
1767	P3	Mais ça revient au même de faire ça aussi (tourne la boule autour de la lumière). Toi, tu fais basculer la Terre et là aussi c'est la même, parce que de toute façon (fait tourner la Terre autour du soleil).
1768	P2	Parce que là, elle ne bascule pas.
1769	P3	Oui, parce que c'est lui qui tourne là.
1770		(Retranscription des réponses, reformulation des réponses, discussions diverses.)
1771	E	On fait un bilan de ce que vous avez trouvé. Qu'est-ce que vous m'avez trouvé comme solutions ?
1772	P1	La Terre se balance. Comme ça dans l'année (P1 incline la terre vers la gauche puis la droite).
1773	E	La Terre se balance. Vous l'avez trouvée celle-là ? L'inclinaison change, vous variez l'inclinaison de votre axe.
1774	P1	Mais la Terre est toujours au même endroit.
1775	P7	Ça, c'est une solution ou deux solutions ?
1776	E	Ça, c'est une solution. J'ai le Soleil qui reste en place et puis j'ai l'inclinaison de la Terre qui bouge, donc elle reste au même endroit, seulement son inclinaison change.
1777	P9	En combien de temps ?
1778	E	En 1 an. Vous ne l'avez pas trouvée celle-là ? Vous allez montrer (désigne le groupe 1).
1779		(Démonstration du groupe 1)
1780	P1	Bon là, c'est l'été.
1781	P4	Dans l'hémisphère sud.
1782	P1	Et là hop, c'est l'hiver. (P1 incline la boule pendant que P4 tient la lumière) Puis elle tourne (fait tourner la Terre sur elle-même).
1783	E	Est-ce que ça va le groupe qui n'avait pas fait cette solution ?
1784	P5	Oui oui.
1785	E	Vous n'allez pas bien voir je pense.
1786		(E prend le soleil et aide dans la manipulation.)
1787	P1	Bon c'est l'été.
1788	E	Dans l'hémisphère nord.
1789	P1	Et puis là c'est une journée d'hiver (incline la boule).
1790	E	Dans l'hémisphère nord et puis le printemps et l'automne ?
1791	P1	Il est là (met la boule à la verticale).
1792	E	Vous êtes d'accord ?
1793	P12	Elle fait un mouvement de balancier.
1794	E	Donc la Terre fait un mouvement de balancier. Donc été (avec la boule inclinée vers la lumière), automne (boule à la verticale), hiver (boule inclinée à l'opposé de la lumière), printemps (boule à la verticale).
1795	P3	Et elle fait ça pendant 365 jours de l'année.
1796	E	Le deuxième groupe est-ce que vous pouvez nous dire ce que vous avez fait ?
1797	P7	La Terre étant inclinée, elle tourne autour du soleil en un an et on a l'hiver dans l'hémisphère nord par exemple. Et quand on arrive ici, on a les équinoxes. Quand on arrive là, c'est l'été dans l'hémisphère sud. De nouveau, on est là, c'est l'équinoxe, égalité jour / nuit et on recommence.

1798	E	Donc qu'est-ce que vous avez fait ? Vous faites tourner...
1799	P7	On fait tourner la Terre autour du soleil de façon inclinée.
1800	E	Oui mais inclinée toujours de la même façon. Donc l'axe d'inclinaison de la Terre, vous le laissez, par contre vous faites tourner la Terre autour du Soleil en 365 jours. Vous êtes d'accord avec ça ?
1801	P7	Oui, oui.
1802	E	Vous avez trouvé aussi ?
1803	P3	Oui.
1804	E	Dernier groupe, votre dernière possibilité, celle que vous avez trouvée.
1805	P11	La Terre est inclinée, elle ne bouge pas, et c'est la source lumineuse qui tourne autour de la Terre.
1806	E	Vous l'avez fait aussi ?
1807	P7	Oui.
1808	E	C'était votre troisième possibilité aussi ? (s'adresse au groupe 1.)
1809	P3	Oui.
1810	E	En effet maintenant, l'axe de la Terre est incliné mais on ne fait pas tourner la Terre. Par contre ce qu'on fait, c'est tourner la source lumineuse autour de la Terre. Vous êtes d'accord avec ça ?
1811	P6-P1-P9	Oui.
1812	E	Nous voilà avec trois possibilités. Est-ce que les trois marchent ?
1813	P3	Ben oui sinon on ne les aurait pas trouvées. Sinon vous n'auriez pas validé.
1814	E	Est-ce que c'est moi qui valide ou est-ce que c'est... ?
1815	P3	Non, l'expérience n'aurait pas été validée.
1816	E	Mais est-ce que je peux ne pas valider ce genre de choses ?
1817	P3	Ben oui, tout à l'heure, vous nous avez bien aiguillé pour quelque chose.
1818	E	On vous a aiguillé pour que vous trouviez la bonne solution.
1819	E	Oui, pour pouvoir la valider ensuite. Mais est-ce que j'invalide quelque chose que vous avez trouvé de valide ?
1820	P1	Non.
1821	E	Non. Est-ce que je peux le faire ça ?
1822	P10	Non.
1823	E	Non je ne peux pas le faire, donc moi j'ai dans ma tête différentes possibilités, et celles-là, quand vous les trouvez et que vous en êtes convaincus... De plus, quand trois groupes trouvent la même chose et qu'ils sont d'accord sur les mêmes idées.
1824	P3	Il y a des chances que ce soit possible.
1825	E	La validation ce n'est pas le maitre qui la donne mais c'est les manipulations.
1826	P12	Pas de façon explicite.
1827	E	Pas de façon explicite mais...
1828	P12	Mais quand on part d'un à priori en se disant qu'on peut arriver là, on essaye dans sa démarche de faire valider les choses qui vont nous amener à constater qu'effectivement, on doit en arriver là.
1829	E	Alors c'est un peu différent, c'est-à-dire que vous allez guider le travail de façon à faire émerger ce que vous souhaitez mais vous n'allez pas dire non si on vous trouve une autre solution et qu'elle marche aussi. Vous êtes d'accord ?
1830	P12	Oui.
1831	E	C'est vos manipulations qui valident ou invalident votre modèle, ce n'est pas moi. Simplement, s'il y a un truc qui, je le sais, ne marche pas et que vous ne voyez pas que ça ne marche pas, je vais alors vous mettre dans la situation de constater vous-même que ça ne marche pas. Je pense à tout à l'heure quand on faisait la démonstration de l'alternance jour / nuit, vous avez des collègues qui faisaient tourner la Terre comme la Lune. Dans ce cas-là, on ne répond pas à la question car la question portait sur l'alternance jour / nuit sur une journée. Là, elles m'ont montré plein d'alternances. Ça ne répondait pas à la question, donc là, j'interviens pour aider les collègues ou les enfants à voir que ça ne répond pas à la question et on remet dans le droit chemin. Il y a des enfants qui vous disent pour alterner jour / nuit, il faut tourner comme ça, comme la Lune. Là , vous dites: « Attendez, non. On regarde bien les choses. », et là on refait

		tourner la lumière en même temps. On se rend compte en faisant tourner la lumière en même temps que dans la situation où je fais un tour sur moi-même, en même temps que je fais un tour autour du Soleil, j'ai toujours la même face dirigée vers le Soleil, c'est-à-dire que j'ai toujours les mêmes gens sous le soleil et les mêmes gens dans la nuit. Je n'ai pas d'alternance. Donc ce que je vais faire c'est aider les élèves à se rendre compte que leur idée n'est pas la bonne mais c'est la manipulation, c'est-ce qu'ils voient qui va leur permettre d'inverser, ce n'est pas moi. Vous voyez la différence ? Et tout est là, dans la démarche d'investigation. Ce n'est pas le maitre qui dit, jamais d'autorité du maitre, c'est-ce qu'on fait qui permet de valider nos hypothèses et pour cela qu'il faut que cela soit bien chorégraphié parce qu'à un moment, si vous dites « c'est parce que je le sais moi que c'est comme ça », c'est un échec. Ce n'est plus de la démarche d'investigation. Ceci dit, il faut savoir aussi dès le départ où on va. Ça veut dire aussi qu'il ne faut pas trop ouvrir parce que si on ouvre trop, ça va partir dans toutes les directions. On peut le faire quand on est expérimenté, moi je peux jouer à ça avec vous parce que j'ai plein de choses en tête et que je peux … . Vous, vous êtes pluridisciplinaires, donc forcément vos connaissances dans chaque discipline sont moindres que moi dans la mienne sauf que je suis nulle en histoire géo et que vous en savez plus que moi. Ce que je veux dire par là c'est que, quand on ne se sent pas à l'aise dans une discipline, il faut déjà maitriser ce que l'on fait. Vous vous souvenez de la question qu'on se posait de savoir sur la maitrise des connaissances jusqu'où on l'a ? Il faut maitriser ce qu'on fait et les démarches d'investigation, quand on n'est pas trop sur de soi, le mieux c'est de faire des choses dont on sait globalement où on va aller. On ne sait pas le chemin que les enfants vont prendre, bon on sait un peu, on connait leurs conceptions, je veux dire je sais où vous allez aller. Je l'ai tellement fait moi qu'on m'a déjà tout fait. Donc je peux réagir à ça. Là où je voulais aller, c'est vous dire que dans une démarche, il y a une situation de départ qui doit être conçue de façon à vous éviter les soucis et ça c'est tout un art. Il n'y aura pas de mauvaises surprises. C'est quoi une mauvaise surprise ? C'est quand un enfant part dans totalement autre chose et comment vous gérez ça ? Ben moi je sais mais vous, pas toujours. L'idée dans ce cas-là c'est : « Ben tiens, c'est intéressant mais est-ce que ça répond à la question qu'on se posait ? ». Vous savez Eratosthène, je l'ai fait plein de fois et puis toujours les gamins, ils me courbaient le carton dans ce sens-là (vers le haut) jusqu'au jour où j'ai une étudiante paniquée qui me dit : « Ils m'ont fait une Terre dans l'autre sens. ». Ils ont recourbé le carton comme ça (vers la gauche). Qu'est-ce que je fais ? Ben vous, vous n'y avez pas pensé mais ça marche aussi dans ce sens-là mais qu'est-ce qui se passerait si c'était vraiment ma Terre ? Ben mon petit bonhomme verrait le sol au dessus de sa tête. Est-ce qu'on voit le sol au dessus de soi ? Non, on ne le voit pas. Qu'est-ce qu'elle a fait ? Ben on a trouvé plein de solutions, elle a écrit ses solutions, ça marchait, elle ne pouvait pas dire que ça ne marchait pas, on avait une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre. Donc ils en sont restés là de leur formulation puis elle est venue me voir pour régler le problème. Il ne faut pas dire que ça ne marche pas, les enfants viennent de le voir que ça marche. Après c'est de voir comment on traite le problème. Les enfants peuvent y réfléchir aussi. On revient sur nos saisons. Nous avons trouvé la solution de l'axe qui bascule, nous avons trouvé la solution de la Terre qui tourne autour du soleil en laissant l'axe incliné de la même façon et puis vous avez trouvé la solution du soleil qui tourne autour de la Terre. Nous en avons trois. Est-ce que nous avons un moyen de trancher entre ces trois modèles ?
1832		(Hésitation des enseignants, pas de réponse concrète)
1833	E	On va regarder ce qu'on a au tableau et on va voir s'il y a des choses qui nous permettent de trancher entre les trois modèles. Alors le soleil se déplace dans le ciel d'Est en Ouest, est-ce qu'on a réglé cette question ?
1834	P3	Toute façon oui, car c'est une observation évidente.
1835	E	Ça on sait mais à quoi c'est lié ?
1836	P3	C'est le sens...
1837	E	C'est le sens dans lequel la Terre tourne sur elle-même.
1838	P3	Oui .
1839	E	Mais est-ce qu'on a réglé cette question ?
1840	P3	Non, mais on a fait une expérience non ?
1841	E	On avait regardé dans quel sens la Terre tournait ?
1842	P3	Si quand on était là au milieu. On avait fait une expérience avec les personnages.
1843	E	Et on avait tourné dans quel sens ? Vous vous souvenez ?
1844	P1-P6-P9	Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
1845	E	Donc ça, on avait régler avant, ok. Durées d'éclairement différentes automne, été, hiver ? Est-ce

		qu'on a réglé cette question ?
1846	P5-P12	Oui.
1847	E	Saisons inversées, est-ce qu'on a réglé cette question ?
1848	P6-P4	Oui .
1849	E	Pôle sud, pôle nord, 6 mois jour et 6 mois nuit ?
1850	P8-P10	Oui.
1851	E	Équateur, on a regardé l'équateur ? 12 heures de jour tout le temps, 12 heures de nuit tout le temps ?
1852	P3	Oui .
1853	E	C'est systématique. Regardez, j'ai pris différents axes dans toutes les directions. Mon équateur il est comment par rapport à mon axe ? Il est toujours perpendiculaire à l'axe et il passe par le centre. Je vais prendre différentes couleurs, si j'ai mon axe rouge ici, j'ai moitié moitié. Là pareil, comme ça passe par le centre, on a moitié moitié. Et puis si j'ai cet axe là, l'axe vert, la séparation jour / nuit donc j'ai moitié moitié. Avec les enfants, on va peut être pas faire ça comme ça, on va prendre nos boules et puis constater que c'est moitié moitié. Donc ça c'est réglé. Soleil moins haut dans le ciel en hiver qu'en été ? Ombres longues en hiver qu'en été ? Ça, on n'a pas encore traité.
1854		Les étoiles tournent sur une nuit. Constellations visibles suivant les périodes de l'année et différentes étoiles visibles selon notre position sur le globe. Est-ce qu'on a traité tout ça ? Non.
1855	Personnes	
1856		(Caméra coupée: voir audio wse20180 jusqu'à 28'00 feuille 2)
1857	Transcription audio WSE20180	
1858		
1859	Personnes	
1860		(Retour de pause et installation du matériel)
1861	E	Alors qu'est-ce qu'on a dit ? On a dit qu'on avait trois possibilités pour les saisons : l'axe de la Terre qui fait le mariole, la Terre qui fait le tour du Soleil en gardant l'axe fixe et le Soleil qui tourne autour de la Terre. Je vous ai dit qu'on allait regarder ce qui se passait du coté des étoiles. On a dit que les étoiles tournent pendant la nuit, que nous avons des constellations que nous ne voyons pas de la même façon au fils des saisons et on a différentes étoiles visibles selon leurs positions dans le ciel. J'ai fais un résumé de tout ce qu'on a. On va essayer de voir si on peut faire tout ça maintenant.
1862		(E commence la manipulation)
1863	E	On a incliné notre axe. On va essayer de comprendre pourquoi on voit les étoiles tourner autour de nous sur une nuit. Est-ce que vous avez une idée de ça ?
1864	P9	Parce que nous on tourne.
1865	E	Si nous on tourne ça sous entend quoi ?
1866	P5	Que les étoiles ne tournent pas.
1867	P8	Pas dans le même axe.
1868	E	Si je regarde sur une durée donnée, elles se déplacent d'un même angle.
1869	P6	Pas dans le même temps.
1870	E	Elles se déplacent toutes d'un bloc.
1871	P6	Pas à la même vitesse que nous, je ne sais pas.
1872	E	La vitesse ! Comment vous mesurez la vitesse ?
1873	P6	Enfin la vitesse, je veux dire …
1874	E	Alors regardez, voilà mon Soleil, voilà ma Terre. Si j'ai une étoile ici, je vais faire un petit bonhomme On dit que mon petit bonhomme regarde vers le pôle nord. J'ai une étoile qui est au niveau de mon doigt. Là, mon petit bonhomme, il voit l'étoile du coté de quel bras ?
1875	P9-P4	Droit.
1876	E	Ses yeux sont vers ici. Le bras droit de mon personnage c'est-celui ci et le bras gauche de mon personnage c'est-celui ci.
1877	P6	Donc il voit l'étoile à sa droite.
1878	E	Ici, il voit l'étoile à sa droite.
1879	P6	Maintenant, il va la voir à sa gauche.

1880	E	Maintenant, il ne la voit plus. Maintenant, il l'a voit à sa gauche. Maintenant, il la voit devant lui. Évidement le problème, c'est quand le bonhomme est en face de la lumière, il ne voit pas parce que le Soleil est tellement éblouissant qu'on ne peut pas voir les étoiles de jour. De nuit, il voit d'abord l'étoile dans son dos, ensuite à sa gauche puis devant lui et puis à droite. Il voit l'étoile ici, puis après ici et puis après ici. Il a l'impression que l'étoile a tourné. Vu de son point de vue à lui, l'étoile a tourné. Il y en a de partout donc on voit les étoiles qui tournent autour de nous et donc une autre façon de dire les choses, c'est que les étoiles pour nous ne bougent pas et puis c'est la Terre qui tourne.
1881	P6	C'est comme avec le Soleil en fait.
1882	E	L'étoile polaire, pourquoi elle ne bouge pas ?
1883	P4	Parce qu'elle est sur l'axe de la Terre.
1884	E	Car elle est dans l'axe de la Terre. Elle est très loin dans l'axe de la Terre donc qu'est-ce qui se passe ? Là, il la voit devant lui, là il la voit toujours devant lui. Vous, vous avez totalement lâché ?
1885	P3	Ma collègue me parle de la cité des sciences à Paris. Je voulais savoir où je pouvais voir des étoiles comme ça ?
1886	E	Dans un planétarium. Au collège Paul Valéry à coté de Valrose. Tous les jeudis, ils organisent des séances dans leurs planétarium. Après vous avez l'astrorama. Attention, ils ne nous montrent que le mouvement des étoiles dans une nuit et au cours des saisons, c'est très bien mais ça ne vous permet pas de comprendre les choses. C'est très intéressant pour montrer les étoiles aux enfants. On y retourne, l'étoile polaire, elle est ici au bout de mon doigt, mon petit bonhomme sur 24 heures, quelque soit sa position il la voit toujours.
1887	P5	Là, il voit rien du tout car c'est le jour.
1888	E	Là, il ne la voit pas car c'est le jour, effectivement. Une fois qu'il est dans la nuit, il la voit toujours dans la même direction. Si il la voit toujours dans la même direction, pour lui il la voit fixe, elle est toujours par là et les autres tournent autour. Ça va ça ? Nous avons compris pourquoi les étoiles tournent au cours de la nuit. Question pour vous : Qu'est-ce qui se passe quand je bascule mon axe ?
1889	P4	On ne voit plus l'étoile polaire.
1890	E	Oui, on ne voit plus l'étoile polaire.
1891	P6	On en voit peut être une autre.
1892	E	Mais on en voit peut être une autre. Si je prends un axe qui bascule, le point là immobile, est-ce que c'est le même ?
1893	P6-P3	Non.
1894	E	C'est pas le même. Si je me débrouille pour regarder des gens. Vous voyez l'étoile polaire, je la vois si je suis dans l'hémisphère nord, si je suis dans l'hémisphère sud, qu'est-ce qui se passe ? Je peux la voir ?
1895	P6	Non.
1896	P7	Je peux voir autre chose.
1897	E	Ben non, je ne peux pas la voir. On ne voit pas les mêmes étoiles dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud parce que dans l'hémisphère nord, ce que je vois c'est par là et je ne peux pas voir les étoiles qui sont en dessous. J'ai un horizon ici. L'horizon, c'est le plan tangent. En dessous de ce plan là, je ne peux pas voir car j'ai la Terre.
1898	P12	Est-ce qu'il y a une autre étoile qui est dans l'axe du pôle sud ?
1899	E	Non. Les gens qui sont dans l'hémisphère sud, ils voient d'autres étoiles mais toutes les étoiles tournent autour de quelque chose qui n'est rien. Nous on a du bol. Vous voyez l'étoile polaire, comme on la voit toujours au même endroit, c'est pour cela qu'elle nous indique le nord. Elle nous indique l'axe de rotation de notre Terre. Dans le sud, il faut se débrouiller autrement. Si je prend des gens au cours de l'année, qui prennent des photos du ciel, on va se rendre compte que quelque soit la période de l'année, l'étoile fixe c'est toujours la même, c'est l'étoile polaire. Moi je m'attendrais à une réaction de votre part.
1900	P6	Ben oui dans notre truc là.
1901	P3	Ben, on élimine l'hypothèse.
1902	E	Je vous ai dit que l'étoile polaire était là mais on ne pouvait pas dire que toutes les étoiles sont là.
1903	P12	Ben oui.
1904	P11	Tant qu'elle se trouve dans l'axe.

1905	P1	Si c'est la Terre qui se trouve au centre, c'est tout à fait possible.
1906	E	On peut dire que mon axe bascule et puis je n'ai pas que mon axe qui bascule, j'ai toutes les étoiles qui basculent. Vous êtes d'accord ? Si j'ai toutes les étoiles qui basculent avec moi, j'ai toujours l'étoile polaire dans l'axe de la Terre.
1907	P3	Et les autres tournent toujours ?
1908	E	Ben oui parce que comme ma Terre tourne sur elle même, je vois les étoiles qui tournent autour de moi. Regardez, imaginez que je prends un transparent avec toutes les étoiles, quand moi je tourne, je vois toutes les étoiles tourner autour de moi. Ça ne bouge pas, je suis en hiver. Quand mon axe se déplace au fur et à mesure, mes étoiles se déplacent et suivent le même mouvement. Forcement, toujours au dessus de mon axe j'ai l'étoile polaire et puis j'ai les autres étoiles qui sont toujours au même endroit et puis je tourne et on voit toutes les autres étoiles qui tournent. Vous êtes d'accord ?
1909	P8	Pourquoi le Soleil serait le seul à ne pas basculer ?
1910	E	C'est une question intéressante. Dans ce cas là, tout bascule sauf le Soleil.
1911	P7	Ce n'est pas un modèle très simple.
1912	E	Pourquoi pas, je fais tourner toutes les étoiles. Si je fais ça , il y a encore un truc. Les étoiles que je vois moi, quand je bascule comme ça, je vois toujours quelles étoiles ? Je vois toujours les étoiles qui sont de ce coté ci. Je vois toujours les mêmes étoiles dans le ciel a peu de chose près comme on bascule. En tout cas, je vois les mêmes étoiles quand je suis au printemps et à l'automne car c'est-cette position là. Or, il y a des constellations que je vois au printemps et d'autres que je vois à l'automne et ce ne sont pas les mêmes. Du coup, est-ce que ma bascule tient la route ?
1913	P8	Non.
1914	E	Non parce que je ne peux pas expliquer avec mon axe qui bascule, je ne peux pas expliquer le fait que j'ai des étoiles que je vois en automne qui sont différentes des étoiles que je vois au printemps. Celui là, exit ! Vous êtes d'accord avec son élimination ?
1915	P10	Oui.
1916	E	En regardant les étoiles, ça ne marche pas bien donc le modèle, je le mets soit à la poubelle soit j'essaye de le modifier. On en a deux autres à notre disposition : La Terre qui tourne autour du Soleil et le Soleil qui tourne autour de la Terre. Qu'est-ce que vous en pensez ?
1917		(Silence)
1918	E	Est-ce qu'on arrive à tout expliquer avec l'un et l'autre ?
1919		(Silence)
1920	E	A présent, oui.
1921	P6	Mais sauf, l'histoire des étoiles.
1922	E	Est-ce que les étoiles ça change quelque chose ? Regardez.
1923		(E manipule)
1924	E	Là, je vais faire tourner le Soleil autour de la Terre. Pour le moment, les étoiles je vois celles qui sont par là. Je fais tourner le Soleil autour de la Terre, maintenant je vois les étoiles qui sont du coté de Frédéric. Maintenant, il voit les étoiles qui sont du coté du mur et maintenant, il voit les étoiles qui sont du coté du tableau. Qu'est-ce qui se passe quand la Terre tourne autour du Soleil ? Je vois les étoiles du coté des fenêtres, je vois les étoiles du côté de Frédéric, je vois les étoiles du côté du mur et je vois les étoiles du côté du tableau. Qu'est-ce que ça permet de penser ? Je vois la même chose. Je vois le même ciel, si je fais tourner le Soleil autour de la Terre ou si je fais tourner la Terre autour du Soleil. J'ai la même alternance de saisons. Conclusion ?
1925	P4	On ne peut pas savoir lequel est bon.
1926	E	Oui. On ne peut pas savoir si c'est la Terre qui tourne autour du soleil ou si c'est le Soleil qui tourne autour de la Terre. Quand je dis que j'ai le Soleil qui tourne autour de la Terre, je regarde les choses de quel point de vue ?
1927	P6	De la Terre.
1928	E	Je regarde les choses de la Terre. Quand je dis que la Terre tourne autour du Soleil, je regarde les choses de quel point de vue ?
1929	P6	De la Terre aussi.
1930	E	Quand je dis que la Terre tourne autour du Soleil.
1931	P9-P12	Du Soleil.
1932	E	Si je suis quelque part et que je regarde de mon point de vue à moi, là où je suis ça ne bouge pas. Quand je dis que la Terre tourne autour du Soleil, je regarde les choses vues du Soleil

1933	P1	Donc il vaut mieux regarder de la Terre.
1934	E	Dire que la Terre tourne autour du Soleil, c'est regarder les choses vues du Soleil. Dire que le Soleil tourne autour de la Terre, c'est regarder les choses du point de vue de la Terre. C'est deux façons différentes de dire les choses qui dépendent du point de vue. Vous savez vous qu'on a fait un choix de point de vue, quel choix de point de vue on a fait ?
1935	P2	On a choisi le Soleil.
1936	E	Effectivement, on regarde les choses du point de vue du Soleil. C'est le choix classique que l'on fait. Est-ce que c'est faux de dire que c'est le Soleil qui tourne autour de la Terre ?
1937	P6	Non.
1938	E	Celui qui a dit ça c'est Galilée. Galilée après Copernic a posé ce qu'on appelle le principe de relativité, c'est à dire qu'un mouvement, on ne peut pas savoir dans l'absolu si ça bouge ou ça ne bouge pas, ça dépend du point de vue suivant lequel on se place. On peut se placer du point de vue de la Terre ou du point de vue du Soleil. Dire que la Terre tourne autour du Soleil ou que le Soleil tourne autour de la Terre, c'est aussi vrai ou aussi faux, si on peut parler comme ça. En faite ce qu'on devrait dire, c'est que la Terre tourne autour du Soleil du point de vue du Soleil. Ce que je vois, ça dépend de l'endroit où je suis. Si on se met dans l'espace, je me mets par rapport à un autre point de vue encore, je vais peut être dire que le Soleil tourne et que la Terre tourne aussi. Je ne peux jamais savoir de façon absolue, c'est toujours par rapport à quelque chose.
1939	P6	Qu'est-ce qui a fait qu'on a dit que la Terre tourne autour du Soleil ?
1940	E	Quand on a dit que la Lune tournait autour de la Terre, on a dit que la Lune tournait autour de la Terre par rapport à qui ?
1941	P7	Par rapport à la Terre.
1942	E	Quand je dis que la Lune tourne autour de la Terre, c'est à dire qu'elle fait un rond. Quand on a dit ça, on regardait les choses de quel point de vue ?
1943	P8	Du point de vue de la Terre.
1944	E	Si je regarde du point de vue du Soleil, qu'est-ce qu'elle fait ma Lune ? Elle tourne autour de la Terre et comme en même temps du point de vue du Soleil, la Terre tourne autour du Soleil, ma Lune elle fait comme ça. Elle fait quelque chose qui ressemble à des boucles. Si on est sur la Lune, qu'est-ce qu'on voit ?
1945	P6	La Terre qui tourne autour de la Lune.
1946	E	Est-ce qu'on voit la Terre qui tourne autour de la Lune ?
1947	P4	Non, elle est fixe.
1948	E	Si je suis sur la Lune, je vois la Terre qui reste immobile. Suivant l'endroit où je regarde les choses, je ne vois pas la même chose.
1949	P6	Et qu'est-ce qui a fait qu'on a retenu ? C'est naïf ce que je vais dire, mais comme on ne peut pas se placer du point de vue du Soleil parce que de toute façon on ne peut pas y être.
1950	P12-P1	Ben si.
1951	E	On ne peut pas y être sur le Soleil.
1952	P6	Par contre la Lune on peut y être. On pourrait très bien avoir un point de vue par rapport à la Lune.
1953	E	On pourrait regarder toutes les choses du point de vue de la Lune. De même que pour la Terre.
1954	P6	Mais pas par rapport au point de vue du Soleil ?
1955	E	C'est-ce qu'on a fait. On a choisi de regarder tous les mouvements du point de vue du Soleil. Pourquoi on fait ça ? Parce que quand on regarde tous les mouvements du point de vue du Soleil, quand on fait des dessins, la Terre, elle fait un tour autour du Soleil et toutes les autres planètes font un tour autour du Soleil. Si je regarde les choses vues de la Terre, le soleil fait un tour autour de la Terre et les planètes font des mouvements très bizarres. En terme de représentation, quand on regarde les choses, esthétiquement parlant c'est plus pratique de regarder les choses vues du Soleil.
1956	P12	Est-ce qu'il n'y a pas des lois physiques qui expliquent que toutes les planètes tournent autour du Soleil ? Par rapport à la taille du Soleil ?
1957	E	On y vient. Quand je regarde les choses, vues de la Lune, le Soleil il fait quoi ? Est-ce que le Soleil tourne autour de moi ?
1958	P1	Ben oui.
1959	E	On a dit qu'on avait 14 jours de jour et 14 jours de nuit et donc on voyait le Soleil se coucher et se lever. Donc vu de la Lune, j'ai le Soleil qui tourne autour de la Lune, j'ai la Terre qui ne

		bouge pas et j'ai les planètes qui font des choses bizarres. Vu de Mars, je vois la Lune qui fait un truc bizarre, je vois la Terre qui fait un truc bizarre et puis je vois le Soleil qui tourne autour de moi. Je peux choisir n'importe quel point de vue. Le point de vue que je privilégie c'est mon point de vue à moi, vu de l'endroit où je suis.
1960	P4	C'est le point commun.
1961	E	Mais ce qu'on fait nous, c'est qu'on regarde les choses du Soleil car vu du Soleil toutes nos planètes on les voit tourner autour. Vu du Soleil, toutes les planètes tournent autour du Soleil, il y a une raison à ça, quand on essaye de comprendre avec la théorie de la gravité, on regarde les choses du point de vue de l'objet le plus lourd.
1962	P6	Oui car le Soleil tire plus.
1963	E	Non, si je vous tire vous me tirez de la même façon.
1964	P6	Oui mais si on est plus lourd ?
1965	E	Si vous êtes à cette distance là et pas une autre, c'est parce qu'on tire de la même façon lui et l'autre. La Terre attire le Soleil de la même façon que le Soleil attire la Terre. Simplement on a une distance donnée entre les deux et elles s'attirent de la même façon. Mais comme les masses de la Terre et du Soleil sont différentes, cette force par rapport à cette masse ne produit pas le même effet. Là, ça devient compliqué pour vous.
1966	P12	Mais ça se traduit par quoi alors ?
1967	E	Ça se traduit par regarder les choses vues de l'objet le plus lourd. Le corps le plus lourd c'est le Soleil donc on va regarder les choses vues du Soleil. C'est un choix.
1968	P6	Donc il aurait fallu le préciser quand on fait l'affirmation de dire voilà, par rapport au Soleil ou à la Lune...
1969	E	Exactement. C'est une histoire de point de vue. Ça c'est pas très difficile à faire passer et ce qui pose des problèmes c'est qu'on a appris des choses par cœur et on les répercute.
1970	P6	C'est plus difficile pour nous qui avons appris des choses bêtement.
1971	E	Pour des enfants, c'est pas plus difficile, ils savent bien que le mouvement dépend de l'endroit où je regarde les choses. Quand je suis dans un train je vois la vache bouger, si je suis la vache c'est le train qui bouge. Si vous voulez, ça, ils sont prêts à le prendre quand ils sont petits les enfants. Vous leurs faites passer ce qu'on appelle la révolution Galiléenne. C'est Galilée qui indique que le mouvement, c'est pas un absolu, ça dépend de l'endroit où on regarde les choses.
1972	E	Cette notion de mouvement qui dépend de l'endroit où on se place, historiquement, les éditions du bouquin (le Somnium) que je vous ai donné, ça rend hommage à cela. Le Somnium est un livre écrit par Kepler. Kepler est l'un des premiers à avoir essayer de faire passer ça à ses compatriotes. Il voulait montrer que le mouvement dépendait de l'endroit où on se place. La première façon qu'il a eu de faire passer cela, c'était de faire des calculs. Il a dit: « ben voilà, si je me mets sur la Terre, le mouvement de Mars c'est ça » (E. Fait des zig zag avec son doigt) « et ben maintenant je fais mes calculs et je me mets sur Mars. Je vois les mouvements de la Terre d'une autre façon. ». Kepler a fait cela et ce n'est absolument pas passer. Les scientifiques de l'époque ont vu ça et ils n'ont pas cherché à comprendre. Du coup, il a utilisé une autre stratégie et il a écrit un livre de fiction, on peut dire que c'est de la pré-science-fiction. Il a raconté une histoire, qui avait comme personne lui ou quelqu'un autre, qui discute avec sa mère. Sa mère est une sorcière et elle l'envoie sur la Lune. Le personnage lui disait qu'il voyait les choses comme ça, sa mère lui répond: « mais attends, tu vois les choses comme ça, moi je te dis que ça dépend de l'endroit où tu es » et hop, elle l'envoie sur la Lune et de la Lune il voit la Terre qui ne bouge pas dans le ciel. Il y a deux peuples sur la Lune, un peuple qui voit toujours la Terre, un peuple qui ne voit jamais la Terre. Kepler amène son lecteur à adopter un autre point de vue en le mettant sur la Lune. L'idée étant que voilà, si je dis que ce que je vois dépend de l'endroit où je me place et que je le fais sur la Lune, je vais peut être aider mes compatriotes à voir que la notion de point de vue est importante. Et donc dire que je regarde les choses vues de la Terre, vous vous souvenez à l'époque la Terre était dite immobile, plutôt que de dire je vois les choses vues de la Terre, je peux aussi bien dire que je vois les choses vues du Soleil, c'est une autre façon de dire les choses. L'idée c'était de préparer les compatriotes à cette notion de point de vue, donc ça, c'est Kepler avec le Somnium. Somnium ça veut dire le songe en français. A partir de là, les autres ont suivi. Copernic dit le point de vue de la Terre ce n'est pas le bon et qu'il en existe un autre et que c'est le bon à prendre. C'est le point de vue du Soleil. Lui il impose, je regarde la Terre vue du Soleil et rien d'autre. Galilée lui, dit qu'on fait ce qu'on veut et que cela dépend juste de l'endroit où on est. Avec Galilée, on arrive à une notion de référentiel qui n'est pas privilégié. Quel que soit l'endroit où je suis, je peux regarder quelque chose de ce point de vue là. Il faut savoir que ça c'est... Au départ, ce que fait Galilée

		c'est de dire qu'on ne peut pas savoir qui bouge par rapport à qui et on est limité en déplacement rectiligne uniforme, c'est à dire, je vais à des vitesses et en lignes droites. Le saut suivant, ça sera Einstein qui le fera. C'est-ce que l'on appelle la relativité générale. Je peux regarder n'importe quelle chose de n'importe quel point de vue, quand je veux faire des calculs, il y a des points de vue qui sont préférables à d'autres, il y a des points de vue qui sont plus faciles pour faire des calculs que d'autres. Si je lance une fusée, c'est plus pratique de regarder les choses vues de la Terre. Par contre, quand j'évalue les déplacements de satellites ou ce genre de choses, ça peut être plus pratique de regarder les choses vues du Soleil. En gros, ce que font les physiciens, c'est suivant ce qu'ils veulent faire, ils choisissent le référentiel qui les arrange.
1973	P6	Et pour les enfants alors ?
1974	E	Pour les enfants, qu'est-ce qu'on peut faire ? On a deux versions, la version haute et la version basse. On est déjà en fin de cycle 3. Tout ce qu'on peut faire en cycle 2, c'est tout ce qu'on a fait avec Ératosthène et tout ça. La Lune on peut faire tout ce qui est observations avec les boules, on peut le faire assez rapidement, on a juste à regarder et à voir que ça dépend de l'endroit où je suis par rapport au Soleil et la Terre. Les dessins des représentations schématisées, ça c'est un peu plus tard. Au moins comprendre le phénomène, on peut aller assez vite. Là, ce qu'on a fait nous, alors la Lune, Manchu, on peut peut-être jouer à Manchu. Je vous l'ai dit la dernière fois, je n'ai jamais joué en partant de Manchu avec les enfants, je pense vraiment qu'on peut le faire avec une classe un peu costaud parce qu'il faut changer de point de vue, parce que je vous ai mis sur la Lune. Cela n'est pas évident mais on peut le faire simplement avec les boules, on était sur le tabouret, maintenant vous mettez la Terre sur le tabouret et c'est quelqu'un qui fait la Lune et qui voit la Terre différemment. Ce n'est pas impossible, il faut juste s'organiser, il faut un espace dégagé et que l'on puisse se déplacer. Il faut prévoir ça sur une après midi car il faut dégager les tables ou aller dans la salle de sport. Vous pouvez localiser les gamins en mettant des cerceaux aux endroits stratégiques, vous mettez les enfants dans les cerceaux et puis après on tourne d'un cerceau à l'autre. La chose la plus difficile est de fixer les gamins à un endroit et éviter qu'ils s'éparpillent dans toutes les directions. Donc pensez cerceaux, zones délimitées. Ça c'est la Lune. Les saisons, version basse, on regarde juste les choses de la Terre, on fait l'expérience du calendrier, on a vu qu'il y avait des journées longues et des journées courtes, on fait une observation avec un gnomon, c'est un bâton (8'35) , on regarde les ombres, on a des ombres longues et des ombres courtes et on reste au niveau des constats et on n'explique rien.
1975	P6	Dans les petites classes, on fait ça. Avec l'éphéméride et tout ça...
1976	E	Oui, en cycle 2 on fait ça mais là on fait juste de l'observation.
1977	P6	On n'en déduit rien
1978	P10	Même avec des documents à analyser ?
1979	P7	Juste l'observation.
1980	P6	C'est une première approche pour plus tard.
1981	P9	Même en maternelle.
1982	E	Ceci est le niveau de base, on observe des choses on constate des choses et on met des mots derrière ça : « c'est le jour le plus long, c'est le solstice d'été. C'est le jour le plus court, c'est le solstice d'hiver. »
1983	P6	Ce n'est pas forcément nécessaire de l'expliciter tout de suite.
1984	E	Non, non.
1985	P6	Mais ça peut être une bonne approche pour les classes suivantes parce que ça ne sera pas un vocabulaire complétement...
1986	P4	Si on n'a pas observé les choses, on ne peut pas tirer les conclusions.
1987	E	On observe ça, c'est dans les petites classes. On observe avec nos ombres, que ce n'est pas les mêmes au cours de la journée etc. On peut le faire dès le cycle 2. Après, les explications, comment expliquer les phénomènes, c'est-ce qu'on a fait ensemble et on peut le faire de la même façon avec les enfants mais là vous voyiez c'est avec des enfants de cycle 3 et on va jouer avec les boules. Vous avez vu mon matériel n'est pas top top, on a des sources lumineuses avec des générateurs, c'est juste que moi je n'ai pas de bonne lampe de poche avec des diodes suffisamment puissantes. Attention avec les petites lampes, il faut se mettre suffisamment loin de la boule pour une lumière qui soit à peu près parallèle. Vous avez vu, à chaque fois, ce qui compte c'est d'avoir une moitié de ma boule éclairée...
1988	P6	Tiens, ça on n'en a pas parlé !
1989	E	Si vous voulez il faut bien voir le contraste entre le jour et la nuit. C'est fondamental, si vous

		n'aviez pas pu avoir cela, vous n'auriez rien pu faire.
1990	P6	Ça a une importance.
1991	E	C'est fondamental quand vous trouvez du matériel, c'est-cela qu'il faut vérifier. J'ai choisis une balle d'une taille adaptée à ma lampe, c'est à dire, une balle pour laquelle je peux avoir une moitié éclairée et une autre qui ne l'est pas parce que sinon c'est la même chose. Si j'ai un petit bout de lumière sur la balle c'est loupé. En gros, le matériel est fondamental. Avec du bon matériel, vous pouvez faire comme moi. Bien sur, ce qu'on a fait en 2 heures, vous le faites en 7-8 heures avec les enfants mais on y va doucement. On va développer leur capacité à créer des choses.
1992	P6	Est-ce qu'il faut entre deux faire une trace écrite ?
1993	E	Systématiquement. A chaque fin de question, on écrit ce qu'on a trouvé.
1994	P4	On écrit les différentes choses qu'on a trouvé.
1995	P6	On fait une synthèse.
1996	P10	Et les schémas aussi.
1997	E	J'ai envie de vous dire pour la synthèse, on ne privilégie ni les mots ni les schémas mais les deux. Vous avez des enfants qui comprennent mieux les choses avec des mots, d'autres qui comprennent mieux les choses avec des schémas.
1998	P6	Donc entre chaque étape, il faut une synthèse institutionnalisée.
1999	E	On y va, on essaye de faire la première question, comment expliquer que d'un coté il fasse jour et que de l'autre il fasse nuit ?
2000	P8	Là c'était simple, on avait dit que le Soleil éclairait qu'une partie de la Terre..
2001	E	Une moitié de la Terre.
2002	P8	Qu'une moitié de la Terre, quand il fait jour à Paris, il fait nuit en Australie puisqu'elle n'est pas éclairée.
2003	E	Pas tout à fait parce que Paris...
2004	P2	Parce qu'il fait jour à Paris car Paris se trouve dans la zone éclairée et l'Australie est dans la zone d'ombre. C'est très dur à formuler.
2005	E	Ce n'est pas facile.
2006	P7	Dans les livres, on ne trouve pas ce genre de formulations ?
2007	E	Le problème c'est que des fois le livre donne une situation de départ mais il ne vous donne pas la formulation. C'est pour cela que dans mon livre, j'ai écrit les formulations sauf que pour l'astronomie, ça va être fait.
2008	P6	Est-ce qu'il faut préciser que c'est par rapport au point de vue ?
2009	E	Vous voyez le « par rapport au point de vue », c'est venu progressivement.
2010	P6	Donc dans la première étape, on ne le met pas.
2011	E	C'est venu progressivement et ce qui vous a aidé à un moment, en gros vous ne m'avez pas hurlé dessus quand j'ai dit que la Terre tourne autour du Soleil et le Soleil tourne autour de la Terre, il n'y a pas eu de choc particulier car tout ce qu'on a fait avant vous a un peu préparé à ça.
2012	P3	Les deux étaient possibles.
2013	E	Oui et puis le coup de la Lune, quand vous étiez sur la Lune, de la Terre la Lune bouge mais de la Lune, la Terre est immobile. Qu'est-ce que vous en pensez ? Car j'ai le sentiment de travailler comme ça, de changer de point de vue, ça vous aide à en prendre conscience. Qu'est que vous en dites ?
2014	P6	Oui.
2015	P11	En tant qu'adultes mais avec les enfants c'est plus difficile. Par exemple, demander plusieurs modélisations, ça me paraît difficile parce que c'est compliqué de changer de paramètres pour un enfant.
2016	E	Attention, ce n'est pas des paramètres mais des points de vue.
2017	P6	C'est-ce que je disais tout à l'heure, nous on a des choses qui nous ont été données comme ça, alors que eux, ils ont rien encore. Peut être que c'est plus facile pour eux que pour nous.
2018	E	C'est le cas de façon générale.
2019	P7	Nous on a tendance à dire : « oui on l'a constaté mais les scientifiques ont souvent des calculs bien plus compliqués pour nous prouver que ce n'est pas ça », on est formaté comme ça donc on a du mal...
2020	P6	On raisonne dans le sens inverse des enfants.

2021	P7	On a même du mal à accepter ce qu'on voit, je trouve. Après les enfants peut être pas.
2022	P8	On nous a donné des vérités et donc on a du mal à les remettre en cause.
2023	E	Vous avez gardé des choses en mémoire, mais on ne vous a donné qu'un seul modèle. On ne vous en a pas proposé plusieurs c'est comme ça. On ne vous a pas expliqué dans les livres de classe...
2024	P4	Quand on était petit, on aurait pu faire les mêmes expériences aussi.
2025	E	Oui mais qui transmet ça ?
2026	P4	Les livres... Il y a des sources d'informations.
2027	P3	Mais on avait fait des expériences.
2028	E	Ces expériences là vous les avez faites ?
2029	P1	Au collège mais pas toutes.
2030	P3	Toi en tant qu'élève ou instit ?
2031	P1	En tant qu'élève.
2032	E	Quels souvenirs vous en avez ?
2033	P1	Juste la fin.
2034	P3	Tu te souviens pas de …
2035	P1	J'étais dans la classe de mon père donc je me souviens.
2036	P3	C'est ton père qui t'a raconté mais il t'a menti.
2037	P1	Non, je veux dire que au bout de plusieurs années, je ne me souviens que de la conclusion. Je ne me souviens pas de toutes les expériences et de tous les échecs.
2038	P6	Oui mais je pense que tout le monde n'a pas fait les expériences.
2039	P5	C'est comme la technique de la division, tu t'en rappelles parce que tu es professeur mais les enfants, tu l'appliques comme ça, c'est mal fait.
2040	E	On reprend, Jean marc Levy Leblond, physicien à Nice, qui a écrit là dessus, c'est aussi un philosophe : « *pour reprendre le sempiternelle problème de la Terre et du Soleil, à la question : Lequel tourne autour de l'autre ? Je ne peux, en tant que physicien, offrir une réponse sans ambiguïtés que si on me dit à quel système de référence elle est sensée se rapporter car le Soleil vu de la Terre tourne bien autour d'elle et affirmer le sérieux d'une tel réponse n'est pas une argus site provocatrice, les calculs très sophistiqués des trajectoires suivis par nos sondes spatiales, ce font dans ce cadre où la Terre est considérée comme immobile 5 siècles après Copernic. Ainsi la question usuelle, telle qu'elle est posée dans les sondages ne peut rendre justice à l'essence du problème.* ». C'est ce que j'ai essayé de vous faire comprendre.
2041	P12	J'aimerai bien quand même, que vous essayez de faire un petit sondage auprès des inspecteurs et voir un petit peu, si lors d'une leçon faite d'une classe de CM2, ils accepteraient ce genre de formulations finales à laquelle vous avez abouti.
2042	E	On pourrait le faire mais de toute façon, quoi qu'ils en disent ils ont tort.
2043	P12	Ils ont peut être tort...
2044	P6	Mais tout dépend du point de vue !
2045	E	Est-ce que tout dépend ? Tout ne dépend pas.
2046	P3	Si, tout dépend. L'un dépend de l'autre à chaque fois.
2047	E	Oui mais ma bascule je l'élimine car ça ne correspondait pas.
2048	P3	Oui, bien sur.
2049	E	Attention, on a fait le choix de considérer depuis Galilée que le mouvement dépend du point de vue dans lequel on se place et qu'il n'y a pas de référentiel privilégié. C'est une chose qu'on a posé. Il est possible dans 100 ou 200 ans, les physiciens reviennent en arrière et disent que de ne pas choisir de point de vue privilégié ce n'est pas ça qui marche le mieux et qu'on va dire qu'il y a un point de vue privilégié et que c'est la Terre ou le Soleil... Il est important de préciser le point de vue.
2050	P6	C'est drôle de voir que les physiciens se placent dans le référentiel où leurs calculs seront facilités.
2051	E	Sur les livres, vous trouvez des horreurs. Je vais vous en montrer un, c'est un bouquin que je vous déconseille de prendre c'est Hachette.
2052		(E va chercher le livre)
2053	E	Vous êtes prêts ? « *les anciens croyaient que la Terre était le centre de l'Univers et que le Soleil et les étoiles tournaient autour de la Terre. Grâce aux observations des grands savants comme Copernic, Galilée ou Newton, on sait que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil et la Terre tourne sur elle*

		même. C'est la même illusion que tu peux avoir quand tu es sur un manège. Tu as l'impression que les gens et les choses tournent autour de toi alors que c'est toi qui tourne. Si on voit le Soleil se levait chaque jours, c'est parce que la Terre fait un tour sur elle même en 24 heure. »
2054	P3	Ils se contredisent.
2055	E	Déjà, ils se contredisent un peu mais on sait, c'est « les observations des savants qui ont permis de savoir », on a vu qu'avec les observations on n'a pas pu savoir, à juste titre, et puis « c'est la même impression que lorsque tu es sur un manège, tu as l'impression que les choses et les gens tournent autour de toi » c'est pas la même impression. Je suis sur le manège, vu du manège je vois les choses tourner autour de moi, c'est pas une illusion.
2056	P3	C'est-ce qui se passe quand on est sur Terre, le Soleil tourne autour de soi.
2057	E	Ici, ils ont complètement oblitéré la notion de point de vue, pour eux il y a un mouvement qui est meilleur qu'un autre. Il y a un mouvement dans l'absolu. La suite c'est : « Le soleil semble tourner autour de la Terre en réalité c'est la Terre qui tourne autour du Soleil. »
2058	P12	C'est tellement institutionnalisé qu'on a même plus besoin de le préciser.
2059	E	Le problème, il est que les gens qui ont écrit ça, n'ont pas du tout la notion de point de vue. Le Soleil semble tourner autour de la Terre en réalité c'est la Terre qui tourne autour du Soleil.
2060	P4	Est-ce qu'il y a des livres qui abordent la notion de point de vue ?
2061	E	Il n'y en a quasiment pas qui répondent à cette notion de point de vue mais le problème c'est que c'est généralement ce que vous utilisez et vous transmettez, attention ça fait 300 ans que ça dure Galilée c'est 1700, depuis 1700, on sait que le point de vue ça à une importance, il y a des générations de gamins qui passent par des générations de profs qui n'ont pas compris la notion de point de vue et hop, ça se transfère mais ça se transfère à toute la population.
2062	P7	Mais c'est difficile avec le manège, on est d'accord celui qui est sur le manège, il voit les gens tourner mais …
2063	P3	Mais il sait que c'est le manège qui tourne.
2064	E	Quand vous dites que c'est le manège qui tourne, c'est parce que vous regardez les choses vues d'un endroit où vous voyez le manège qui tourne.
2065	P7	Oui d'accord.
2066	P3	Mais malgré tout, celui qui est sur le manège a changé de position donc pour lui comme il a vu avant qu'il tournait pour lui c'est lui qui tourne.
2067	E	Tout cela pour vous dire de ne pas l'utiliser. Après vous avez le Magnard. C'est l'adaptation la moins pire. C'est à dire, le Magnard fait comme ça : « comment Ptolémée imaginait-il le monde ? » , Ptolémée c'est le Soleil qui tourne autour de la Terre. « Quelles étaient les idées de Copernic ? » Là c'est pour jour nuit. La Terre qui tourne autour du Soleil. « Comment expliquer l'alternance jour nuit ? » Première méthode, la fameuse ronde qu'on a fait. La première ronde qu'on a fait nous c'est : on tournait et le Soleil ne bougeait pas. On peut faire autrement aussi, on peut ne pas faire tourner la ronde et faire tourner le Soleil et on voit la même chose vous êtes d'accord ?
2068	P3	Oui.
2069	E	Pareil avec les boules, vous pouvez faire tourner le Soleil ou la Terre. Conclusion : je ne peux pas savoir. La conclusion c'est : « fait le bilan des deux activités, le système de Ptolémée et celui de Copernic, expliquez la successions des jours et des nuits. ». La réponse à ça c'est oui. Jusque là, c'est parfait, là on est content on se dit ils vont y arriver et puis là raté « quelles étaient les idées de Galilée ? Galilée vivait en Italie, il a perfectionné la lunette et grâce à elle, il a pu observer les cratères de Lune... A cause de ses idées, il a été jugé par l'inquisition » et puis on a un petit passage de XXX qui parle de Galilée : « la proposition que le Soleil soit le centre du monde et immobile et absurde et fausse et est fortement hérétique. La proposition que la Terre n'est pas le centre du monde, ni immobile mais qu'elle se meut est également une proposition absurde et fausse, nous disions que toi Galilée tu t'es rendu suspect d'hérésie. »Donc un petit extrait du procès de Galilée.
2070	P3	Donc ça c'est de l'histoire
2071	E	Donc on continue, « quel était le système du monde auquel croyait Galilée ? Est-ce que c'était celui de Copernic ou de Ptolémée ? Quel était le système du monde qui était considéré comme valide par l'inquisition ? » Donc là, ça va. On continue
2072	P4	C'est le bouquin du cycle 3 ça ?
2073	E	Oui c'est le bouquin du cycle 3. Ah non, dans celui là c'était bien, c'est dans la nouvelle version que ce n'est pas bien. Il n'y a pas de réponses donc ça va. Ils ont changé, il y a une nouvelle version. Dans la nouvelle version, vous avez un petit bandeau à la fin qui nous dit : « Grâce à Galilée, nous savons que.. ». Pauvre Galilée, si il savait, il se retournerait dans sa tombe. Dans

		la première version, il n'y avait pas de réponses car il n'y en a pas. Il y a pas le guidage vers la notion « ça dépend d'où on regarde les choses. »
2074	P8	Oui, c'est vrai il n'y a pas ça non plus.
2075	E	Le bilan des courses à mon avis, c'est que l'éditeur suivant, comme ça a du choqué du monde, il s'est senti obligé de changer. Je vous apporte la nouvelle version tout à l'heure ainsi qu'un poème de Jean marc Levy Leblond.
2076	P7	Vous avez dit que la Terre tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, c'est que si on imagine le plan du Soleil...
2077	E	Effectivement.
2078		(E prend un calque)
2079	E	Regardez, la Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. C'est dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour vous ?
2080	P3-P8	Ben oui.
2081	E	Pour moi, c'est dans le sens des aiguilles d'une montre. Donc quand je dis, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, c'est parce que je regarde les choses vues du dessus par rapport à mon pôle nord. Si je regarde les choses vues du dessous, ça tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Regardez les collègues m'ont dit ça tout à l'heure.
2082		(E prend une boule et la lumière et commence à manipuler. E penche la boule et la tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre puis dans le sens des aiguilles d'une montre.)
2083	E	On fait tourner comme ça, on a les saisons et on peut aussi tourner comme ça et on a les saisons aussi. Mais quand vous tournez comme ça, vous vous voyez l'axe qui pique vers la droite mais moi de mon point de vue, j'ai l'axe qui pique à gauche. Ça dépend encore de l'endroit où on regarde les choses. C'est fondamental cette notion. Une fois qu'on a comprit cette notion, tout est limpide.
2084	**E**	Je vais vous raconter une histoire, enfin pas vraiment une histoire je vais vous lire des choses. Je vais vous expliquer des choses par rapport à ce qu'on a vu ce matin. Je vais vous lire un certain nombre de textes en rapport avec ce que l'on a fait tout à l'heure. Je vais commencer par un auteur qui a écrit un poème qui s'appelle "Le mouvement est comme rien". Cette formule est une formule célèbre attribuée à Galilée.
2085	**1'14 à 1'58**	*Lecture du texte.*
2086	**E**	Est-ce que vous voyez pourquoi je vous ai lu ce texte ? Il est assis, il est allongé, il est a six pieds sous terre
2087	**A1**	Il est à une vitesse folle en même temps.
2088	**E**	Et il a un million, dix millions… Tout dépend…
2089	**A2**	De là où on se place.
2090	**E**	Voilà. Tout dépend de là où on se place. Pour votre information, la rotation de la Terre sur elle-même c'est a peu près 1000Km/h quand on est au niveau de Paris et si on regarde par rapport à l'axe. Euh ensuite, la Terre autour de son orbite si on regarde par rapport au soleil, si on regarde par rapport au Soleil, un tour c'est 100000 km/h. Si on regarde par rapport au centre de notre galaxie, notre système solaire se déplace à peu près à 1 million de km à l'heure. Et puis si je regarde encore vers une concentration d'autres galaxies lointaines, que l'on appelle le grand attracteur, là on est à plusieurs millions de km/h. Voilà, donc tout dépend de l'endroit d'où l'on regarde les choses.
2091		Je voulais vous lire un tout petit peu de Poincaré. Je sais pas si ce nom vous dit quelque chose ? C'est un grand physicien, grand mathématicien du début du siècle. Et voilà ce qu'il a écrit.
2092	**3'35 à 4'30**	*Lecture du texte.*
2093		Voilà, donc il est plus pratique de regarder les choses en disant que la Terre tourne, là il entend qu'elle tourne sur elle-même.
2094		Je vous ai amené un livre que je vous lirai pas parce que je me suis aperçue que c'était un peu trop casse figure. Il faut savoir qu'Einstein c'est beaucoup inspiré de Mach lorsqu'il a formulé la relativité générale. Mach reprend l'expérience de Foucault. On a dit que cette expérience nous permettait de montrer quoi ? Que la Terre...
2095	**A2**	Tourne sur elle-même.
2096	**E**	Et pour faire ca, on a regardé quelque chose par rapport au sol. D'accord ? On a dit que c'était dans un même plan toujours. Mais dans un même plan par rapport à quoi ? Mon tabouret, je regardais par rapport au sol. Mais si je prends comme tabouret la Terre, je dis que j'allais faire

		comme si mon tabouret c'était la Terre. Si mon tabouret c'est la Terre, mon sol c'est quoi ?
2097	**A3**	L'espace
2098	**E 5min**	L'espace, les étoiles. On considère que les étoiles sont fixes. Les étoiles sont mon ciel. Je regarde quelque chose par rapport à mes étoiles. Ca va, vous me suivez la dessus ? Hein ? Donc vous voyez quand je vous ai raconté l'histoire du pendule de Foucault, on a dit que ca pendulait toujours dans la même direction ! D'ailleurs je vous ai mis des deux côtés vous vous souvenez ? Vous avez constaté ça. Et vous regardez bien par rapport au sol. Et vous, vous étiez fixes par rapport au sol. Le problème c'est que quand je transfère les choses et que je dis que mon tabouret maintenant c'est ma Terre, je me suis bien gardée... Vous ne m'avez pas posé de questions, ça tombe bien hein ! Je me suis bien gardée de dire, ben le tabouret c'est la Terre mais le sol c'est par rapport à quoi que je regarde ? C'est quoi ? Ben c'est les étoiles. Et donc on prend comme hypothèse de base que les étoiles ne bougent pas et que si ce sont les étoiles qui représentent mon sol, la Terre tourne. Mais... J'ai dit que la Terre tournait par rapport au sol considéré comme fixe. Qu'est-ce que je peux faire d'autre ?
2099	**A4**	Les étoiles.
2100	**E**	Et oui ! Je peux considérer aussi que ma Terre…
2101	**A4**	Ne bouge pas et que ce sont les étoiles qui bougent. Oui c'est vrai.
2102	**E**	Et est-ce que je peux trancher entre l'une ou l'autre ?
2103	**A4**	Non.
2104	**E**	Et ben non encore une fois. Et c'est Mach qui met le doigt là-dessus. Parce que plein de gens disent ben on a prouvé que la Terre tournait sur elle-même. Je vais vous donner juste quelques lignes, mais là c'est de la physique mais en gros il faut s'y prendre vraiment avec son crayon, son papier et puis faire ça.
2105		Lecture du texte.
2106	**A5**	Le problème c'est qu'il n'y a pas d'espace absolu quoi. Tout bouge. Alors il faut bien prendre à un moment un repère.
2107	**E**	Exactement. Donc ce qu'il faut garder en tête c'est que ca dépend du point de vue hein.
2108	**A5 10min**	Oui voilà.
2109	**E**	Et que ben on a aucun moyen de prouver quoi que ce soit de façon définitive. Même dire que la Terre tourne, ben pour faire ça on a considéré les étoiles fixes.
2110	**A4**	Mais un enfant qui nous dit que le soleil tourne autour de la Terre on lui dit ?
2111	**E**	Bah qu'est-ce que vous lui dites ?
2112	**A3**	Ca dépend de quel point de vue on se place. On fait l'expérience on fait tourner la lampe ?
2113	**E**	Regardez, sur la journée qu'est-ce qu'on a dit ? Je le vois le soleil se lever. J'ai vu le soleil tourner autour de moi. Par rapport à moi le Soleil tourne. Alors ce qu'on a dit nous c'est que là, c'est sur une journée donc là vous vous souvenez on est au tout début avec Foucault et tout ça. Par rapport à nous le Soleil se déplace dans le ciel. Mais je ne peux pas savoir si par exemple c'est moi qui tourne sur moi-même en 24h ou si c'est le soleil qui tourne autour de moi en 24h.
2114	**A5**	Et nous ce qu'on nous a appris c'est que c'est le mouvement apparent du soleil. C'es vrai aussi mais est-ce qu'on le dit toujours ou ?
2115	**E**	Oui parce que apparent c'est pas illusion c'est tel qu'il nous apparait. Son mouvement nous apparait tel un arc de cercle.
2116		Donc ce qu'on va faire par contre c'est que entre la Terre qui tourne sur elle-même et le soleil qui ne tourne pas, pour le début hein ! ou la Terre qui ne bouge pas puis le Soleil qui tourne autour d'elle… ce qu'on va faire pour construire le modèle c'est qu'on va faire un choix. On fait le choix que pour nous les étoiles sont fixes. Mais je pourrai tout faire en disant que les étoiles bougent, dans ce cas là ma Terre ne bouge pas.
2117		Les grecs on réussi a construire tout ca à partir des trois modèles. Le choix qu'on fait c'est parce qu'on se dit que c'est plus pratique de regarder les choses comme ça. L'idée elle est là. C'est de faire passer aux enfants que l'on fait des choix.
2118		Donc oui tu vois le soleil tourner autour de toi mais notre façon de dire les choses c'est de dire aussi que le Soleil ne bouge pas et que tu tournes autour du Soleil. Et on fait les manipulations.
2119	**A4**	Oui mais moi je me mettais dans le cas de mes élèves grande section. Alors il y en a un qui va dire mais non tu sais bien que la Terre…Bon alors…
2120	**E**	Alors des élèves de grande section. Ben comment on fait pour savoir ? On prend notre petit groupe on fait notre ronde, on est sur la Terre, on fait notre ronde et puis on voit que ou c'est la ronde qui tourne ou c'est la Soleil qui tourne et on a vu la même chose. On va dire aux enfants

		qu'on peut pas savoir. Simplement on dit qu'on va regarder les choses en disant que ce qu'on choisit pour le moment c'est : on a le Soleil et on fait tourner la Terre. C'est un choix.
2121	**15 min**	En parlant de ça, j'ai retrouvé mon Magnard nouvelle version. Donc l'ancienne est mieux que la nouvelle. Et donc, la nouvelle, vous voyez par rapport aux dessins de tout à l'heure, c'est tout pareil. Le début est complètement le même. Simplement ils font un petit tableau pour dire ben voilà, qu'as tu compris en faisant la ronde ? Système de Ptolémée Terre immobile, soleil tournant ; système de Copernic, Soleil immobile, Terre tournante sur elle-même. Et puis donc on constate que ça marche des deux cotés. Et donc là, plutôt que de dire on fait un choix, on a la petite phrase qui tue, ici en bas : renseigne-toi sur la vie de Galilée, il a été le premier scientifique à défendre les idées de Copernic, mais il a failli le payer de sa vie, pourtant on sait aujourd'hui qu'il avait raison. Trois phrases qui tuent tout le reste.
2122		Poincaré avait des soucis avec ce qu'il a écrit donc il écrit un nouveau livre "La valeur de la science" et parle de la rotation de la Terre.
2123		*Lecture du texte.*
2124		Tout ca pour vous dire de ne pas être étonné si vous entendez que la Terre tourne autour du soleil est une vérité. C'est quelque chose qui a du mal à passer car on est les héritiers d'une tradition. Il serait un peu temps que Galilée soit récompensé. Quelqu'un a bien compris, c'est Gérard Klein, un auteur de sciences fiction.
2125		Lecture du texte. Je vous conseille de le lire.
2126	**20min**	Et puis je vous propose maintenant qu'on passe complètement à autre chose.
2127	**A5**	On redescend des étoiles.
2128	**E**	Alors ce que je vous propose de faire maintenant c'est de vivre une démarche d'investigation où vous allez lancer des questions et par rapport à ces questions la démarche va se mettre en place. Donc les enfants vont chercher et formuler une réponse. Parce qu'ils ne peuvent pas inventer les questions tous seuls. Les choses rigolotes sur l'air que vous allez avoir envie de faire sont des choses qui ne permettent souvent pas aux enfants de comprendre les phénomènes. Là, ce que je vais vous faire vivre n'a rien d'extraordinaire mais ça va vous permettre de construire des notions progressivement.
2129		Alors la première chose qu'on fait quand on travaille sur l'air c'est qu'on peut prendre une bouteille. J'ai un sac ! Est-ce qu'il y a quelque chose dans mon sac ?
2130	**A2**	Oui.
2131	**E**	Oui ? C'est quoi ?
2132	**A6**	Non il y a rien il est vide.
2133	**E**	Pour les gamins, il n'y a rien dans le sac. Je sais que si il y a quelque chose dedans je le vois.
2134	**A3**	En étant à l'école ils vont dire qu'il y a quelque chose parce que de dire il n'y a rien est trop évident.
2135	**A6**	J'ai gardé les sacs avec les bulles et je les ai présentés aux grandes sections et bien ils ont tous dit qu'il y avait quelque chose ! De l'air ! Ils ont tous dit ça donc il sont très forts. Ca devait durer 2h mais ça a duré 30 secondes.
2136	**E**	Je vais poser le matériel mais je vous invite à ne pas y toucher pour le moment.
2137		Alors vous avez un sac. Donc ce sac il n'y a rien dedans. Des gamins peuvent vous dire si, il y a de l'air. La question qu'on va poser par rapport à ça c'est quoi ?
2138	**A6 25 min**	Ben on va essayer de voir qui a raison. Il faut déjà voir si il y a quelque chose et si c'est de l'air.
2139	**A7**	Ou si l'air c'est du rien.
2140	**E**	Alors il y en a qui disent qu'il n'y a rien et d'autres qu'il y a quelque chose. Comment on va faire pour savoir ? On va essayer. On ne va pas essayer de montrer qu'il n'y a rien parce que pour montrer qu'il n'y a rien ça va être difficile. Donc on va essayer de montrer qu'il y a quelque chose. Et puis si on n'arrive pas à montrer qu'il y a quelque chose on pourra se dire que c'est qu'il n'y a rien.
2141	**A3**	Quelle serait la question alors ?
2142	**E**	Comment faire pour montrer qu'il y a quelque chose dans le sac ? Alors réfléchissez en groupe et sans toucher au sac pour le moment, dites moi une liste d'idées que vous avez pour ça. Réflexion par groupe.
2143	**A8 Groupe 1**	On presse le sac et si on sent l'air qui sort c'est qu'il y a de l'air. Il y avait les 5 sens : on le sent, quand t'appuies tu comprimes, il fait du bruit avec un ballon de baudruche, tu le sens sur la visage et on le voit dans l'eau.

2144	**A4**	Ou alors prouver qu'il y a quelque chose en montrant qu'il pèse pour les plus grands.
2145	**A6 Groupe 2**	Vu qu'on a de l'eau on peut faire des bulles, ou dans le sac et on presse.
2146	**A8**	Non faut le fermer avant.
2147	**A5**	Mais sans souffler sinon c'est triché. Si je le fait péter avec une aiguille ?
2148	**A8**	C'est pareil il y a quelque chose qui se dégage. Il y a un bruit.
2149	**A5**	Oui mais ils peuvent associer le bruit à autre chose vu que tu tapes.
2150	**A8**	Donc je prends l'idée de faire le petit bruit, j'enferme le rien et je vais essayer de faire du bruit.
2151	**A9**	Oui comme on fait avec un ballon.
2152	**A8**	Est-ce que ça veut dire qu'il y avait quelque chose dedans ça ?
2153	**A9**	Oui c'est le même principe que lorsqu'on gonfle un ballon et qu'on l'éclate comme ça pour faire un bruit tu sais ?
2154	**A8**	Là en plus j'ai senti l'air.
2155	**A9**	Alors on va marquer hein. Premièrement percer…
2156	**A8**	Déjà si ça produit du bruit c'est qu'il y a quelque chose car le bruit ne peut pas venir tout seul comme ca.
2157	**A9**	Il faut parler de visible et invisible ! Ce n'est pas parce qu'on ne voit pas qu'il y a rien.
2158	**A1 Groupe 3**	Il ne faut pas laisser échapper.
2159	**A2**	On ne voit rien mais il y a quelque chose.
2160	**A3**	Si tu touches, tu sens qu'il y a quelque chose. Si tu mets du sable dans un sac opaque, tu sens la même chose que si il y a de l'air dedans.
2161	**E 30 min**	Stop on arrête et on écoute les collègues. Allez-y, dites nous vos idées.
2162	**A1**	Alors si on prend le sac en le comprimant on sent l'air. Si on ferme le sac et qu'on tape dessus fort ça fait du bruit.
2163	**E**	En gros vous pouvez utiliser n'importe quel sac. Si on fait pareil dans l'eau on voit les bulles qui s'échappent.
2164	**E**	C'est déjà bien. Est-ce que vous en avez d'autres en plus ?
2165	**A8**	Nous on avait juste dit avec des sacs opaques.
2166	**E**	Alors dites le pour tout le monde.
2167	**A8**	On avait différents sacs opaques fermés qui ont par exemple du sable, de la semoule et on sent en touchant qu'il y a quelque chose dedans et quand on ouvre on verra qu'il y a du sable tout ça et dans les autres qu'il y a rien.
2168	**E**	Alors moi je fais la même chose mais avec des boites. Vous mettez le sac gonflé d'un coté et le sac rempli d'eau de l'autre. Donc j'ai exactement la même sensation avec un liquide qu'avec mon sac vide.
2169	**A9**	Ca permet de dire que c'est pas parce qu'on ne voit pas qu'il y a rien.
2170	**E**	Les élèves de maternelle sont vraiment intrigués. Qu'est-ce qui résiste mais qui est tout léger ? Quand ils le sortent ils voient qu'il n'y a rien mais en même temps il se passe quelque chose comme de l'eau, ça résiste.
2171		Une façon de montrer qu'il y a quelque chose c'est par exemple de le faire sortir. Je peux le faire sortir violemment ou doucement pour faire du vent. Le vent peut déplacer des choses donc il y a quelque chose.
2172	**A3 35 min**	Même si on ne le voit pas.
2173	**E**	Voilà. Et puis les plus grands peuvent avoir l'idée de faire des bulles si le matériel est a disposition. Voilà ce que font les petits. Ils vont gonfler le sac ; ils le mettent au dessus et appuient mais il ne se passe rien. Un va dire d'aller dans l'eau. Mais ils ont du mal à l'enfoncer dans l'eau. Et puis enfin une grosse bulle. Puis ils vont avoir l'idée de l'enfoncer puis de desserrer la main et enfin d'appuyer. Ils doivent prendre conscience que pour qu'il y ait des bulles il faut de l'air sous l'eau.
2174		On peut donner sinon un sac fermé sous l'eau et faire un trou pour voir l'air sortir doucement. Qu'est-ce qu'il se passe avec les bulles ?

2175	**A3**	Elles montent verticalement.
2176	**E**	Il faut faire attention à ça sur les dessins des enfants. On voit donc qu'il y a quelque chose dans le sac qu'on va appeler de l'air.
2177	**40 min**	Ce qu'il y a autour de nous et dans le sac c'est de l'air. Là on a fait le tout début.
2178		Je viens de vous donner un mouchoir. Votre défi maintenant est… Quelle question poser ?
2179	**A8**	Comment mettre le pot sous l'eau sans mouiller le mouchoir ?
2180	**E**	Vous êtes d'accord avec cette formulation ? Le problème de votre question c'est le : pot sous l'eau ça peut être partiellement sous l'eau. Comment plonger entièrement le pot sous l'eau et garder le mouchoir sec ?
2181	**A7**	On leur demande comme ça ? On ne leur dit pas tiens je te donne un mouchoir quelle est ta solution pour le plonger dans le bac sans qu'il se mouille ?
2182	**E**	Oui mais là ils vont vous trouver des tonnes de solutions. Attention de ne pas faire de gestes qui induisent les réponses. Il faut toujours les faire dessiner avant qu'ils le fassent. Mettre le niveau de l'eau horizontalement.
2183	E	Pour montrer l'horizontalité vous tracez des traits. Vous avez des tas de récipients avec de l'eau colorée, vous allez leur demander s'ils peuvent mettre le niveau de l'eau comme c'est dessiné. Les enfants vont dire oui. Comment on fait pour savoir? On essaye. Ils vont pencher l'eau dans tous les sens sans succès. Vous avez fait comme ça?
2184	**A1**	Moi j'avais tracé les traits au tableau, chacun avait une bouteille colorée. Effectivement ils n'y arrivaient pas. Certains ne comprenaient pas pourquoi la maitresse dit que l'eau n'est pas droite alors que c'est le bocal qui est penché…
2185	E	Alors là c'est différent, les enfants sont convaincus qu'ils peuvent avoir le niveau de l'eau comme ça. Ils en sont absolument convaincus que l'eau peut être penchée. Donc ils vont essayer. Quand ils vont essayer ils vont se rendre compte qu'ils n'y arrivent pas. Et ça les traumatise un peu. Vous voyez le jeu ? C'est : j'essaye et je vois que ça marche pas. Et on peut leur donner des gommettes de couleur et puis ils les mettent à coté des traits où ils arrivent à faire pareil. Les groupes passent au fur et à mesure et les seuls endroits où on arrive à mettre des gommettes c'est tous ces traits là, les autres on n'y arrive jamais. Et si par mégarde certains ont posé leur gommette où c'était impossible et bien, viens nous montrer ce que tu as fait. Et puis les autres vont lui montrer qu'il n'y arrive pas. Ca ne marche pas, ça veut dire que le niveau de l'eau il est toujours d'une certaine façon. Et ça on va l'appeler l'horizontale.
2186	**A2**	Mais après il y a des enfants qui, dans le lot il y en avait quelques uns qui semblaient avoir compris. On les faisait partir de l'album des deux goinfres, ce sont des personnages qui sont sur un bateau dans une baignoire et donc le bateau et l'image penchent. Enfin c'est très bien fait si il y en a qui connaisse et on voit que l'eau est toujours horizontale. J'étais partie de là et je leur avais donné des baignoires en dessin où ils devaient tracer le trait donc avant de commencer l'expérience donc ils faisaient...
2187	E	Pas avant
2188	**A2**	Ben pour connaitre leur représentation de l'eau. Enfin moi j'avais fait ça.
2189	E	Et non parce que le problème que vous avez c'est que là c'est par rapport au tableau vous c'est par rapport à ce que je vois. Ma feuille elle est comment ? Là mon horizontale c'est comme ça, sur ma feuille mon horizontale… il y a une convention derrière.
2190	**A2**	Ouais
2191	E	Les gamins ne sont pas au clair par rapport à ça, il y a une deuxième étape ? Donc la première étape c'est celle-ci et on constate ben que mes traits ils sont tous comme ça. Ca, on va l'appeler l'horizontal. Comment je vais faire pour dessiner ça sur ma feuille ? Là, je prends mon affiche, je trace les traits sur mon affiche, et une fois que je l'ai fait je vois que horizontal ça veut dire que par rapport aux bords de ma feuille, c'est toujours, ben c'est comme une ligne sur ma feuille. Et quand je vais rabattre ma feuille ça sera comme une ligne ou perpendiculaire au bord de ma feuille si on veut dire ça chez les grands. Il y a une convention là.
2192	**A2 5 mn**	Et comment on peut savoir leurs représentations ?
2193	E	Vous avez pas besoin, vous allez les voir quand ils vont s'y mettre. Quand ils vont s'y coller ils vont vous dire oui, vous allez les voir dans l'action. Il y a des groupes qui y arrivent tout de suite et qui disent c'est là, là et pas là parce que là c'est pas possible, c'est bouclé. Les gamins qui passent 10 minutes à essayer de se débattre sur ça, c'est que leur idée c'est que le liquide il peut se pencher. Il n'y a pas besoin de dessin de départ. Et puis donc une fois qu'on a fait ça, on passe sur la feuille et là on peut leur faire dessiner des choses. Alors on va commencer sans

		avoir les traits de la feuille où ils dessinent différents récipients. On va regarder les dessins. Ils y en a qui vont être mal foutus et puis on va les faire au tableau ! Donc on va prendre notre récipient, on va le pencher et on va le faire au tableau et retracer des traits droits et celui là on va le repencher sur la table et on va comparer. Vous voyez le principe ? C'est long hein l'air de rien. Mais là on commence à installer la notion d'horizontal. Comment on définit la verticale?
2194	**A3**	Le fil à plomb non?
2195	E	Le fil à plomb. Ou on va s'en tenir à la verticale c'est la perpendiculaire de l'horizontal. Et donc e niveau d'un liquide, la surface d'un liquide est toujours horizontale, sauf si je fais des vagues ! On parle d'un liquide au repos et puis pas un tube très fin parce que si vous avez un tube très très fin ça fait un ménisque. Qu'il soit suffisamment grand. Donc dans votre aquarium, les gamins qui vous font des petites vaguelettes, non. Donc on peut avoir préparé les aquariums, on peut avoir dit qu'on représentait le pot comme ça et puis le mouchoir un truc comme ça. Et donc ben comment faire pour avoir le pot complètement sous l'eau et le mouchoir qui reste sec ? Quelles sont vos idées ? Discutez-en et puis ensuite, comment on fait pour vérifier son idée ? On essaye.
2196	**Groupe 1 A1**	J'ai fait mais j'ai mal fait donc ça n'a pas marché.
2197	**A2**	Tu l'as mal fait ?
2198	**A1**	Oui parce que mes élèves ont eu beaucoup de mal à comprendre ça. Alors peut être que j'ai pas présenté comme il fallait.
2199	**Groupe 2**	Ouais on a gagné !
2200	**A5**	Attention de le tenir bien droit.
2201	**Groupe 3**	C'est comme quand il y a des grottes sous marines.
2202	**A6**	Voilà, là il est sous l'eau. Apres j'ai peur de le pencher moi. Qui veut voir si il est sec ?
2203	**A7**	Ben il est sec ça se voit.
2204	**A8 10 min**	Fais le très doucement c'est peut-être une question de vitesse.
2205	**A7**	Oh mince une bulle j'ai du le pencher.
2206	**A8**	Donc la vitesse ne compte pas. En penchant le pot, même au fond du pot l'eau reste horizontale.
2207	E	Je voudrai que vous réfléchissiez à la formulation.
2208	**A8**	Mettre le pot droit, horizontalement. Que l'ouverture du pot soit vers le bas horizontalement…
2209	**A7**	Parallèle à la surface de l'eau. Et ne pas le lâcher parce qu'il remonte.
2210	E	On y va on écoute votre formulation de réponse.
2211	**A9**	Alors on retourne le pot, on l'enfonce dans l'eau.
2212	E	Vous avez entendu ? Alors regardez le problème…
2213	**A8**	Oulala c'est compliqué votre formulation !
2214	E	Dites votre formulation alors.
2215	**A6**	Retourner le pot et l'enfoncer verticalement jusqu'au fond.
2216	E	Et après il reste sec votre mouchoir?
2217	**A8**	Ben après il faut le relever de la même façon. Le sortir de l'eau dans la direction opposée. Mais c'est bizarre parce que regarde même si on le penche un peu il reste sec…
2218	E	Allez à vous. Votre formulation.
2219	**A1**	Descendre le pot à l'envers verticalement et le remonter de la même façon.
2220	E	Je suis sur le même type de formulation, on retourne le pot, on le met à l'envers et on le plonge verticalement dans l'eau et on le remonte de la même façon. Est-ce que vous avez une idée de ce que font les gamins ? Vous avez plusieurs stratégies. La première c'est de prendre le pot, et puis je le plonge et je reste à la surface mais là ce n'est pas complètement immergé. Ce qu'ils font d'autre c'est j'ai le mouchoir j'ai l'aquarium, attention, à la une, à la deux, à la trois !
2221	**A8**	C'est ce que t'as fait toi ! Ah ah
2222	E	C'est ce que vous avez fait ?
2223	**A7**	Et ça marche !
2224	**A8 15 min**	Et moi je voulais faire lentement pour le remplir mais ça s'est pas rempli !

2225	E	Quelle est l'idée qu'il y a derrière ça? Je vais vite au fond pour que l'eau ne rentre pas. Cela empêche l'eau de rentrer. Pour ne pas qu'elle ai le temps de rentrer. Alors il y a des gamins qui font ça aussi. Ils bouchent avec la main et puis je vais au fond de l'aquarium et une fois arrivé au fond je retire.
2226	**A7**	Bah ça c'est bien !
2227	E	Et puis il y a les gamins qui font aussi autre chose. C'est qu'ils le plaquent sur le bord de l'aquarium et ils le glisse comme ça et arrivé au fond pouf ils le retournent.
2228	**A8**	Si ils le retournent ça va mais tant qu'ils ne le retournent pas…
2229	E	Alors ils ont différentes possibilités, ils les trouvent. Mais l'idée qu'on a derrière la tête c'est qu'il y a de l'air qui empêche l'eau de rentrer. Quand on formule la réponse, là vous l'avez formulé d'une façon tout à fait bien, ça c'est ce que je fais ça répond à la question. Ensuite ce qu'on va faire c'est qu'on va essayer d'interpréter c'est à dire proposer une explication. L'explication qu'on va proposer c'est éventuellement ben le mouchoir reste sec parce que
2230	**A1**	L'eau n'est pas rentrée.
2231	E	Et l'eau n'est pas rentrée parce qu'il y a de l'air dans le pot qui empêche l'eau de rentrer. Ca c'est votre objectif.
2232	**A8**	Mais on ne le dit pas tout de suite ça.
2233	E	Ah on ne le dit pas tout de suite.
2234	**A7**	On laisse échapper quelques bulles et on voit aussi que l'eau remplit…
2235	E	Alors voilà, effectivement, la suite de ça, ça va être, ben oui il y a de l'air dedans mais est-ce qu'on peut voir l'air ? Qu'est ce qui se passe si je fais sortir l'air ? Mais ça les enfants ils l'auront fait quand ils vont faire leurs essais. Parce que je vous garantis qu'il va y avoir de l'eau et des bulles hein ! Ils vont voir des bulles sortir. Il y a quelque chose qui sort et comme ils vont voir quelque chose qui sort et d'ailleurs quand on le fait sortir il y a quelque chose qui rentre. Ils l'ont vu ça. Les gamins qui sont allé vite au fond comment vous vous comportez par rapport à ça ?
2236	**A2**	On fait le truc inverse.
2237	**A3**	On le refait en faisant lentement.
2238	E	Alors, refais-le en le faisant lentement, moi je préfère des questions. Que se passe t'il…
2239	**A8 20 min**	Est-ce qu'on peut le faire aussi en le faisant lentement ?
2240	E	Voilà, que se passe-t-il si plutôt que d'aller vite tu vas lentement ? Ah bah ça va être mouillé c'est ce qu'il va vous dire. Comment on fait pour savoir ? Ne dites pas fais-le. Pour savoir on essaye. Le jeu de questions réponses. Et puis ils sont tous allés au fond. Que se passe-t-il si on ne va pas au fond ? et puis on re-soulève et puis c'est sec. Que se passe-t-il si on enlève la main ? Pour la paroi : et tu penses que si l'aquarium était rond on ne pourrait pas avoir le mouchoir qui reste sec ? Cette technique là ne marche pas à tous les coups. Avec eux on va extraire les choses qui sont importantes, est ce que c'est important qu'on aille vite ?
2241	**A7**	Non.
2242	E	Est-ce que c'est important qu'on bouche ? Qu'on aille au fond ? Qu'est ce qui est important ? Qu'on le plonge à l'envers verticalement et qu'on le remonte de la même façon. Donc on a éliminé des choses que l'on pensait nécessaire. Et comment on peut expliquer le truc ? Bah là c'est le coup de « le mouchoir reste sec car il y a de l'air qui empêche l'eau de rentrer ». Et qu'est-ce qu'il se passe si je fais sortir de l'air ?
2243	**A1**	Ben l'eau rentre.
2244	E	Ca c'est mon premier défi. Défi suivant, vous allez voir qu'on va tourner souvent autour de choses un peu similaires. Je prends un bouchon que je fais flotter sur l'aquarium. Vous avez un bouchon ?
2245	**A5**	Là on parle pas d'air.
2246	E	A quel moment ?
2247	**A5**	On a éliminé toutes les…
2248	E	Oui on a éliminé et maintenant comment expliquer que le mouchoir reste sec ? On l'a dit déjà avant puisqu'on a fait le sac. Dans le pot c'est pareil il y a de l'air qui empêche l'eau de rentrer. Ca c'est l'idée qu'on a pour expliquer le phénomène.
2249	**A4**	C'est bien parce qu'on pouvait imaginer que le sac se remplit d'air mais pas le pot.
2250	E	Exactement ! On voit que le sac est plein d'air et que le pot aussi. La question suivante c'est celle là mais avant de faire on dessine. J'ai un petit bouchon qui flotte à la surface, on va se le

		faire ensemble hein. Je prend le même pot que tout à l'heure et puis ce que je fais c'est que j'appuie sur le pot de façon à ce qu'il se retrouve ici. Je voudrais que vous me disiez où se trouve le bouchon dans le pot, là ? Plusieurs solutions : vous avez le bouchon qui se trouve ici, le bouchon qui se trouve au milieu et le bouchon qui se trouve ici. Alors souvent les enfants vous dessinent ça. Alors le bouchon il reste sur l'eau donc il faudrait qu'on le dessine au niveau d'eau. Quels sont œux qui pensent que c'est plutôt du coté du 1 ? Du 2 ? Du 3 ? Quels sont œux qui sont totalement dans l'incertitude ? Essayez.
2251	**A8**	Oh ca reste au fond !
2252	**A7 25 min**	Fais-le jusqu'à ce qu'il touche le fond mais qu'il ne touche pas le fond du pot. Je trouve ça épatant, l'eau reste toujours à l'horizontal.
2253	E	Parle des niveaux de classe pour faire les activités sur l'air.
2254	E	Avec certains enfants une fois que vous avez fait ça vous avez fait ce qu'il fallait
2255	**A5**	On peut aller un tout petit peu plus loin.
2256	E	A peine mais vous pouvez réinvestir et travailler sur la formulation avec les enfants.
2257	**A5**	Ca peut être un point de départ pour enchainer…
2258	E	Tout à fait. Alors vous avez tous trouvé que le bouchon se trouve
2259	**A8**	En bas !
2260	E	Comment on formule la réponse ? Là ça commence à devenir important. Alors le bouchon reste à la surface de l'eau mais laquelle ?
2261		
2262	**A3**	A la surface de l'eau dans le pot.
2263	E	La surface de l'eau dans le pot elle pourrait être ici, ici ou ici.
2264	**A3**	Ben ça dépend si on bouge le pot ou pas. Ca c'est pas facile.
2265	E	Ils vont voir des choses.
2266	**A8**	De toute façon il reste à la surface de l'eau où qu'elle soit.
2267	E	Le bouchon il flotte donc comme il flotte
2268	**A2**	Il restera toujours à la surface de l'eau.
2269	E	Oui donc de dire qu'il reste à la surface de l'eau ça ne m'apportera rien.
2270	**A8**	Il faut dire si le pot est plein d'air la surface de l'eau reste au bas du pot.
2271	E	Alors ça c'est ce que vous appelez le bas du pot ?
2272	**A8**	Bah oui.
2273	E	Moi je parlerai du col ou de l'ouverture et en dessous c'est le cul oui on a le droit d'utiliser ce type de mot hein. Donc quand on enfonce le pot dans l'eau, le bouchon se trouve à la surface de l'eau ça c'est clair c'est comme ça qu'on dit qu'il flotte et il se trouve au niveau de l'ouverture du pot. Ca c'est ma réponse. Maintenant mon explication.
2274	30 min	Recherche de la bonne formulation sur le livre.
2275	E	Une fois qu'on a répondu ça, on n'a pas notre explication. C'est quoi ?
2276	**A3**	L'air empêche l'eau de rentrer.
2277	E	Il y a de l'air dans le pot qui empêche l'eau de rentrer et comme l'eau ne rentre pas dans le pot, le bouchon reste la ou se trouve l'eau et l'eau se trouve à l'ouverture du pot.
2278	**A8**	disons en grande section, on le dessine simplement, on s'entraine à légender un schéma, une expérience.
2279	E	Attention parce que les flèches on leur fait dire plein de choses mais les gamins ne savent pas forcément ce que cela veut dire. Donc il faut se mettre d'accord sur ce que veulent dire les flèches. Alors l'explication on va dire quoi ? Allez y dites une formulation.
2280	**A1**	C'est que l'air empêche l'eau de rentrer donc l'eau reste au niveau de l'eau à l'ouverture du pot.
2281	E	Si ça vous va moi ça me va.
2282	**A8**	Donc l'air est plus fort que l'eau !
2283	E	Attendez ça je m'y attendais. Est-ce que l'air est plus fort que l'eau ?
2284	**A7**	Elle a des muscles ! Ah ah
2285	**A8**	Parce qu'il l'empêche de rentrer. Empêcher ça fait un peu comme obstruer, une force contre une autre force.
2286	E	Alors vous pouvez dire l'air occupe l'espace. Comment vous savez que l'air est plus fort ?
2287	**A8**	Parce qu'il rentre pas le… La force elle n'est pas forcément dans les muscles.

2288	E	Vous êtes en train d'utiliser des mots dont vous ne maitrisez pas forcément le sens.
2289	**A8**	Je l'avoue !
2290	E	Mais le travail avec les élèves c'est que les mots ont un sens précis !
2291	**A8**	Alors justement si un enfant dit ça qu'est ce que je lui répond ?
2292	E	Moi ce que je suis en train de dire c'est : est-ce que tu vois que l'air il est fort ? Déjà la force est un concept, on ne la voit pas.
2293	**A8**	Moi ce que je vois c'est que l'eau ne pénètre pas dans le pot. La seule chose que je peux dire c'est que l'eau ne pénètre pas et que l'air occupe l'espace ou empêche l'eau de rentrer.
2294	**A8**	Moi je parle de langage courant.
2295	E	En tout cas l'air occupe de la place.
2296	**A8**	Il n'y a plus de place pour l'eau.
2297	E	Voilà ça vous pouvez le dire. L'air occupe de la place et l'air ne rentre pas.
2298	36'21 à 43'16	*Discussion sur le programme.*
2299	E	Le défi suivant est de faire monter le bouchon. Comme vous l'avez déjà fait, vous allez faire les questions. J'ai entendu deux choses différentes : faire sortir de l'air et faire rentrer de l'eau. Est-ce que c'est pareil ? Pour savoir on essaye.
2300	**A8**	Mais je fais rentrer de l'eau, attend, c'est évident ! Tu rigoles ou quoi ?
2301	**A7**	L'air est compressé, l'eau, non parce que quand tu met l'eau dans le congélateur, la bouteille explose.
2302	**A8**	Elle va nous le prouver après, mais pour l'instant on ne sait pas.
2303	E	Euh vous faites rentrer de l'eau. Vous me dites que si vous me faites rentrer de l'eau le bouchon monte.
2304		
2305	**A1**	Voilà
2306	E	Alors comment on fait ? On prend une seringue, on prend un tuyau que vous avez dans votre matériel, vous remplissez votre seringue d'eau. Il faut être plusieurs pour y arriver hein. Vous remplissez votre seringue d'eau, il y en a un autre qui tient le bouchon et puis un le pot et puis essayez et dites moi ce qu'il se passe.
2307	**A2**	Mais c'est pas un peu compliqué vous ne voulez pas…
2308	E	ça c'est enlever de l'air !
2309	**A2**	Oui parce que si on dit on fait rentrer de l'eau…
2310	E	Enlever de l'air ou faire rentrer de l'eau, c'est la question qu'on se pose.
2311	**A8**	Les expériences c'est ambigüe, c'est ambigüe…
2312	**Groupe 1 A8**	Met le tuyau dans l'eau, dans le pot. Bon et maintenant j'ajoute de l'eau. Et ben regarde le niveau ne rentre pas. Le niveau ne change pas, non !
2313	**A7**	Ca c'est du niveau fac, sciences.
2314	**A8**	Maintenant que je n'ai plus d'eau là dedans je vais enlever de l'air de dedans. Regarde !
2315	**A7**	Et maintenant remet de l'air.
2316	**A8**	Génial ! En fait on a fait un ascenseur à bouchon. Vas-y, refais-le.
2317	**A6**	Et les seringues, où est-ce qu'on…
2318	E	En pharmacie.
2319	**Groupe 2 A1**	Là on est déjà dans l'explication non ? Tu fais rentrer de l'eau pour faire monter le bouchon et pour faire rentrer de l'eau tu fais sortir de l'air. Donc faire sortir de l'air c'est déjà l'explication.
2320	**A2**	Attends mais si tu fais rentrer de l'eau il y a l'air qui va sortir.
2321	**A3**	Allez entièrement dedans vas y.
2322	**A4**	Ah t'as fais sortir de l'air !
2323	**A1**	Et non si tu mets de l'eau ça ne marche pas.
2324	**A3**	Si tu ne sors pas l'air je ne vois pas comment tu peux faire rentrer l'eau. Parce que là, l'eau, elle rentrerait si elle pouvait rentrer…
2325	**A1**	Oui mais il faut faire sortir de l'air.
2326	**A3**	Ben oui. Donc ça ne va pas marcher. C'est le principe des vases communicants.
2327	**A2**	Donc il faut faire sortir l'air.
2328	**A4**	Alors t'aspires !

2329	**A2**	Et oui puisque quand tu veux mettre quelque chose t'enlève autre chose c'est normal.
2330	**A1**	Voilà, enlève de l'air ça marche. Tu aspires et là l'eau monte. Et oui c'est logique. T'es au niveau de l'explication là, déjà.
2331	**Groupe 3 A9**	J'ai le sentiment que c'est pareil. Vas y.
2332	**A10**	Mais qu'est ce que t'as fait?
2333	**A9**	Attend, recommence.
2334	**A10**	Ca fait rien.
2335	E	Alors comment vous faites pour faire monter le bouchon ?
2336	**A1 et A8**	On enlève de l'air !
2337	E	On enlève l'air ? Est-ce qu'en rajoutant de l'eau ça marche ?
2338	**A8, A7 et A2**	Non !
2339	E	Pourquoi ?
2340	**A1**	Parce qu'il y a toujours l'air qui empêche l'eau de rentrer.
2341	E	Le pot est plein d'air et si je n'enlève pas l'air
2342	**A8**	Il n'y a plus de place pour l'eau.
2343	E	La question que m'avait posé… Reposez-moi la question que vous m'avez posé il y a trente secondes.
2344	**A1**	Je disais que quand on demande dans un premier stade comment faire monter le bouchon, on n'est pas dans l'explication. On est dans l'explication quand on dit que pour faire monter le bouchon il faut enlever de l'air. Enlever de l'air c'est l'explication au phénomène que le bouchon monte.
2345	E	Oui et non parce que, à partir de maintenant, on a commencé à comprendre qu'il y avait de l'air dans le pot. Et donc là l'idée que vous avez pour faire monter le bouchon c'est de prendre de l'air et de l'enlever.
2346	**A1**	Oui.
2347	E	Ca c'est l'explication de ce que vous allez faire. Et comment vous le faites ? Vous le faites en penchant le pot. Vous penchez le pot, vous voyez des bulles qui sortent.
2348	**A1**	Oui c'est vrai.
2349	E	Donc je vois de l'air qui part. Il y a de l'air qui part.
2350	**A1**	Je suis d'accord et pas d'accord avec vous. Pour la simple raison que la question de départ c'était quand même comment faire monter le bouchon ?
2351	E	Alors comment vous faites ?
2352	**A1**	Ben on fait rentrer… Enfin on enlève de l'air. Non c'est bon ! Non je suis d'accord.
2353	**A8**	Non mais moi dans le truc où je suis pas d'accord, c'est que les enfants vont forcément dire on va faire rentrer de l'eau. Mais on va utiliser donc des seringues pour leur prouver que… Vous voyez c'est ça qui est dur à comprendre parce qu'on a tendance avec le pot de dire : Oh ben quand on penche le pot il y a de l'eau qui rentre.
2354	**A7**	Et il y a de l'air qui sort, les deux en même temps.
2355	**A8**	Bien sur qu'il y a de l'air qui sort mais on croit que comme on est naïf que quand il y en a un qui prend la place l'autre sort.
2356	E 5 min	Alors qu'est ce qu'on a fait ? On récapitule. On avait le bouchon au fond et on a dit que c'est parce qu'il y avait de l'air qui occupait tout l'espace. La question suivante c'est comment faire pour faire monter le bouchon ? Les enfants en général l'ont fait avant que vous leur posiez la question.
2357	**A1**	Comme nous.
2358	E	Comme vous oui ça c'est sûr. Ils vont vous dire ben oui mais nous on sait, tu penches. D'accord donc dessine ce que tu as fait et puis tu vois que l'on enlève de l'air et l'eau prend sa place. On enlève de l'air et on constate que le bouchon monte donc si l'eau a pris sa place c'est qu'on enlève de l'air. Là c'est ce qu'on fait. On enlève de l'air, le bouchon monte. C'est à dire que l'eau prend la place de l'air. On peut dire aussi et ben tu mets de l'eau parce qu'effectivement c'est ce qu'il s'est passé, quand j'ai enlevé de l'air j'ai de l'eau qui est rentré à l'intérieur. On a mis de l'eau oui mais est-ce qu'on a juste mis de l'eau ? On n'a pas juste mis de l'eau, en même temps qu'on en a mis on a enlevé de l'air. Et du coup ben est-ce que vous pensez que si on met de l'eau ça marche ? Et ben on a mis de l'eau et qu'est-ce qu'on a constaté ? Et c'est là qu'on a

		mis la seringue, parce que comment vous faites pour mettre de l'eau ? Et donc quand je ne mets que de l'eau je constate que l'eau rentre dans le pot et elle coule le long du pot vous avez vu ? Donc l'eau rentre et ressort et le bouchon reste au même niveau. C'est à dire que pour faire monter le bouchon il faut bien enlever de l'air. Et je peux rajouter : quand j'enlève de l'air, l'eau prend sa place. Alors on a fait ça avec le petit pot. Maintenant je vous propose de faire la même chose avec la bouteille coupée avec le bouchon dessus. Alors là, le défi, il va être, si vous avez bien compris c'est un peu la même chose, si vous n'avez pas compris ça vous permet de récapituler. La disposition est la suivante, j'ai toujours un petit bouchon, j'ai ma bouteille. Je veux que vous me trouviez une autre façon de la mettre ici et je voudrais que vous me le mettiez ici aussi. C'est à dire que le bouchon je veux le voir en dessous de la surface de l'eau dans l'aquarium et au dessus. Donc essayez de réfléchir à comment vous allez faire avant de faire normalement.
2359	**A7**	Ah avant de faire, donc moi j'ai fait mumuse au début.
2360	**A5**	Ca c'est vous qui faites le dessin.
2361	E	Oui c'est moi qui lance le défi, c'est toujours vous qui lancez les défis.
2362	**A5**	Sous forme d'un schéma ?
2363	E	Vous posez la question et en même temps vous avez les dessins
2364	**A7**	Là on passe en cycle 3, les deux dernières expériences ? Cycle 2 ?
2365	E 10 min	Oui ca fonctionne encore. Et puis vous voyez hein c'est ce qu'on appelle l'ascenseur.
2366	**Groupe 1 A8**	Qu'est ce qu'il faut faire ?
2367	**A5**	Ce qu'on a fait tout à l'heure avec les seringues.
2368	**A8**	Ah oui l'ascenseur. Ah tiens on va le faire pour qu'il touche le plafond comme on voulait le faire tout à l'heure !
2369	**A7**	Le 1 c'est facile. Donc il va falloir enlever tout l'air de la bouteille. Enlève on recommence. T'aurais pu le laisser dans l'eau ça aurait fait plus beau.
2370	**A8**	Moi aussi j'aurais fait comme toi, comme si ça gênait.
2371	**A7**	Tu pompes l'air là.
2372	**A5**	Il monte hein.
2373	**A7**	Il faut que le bouchon soit bien fermé hein là haut autrement on va pas y arriver.
2374	**Groupe 2 A1**	Alors tout en bas c'est facile c'est enfantin. Mais il faut que tu descendes un petit peu plus quand même.
2375	**A2**	Tu peux ouvrir carrément.
2376	**A1**	Ah magique !
2377	**A2**	Oui mais après il faut monter au dessus de la surface.
2378	**A3**	Au dessus c'est ce que j'ai fait tout à l'heure. C'est possible ça ?
2379	**A2**	Et non les deux niveaux vont s'équilibrer.
2380	**A1**	Tu peux pas c'est impossible.
2381	**A2**	Il faut enlever de l'air.
2382	**A1**	Mais si tu enlèves de l'air tu vas arriver… Ah! Ca ne va monter que dans la bouteille ?
2383	**A2**	Je ne sais pas, essaye.
2384	**A3**	Ah ouais oui ouais ca marche !
2385	**A1**	Ne l'enfonce pas trop ça se fait tout seul.
2386	**A3**	Et non si je lâche ça tombe.
2387	**A1**	Et oui il revient à la même surface. Donc c'est comme ça que le Titanic a coulé.
2388	**Groupe 3 A9**	Donc soit on va mettre de l'air soit on va mettre de l'eau. Si on enlève de l'air ça va monter. Donc là ça descend. Maintenant comment on le fait monter au dessus du niveau d'eau ?
2389	**A10**	Ben je mets de l'eau.
2390	**A9**	Voilà, il faut mettre de l'eau dedans. Mais pas n'importe comment.
2391	**A10**	Ah attends et si je dévisse et que je mets de l'eau dedans.
2392	**A9**	Non mais là c'est au dessus du niveau de l'aquarium donc là il faut
2393	**A11**	Attends ferme la et remonte tout doucement.
2394	**A9**	Ah ben oui voilà. C'est parce que j'ai mis de l'eau. Voilà donc au dessus et en dessous ça marche.

2395	E	Allez c'est bon ? On vous écoute. Alors vous voyez, là c'est pas très malin la façon dont je procède. Déjà aussi vous n'êtes que trois groupes, quand on a 5 ou 7 groupes à gérer on ne fait pas tout à fait de la même façon. Ca veut dire qu'il vont vous expliquer, ils vont avoir un mal fou à l'expliquer.
2396	**A5**	Mais on peut partager la classe.
2397	E	Alors vous pouvez partager la classe, vous pouvez quand ils discutent, quand on met en commun, prévoyez une table, prévoyez du matériel et le gamin si il a du mal à expliquer au moins il pourra montrer en même temps. Et ça aide à la communication et vous les aiderait comme ça à...
2398	**A5**	Mais si on partage la classe par contre, c'est bien après de faire une synthèse globale.
2399	E	Une mise en commun, collective. Alors allez y dites nous.
2400	**A7**	On a retiré l'air de la bouteille grâce à la seringue mais il faut quand même tenir le haut de la bouteille toujours au même niveau parce que sinon elle a tendance à s'enfoncer.
2401	**A5**	Mais pourquoi tu as utilisé la seringue alors qu'il y a un bouchon ? On a rien utilisé de tout ça nous.
2402	**A7**	Parce que autrement si tu enlèves le bouchon, les deux niveaux sont exactement au même niveau. Ou alors il faut le tirer après.
2403	**A5**	Ben oui.
2404	E	Alors on écoute ce qu'ils ont fait et puis ensuite vous dites ce que vous faites vous. Donc ce que vous avez fait vous. Au départ vous étiez dans quelle situation ?
2405	**A7**	On mettait la bouteille remplie d'air.
2406	E	Le bouchon était à quel niveau ?
2407	**A7**	En bas, à l'ouverture de la bouteille. Et on a maintenue la bouteille toujours au même niveau.
2408	E	D'accord. Donc vous avez entendu ce qu'elles ont fait ? Ce qu'elles ont fait c'est qu'elles n'ont jamais bougé la bouteille. Elles ont laissé la bouteille toujours au même endroit. Et qu'est ce que vous faites avec votre bouteille après ?
2409	**A7**	On enlève l'air, on aspire l'air.
2410	E	Elles enlèvent l'air. Quand elles enlèvent l'air qu'est ce qu'il se passe ?
2411	**A7**	Le niveau à l'intérieur de la bouteille monte. Et ça l'a fait monter jusqu'en haut.
2412	E	D'accord, et ensuite qu'est ce que vous avez fait pour le faire redescendre ?
2413	**A7**	On a débouché.
2414	E	Et pour le faire descendre encore plus bas ?
2415	**A7 15 min**	On rajoute de l'air. Mais on n'a jamais changé la bouteille de place.
2416	E	Donc elles ont maintenue la bouteille toujours au même endroit et elles ont injecté de l'air au niveau de l'eau dans la bouteille. Et puis au fur et à mesure qu'elles enlèvent de l'air le niveau monte.
2417	**A7**	On pensait qu'il fallait garder la bouteille dans la même position que ça.
2418	E	Je n'avais pas posé cette contrainte mais vous y êtes parvenue en ajoutant cette contrainte. C'était la question suivante ?
2419	**A4**	Pour enlever l'air vous avez penché ?
2420	**A7**	Non on a juste enlevé avec la seringue.
2421	E	Alors allez y à vous.
2422	**A4**	En fait nous on a pas pris de seringue, on a rempli la bouteille en dévissant la bouchon et après par contre on a bougé notre main, on enfonce la bouteille donc le bouchon se trouve en dessous du niveau de l'aquarium et après on tire la bouteille et là on a le bouchon au dessus.
2423	E	Donc vous la seule chose que vous avez fait…
2424	**A4**	On a joué avec le bouchon du haut.
2425	E	Donc elles n'ont pas joué sur la quantité d'air présent dans la bouteille par contre vous avez bougé la bouteille.
2426	**A7**	Et vous avez mis de l'air par le bouchon. Et nous par la seringue un petit peu.
2427	E	Donc là ce qu'ils ont fait dans ce groupe là c'est, j'ai ma bouteille, une fois que j'ai la bouteille dans cet état là, c'est-à-dire que j'ai le bouchon au niveau de la surface et une partie de la bouteille qui est sous l'eau et une partie de la bouteille qui est dehors, ben je soulève la bouteille ou je l'enfonce. Et ce que vous avez dit c'est que vous avez toujours...

2428	**A4**	La même quantité d'air.
2429	E	Donc le même espace occupé par l'air. Comme vous avez toujours le même espace occupé par l'air ben quand vous appuyez, tout se décale et puis quand vous soulevez, l'espace occupé par l'air reste toujours le même donc tout se décale dans l'autre sens. C'est une deuxième façon de faire les choses. Je sens que vous en avez fait une troisième.
2430	**A9**	Non on a fait les deux.
2431	E	Ouais alors quand on… remettez-vous dans cette situation là. Quand on est dans cette situation, à part descendre la bouteille ou utiliser la bouteille est-ce que je peux faire autre chose pour faire descendre le bouchon au niveau de l'eau dans l'aquarium ?
2432	**A1**	Oui, on dévisse.
2433	E	Donc si on veut faire sortir de l'air, on est dans cette situation là regardez. Alors si j'ouvre le bouchon qu'est ce qu'il se passe ? Je fais…
2434	**A5**	Rentrer de l'air.
2435	E	Je fais rentrer de l'air, très bien. Alors refermez votre bouchon, mettez vous en situation basse maintenant, comment je peux faire pour faire remonter le bouchon ?
2436	**A1**	Pareil en dévissant.
2437	**A8**	Tout à l'heure on a ouvert pour faire sortir de l'air maintenant on ouvre pour faire rentrer de l'air.
2438	E	On recommence regardez. Là j'ai un volume d'air qui est ce qu'il est et ce que je veux c'est que le bouchon descende. Pour que le bouchon descende il faut que le volume occupé par l'air soit plus important. Ca veut dire qu'il faut que je rajoute de l'air.
2439	**A2**	Je comprends pas, en ouvrant ça pourrait faire sortir l'air et au contraire que l'eau monte.
2440	**A3**	Le même geste fait faire deux choses différentes. On ouvre le bouchon on fait sortir de l'air et là on ouvre le bouchon pour faire rentrer de l'air.
2441	E 20 min	Alors est-ce que c'est le geste qui compte ou est-ce que c'est autre chose ? La position de départ, si j'ai la bouteille ouverte, le bouchon se trouve où ?
2442	**Tout le monde**	Au niveau de l'eau de l'aquarium.
2443	E	D'accord donc au départ j'ai le bouchon au niveau d'eau dans l'aquarium. C'est-à-dire que si je suis tranquille, le bouchon flotte à la surface de l'eau dans l'aquarium.
2444	**A2**	Et d'ailleurs que j'enfonce ou non la bouteille dans l'aquarium.
2445	E	Alors vous pouvez l'enfoncer, allez y.
2446	**A2**	Rien ne change.
2447	E	Rien ne change c'est qu'il y a quelque chose qui change. Mettez votre main un peu au dessus et vous allez voir vous allez sentir quelque chose.
2448	**A1**	Un petit air frais oui.
2449	E	Vous sentez de l'air qui sort. Donc si je peux…
2450	**A3**	Le martinet avance, il y a un principe d'activation du foyer qui est basé sur ce principe là. C'est l'eau qui produit simplement le principe du soufflet.
2451	E	Il faudrait regarder la même chose de plus près pour pouvoir voir. Donc là on dit que si j'enfonce la bouteille et que l'air peut s'échapper, c'est ce qu'il fait il s'échappe et mon bouchon reste au niveau de la surface de l'eau. Maintenant je ferme, quand je ferme mon bouchon j'ai une quantité d'air on a dit que l'air occupait un espace. Ben il occupe cet espace, ce que vous avez fait c'est que vous descendez ou remontez la bouteille, l'air occupe toujours la même surface donc le reste de la surface disponible est occupé par de l'eau. Elles, ce qu'elles ont fait, c'est qu'elles ont gardé la bouteille au même endroit et elles ont dit pour faire descendre ou monter le niveau de l'eau, j'enlève ou je rajoute de l'air. Mais là, ce qu'on est en train de faire avec le bouchon c'est exactement la même chose. Si je suis dans cette situation là, une situation haute, pour faire descendre la bouchon qu'est ce qu'il faut faire ? Il faut rajouter de l'air. Comment je peux faire ? Je peux faire ça avec une seringue puis je constate qui si j'ouvre le bouchon le niveau descend et donc de l'air rentre. Maintenant si je suis dans cette situation, ce que je veux faire, c'est faire remonter le bouchon et pour ça je sais qu'il faut que j'enlève de l'air. Je constate que si j'enlève le bouchon de l'air s'échappe. Ca veut dire qu'en règle générale si on autorise des mouvements d'air, il va se passer que l'on va se retrouver avec l'ensemble des niveaux d'eau au même niveau. C'est à dire que le bouchon va se trouver au niveau de l'eau dans l'aquarium.
2452	**A7**	Mais elle n'a pas tout à fait tort en disant que l'air prend la place ou l'eau, c'est un peu ça en

		fait.
2453	E	Alors ce qu'on va dire…
2454	**A7**	Parce que regardez, là quand on enlève un petit peu d'air ben c'est l'eau qui prend la place.
2455	E	Tout à fait mais ça c'est ce que vous allez structurer. Si je veux faire monter le bouchon et que je ne bouge pas ma bouteille il faut que j'enlève de l'air et si j'enlève de l'air l'eau prend sa place. Et pareil si je le veux plus bas, je rajoute de l'air et dans ce cas là, l'air prend la place de l'eau. Et c'est ça que vous allez mettre en forme. Et par rapport à la question de la collègue qui dit ben quand je l'ouvre parfois ça rentre parfois ça sort, elle a tout à fait raison. Mais c'est une question d'occupation respective. En fait ce qui se passe c'est que si je ne fais rien de particulier, mon bouchon se trouve à la surface de l'eau de l'aquarium. Alors vous voyez vous pouvez poser une contrainte, si vous dites que la bouteille ne bouge pas, l'interprétation du phénomène est facile, je rajoute et j'enlève de l'air. Si la contrainte c'est je ne rajoute pas et je n'enlève pas d'air, là il va se construire, l'air occupe toujours le même espace et puis je monte ou je descend. Et puis sans contrainte, les élèves vont faire un mélange des deux. Moi je préfère ne pas poser de contrainte et puis ensuite revenir dessus. Mais vous pouvez poser des contraintes pour gérer les choses plus facilement.
2456	**A7**	Oui parce que vous n'aviez pas précisé.
2457	E	Non mais il se trouve que les uns ont choisi une méthode et les autres, une autre. Mais les gamins vont faire un mélange des deux. Le problème c'est la formulation de réponse. Il y a une réponse où on va parler d'espace qui reste le même alors forcément si je monte c'est l'eau qui prend la place, et si je ne bouge pas la bouteille, je rajoute et j'enlève de l'air. Ca va ?
2458	E	Alors le défi suivant: je prends une bouteille et j'ai mis un sachet dessus. Je le ferme de façon hermétique. Bon là vous allez bien fermer avec votre main. Et puis, devinez la question que je vais vous poser.
2459	A1	Comment faire gonfler le sachet ?
2460	E	Pas comment faire gonfler le sachet, ça c'est la réponse que j'attends.
2461	A2	Comment montrer que de l'air…
2462	E	Que se passe t-il…
2463	A1	Que se passe t-il si j'enfonce la bouteille verticalement ?
2464	E	Voilà. Qu'est ce que vous me répondez ?
2465	A3	Que ça gonfle le sachet.
2466	E	Pourquoi ça gonfle le sachet ?
2467	A1	Parce que l'eau pousse l'air.
2468	A3	C'est la même quantité d'air donc elle se déplace vers le sachet et l'eau rentre.
2469	E	Pas besoin de pousser ou de tirer hein. Quand j'enfonce la bouteille, bah ici j'avais de l'air, l'air maintenant peut occuper l'espace libre dans le sachet, et comme il occupe l'espace libre…
2470	A8	L'eau prend la place de l'air.
2471	E	Oui vous y arrivez bien ! Attention à ne pas avoir la tentation d'utiliser des choses telles que pousse, tire… On ne l'a pas utilisé jusqu'à maintenant, on en a pas eu besoin est ce qu'on en a besoin là ? Non, c'est toujours une histoire de prendre la place de. Allez y.
2472	A1	Ca y est ça marche !
2473	A5	Il faut dégonfler le sachet d'abord.
2474	A1	Voilà comme ça l'air est uniquement dans la bouteille.
2475	E	Alors qu'est ce que vous constatez ? Est-ce que le sac se gonfle ? Et puis j'ai vu que les collègues là bas avaient eu une idée. Quelle question vous vous êtes posée en plus ?
2476	A7	On ne voyait pas bien le niveau dans la bouteille.
2477	E	Alors qu'est ce que vous avez fait ? Vous avez mis le bouchon. La question suivante, par rapport à ça c'est, et vous l'avez anticipée, j'ai la bouteille avec mon sac, je pose mon bouchon, je pose la bouteille, où va se trouver le bouchon ? Alors à votre avis ?
2478	A7	Il reste à la surface.
2479	E	Il reste à la surface…
2480	A5	De l'eau.
2481	E	Il reste à la surface de l'eau puisque l'air il a de la place où aller, vous voyez, il n'a pas besoin de prendre la place occupée par l'eau donc le bouchon reste au même niveau. Si les gamins vous disent ça comme ça, vous pouvez être ravis. Alors regardez, eux, qu'est-ce qu'il se passe ? Le bouchon il est ?

2482	A1	Sous l'eau.
2483	A2	Il n'y a plus de place pour l'air.
2484	E	Et voilà il n'y a plus de place pour l'air dans le sac, donc si il n'y a plus de place…
2485	A5	Non mais on a peut être mis le sac…
2486	E	Vous avez peut être gonflé un peu le sac.
2487	A5	Ah non.
2488	A3	Vous avez triché !
2489	A5	Mais non.
2490	E	Soulevez un peu le sac pour voir.
2491	A5	Non mais c'est parce qu'il est coincé là.
2492	A4	Bon on recommence. Voilà il est bien vidé là. Ah oui c'est vrai il n'y a même plus d'air.
2493	E	Donc vous voyez bien que cela dépend de la quantité d'air qu'il y a dans le sac. S'il y a déjà de l'air dans le sac, et bien l'air qui occupe cet espace là ne peut pas passer dans le sac et il prend la place de l'eau. Et le bouchon descend comme au tout début. Vous voyez là, on travaille toujours sur la même notion. L'air occupe de l'espace et puis ou il y a de l'espace de disponible et il l'occupe ou il n'y a pas d'espace de disponible et il prend la place de l'eau. Et dans l'autre sens c'est pareil. Ca va ? Alors pourquoi ne pas mettre de ballon de baudruche ? Parce que quand vous mettez un ballon de baudruche, c'est dur à gonfler, voilà c'est exactement ça le problème. Vous allez l'enfoncer, le ballon va un peu se gonfler et votre bouchon il va se trouver où ? Donc votre ballon se gonfle un peu mais vraiment un tout petit peu et puis vous allez trouver le bouchon qui se trouve ici. Comment expliquer le phénomène ? Vous savez que le ballon pour le gonfler il faut souffler fort. Et là si on veut interpréter le phénomène qu'est ce qu'on a envie de dire ? On a envie de dire que là, bah, l'air il a le choix entre pousser sur le ballon et pousser sur l'eau. Et puis c'est sans doute plus facile de pousser sur l'eau que de pousser sur le ballon. Là vous arrivez sur les limites de notre interprétation, on est obligé de faire intervenir un concept... C'est à dire que l'air peut être dans différents états. Les gamins peuvent le voir facilement hein. Je prends une seringue, là l'air il est pareil que l'air partout autour de moi et puis je peux le comprimer et le détendre.
2494	A3	Et le dilater.
2495	E	Dilater c'est lié à un changement de température. Là je le détends. Ca on le laisse aux collègues de collège, pour une raison simple, c'est que les gamins on du mal à percevoir que quand je ferme et que j'appuie sur la seringue, la quantité d'air qui est dans ma seringue c'est la même, seulement l'air il occupe plus ou moins de place. Ca c'est pas simple. Si vous commencez à travailler là dessus, ben sachez que vous allez vous trouver confrontés à un problème. Et là comment faire pour le gérer ce problème ? C'est difficile, vous n'avez pas les moyens pour intervenir là-dessus. Donc, plutôt que d'introduire quelque chose qui va vous mettre dans l'embarras, on ne l'introduit pas. On continue ? Alors, je prends une bouteille que je remplis d'eau, presque complètement. Je la pose ici, vous la regardez bien c'est une vrai bouteille normale. Je vais faire un trou dans le bas de ma bouteille et la question que je vous pose c'est que va-t-il se passer ?
2496	A1	Rien.
2497	E	Rien ? A chaque fois je vous demande de justifier.
2498	A2	Ben l'eau va se vider.
2499	A1	Si tu fais qu'un trou, non, il faut en faire deux.
2500	A2	Ah d'accord !
2501	E	Je vais percer un trou ici. Que va-t-il se passer ?
2502	A8	Rien.
2503	E	Rien ? Pourquoi ? Parce qu'on ne fait pas rentrer d'air et que…
2504	A8	L'eau va rester.
2505	E 10 min de l'audio	Qu'est ce que vous en pensez ?
2506	A1	Pourtant quand j'ai une bouteille qui fuit…
2507	A2	Ben oui quand on a une bouteille qui fuit !
2508	A3	C'est parce que tu appuies dessus.
2509	A2	Ah oui si tu appuies dessus.
2510	E	Cette explication on l'a déjà utilisée plusieurs fois hein. C'est-à-dire qu'en fait j'ai fait tourner

		l'explication, on parle de robustesse. Et puis je l'ai utilisé sur du matériel différent aussi, avec un petit pot, avec une bouteille percée. Vous voyez mon explication ne dépendait pas du matériel. Ben on va voir si mon explication tient toujours. Donc j'ai ma bouteille, j'ai fait un trou.
2511	A1	Oui mais là il est bouché le trou.
2512	E	Alors attendez laissez moi faire mon spectacle !
2513	Tous	Ouah c'est magique !
2514	E	Est-ce que c'est magique ?
2515	A4	Non.
2516	E	Est-ce qu'il y a de l'air qui rentre ?
2517	A1	Non.
2518	E	Est-ce qu'il y a de l'eau qui sort ?
2519	Tous	Non.
2520	E	Est-ce que je peux faire rentrer de l'air ?
2521	Tous	Oui.
2522	E	Comment ?
2523	Tous	En débouchant.
2524	E	Et qu'est ce que vous prévoyez qu'il se passe ?
2525	A1	Ben ça va couler.
2526	E	Alors mettez-le au dessus de votre aquarium. Donc, il est où mon trou d'ailleurs ? Et voilà !
2527	Tous	Ah oui en effet !
2528	E	Et donc si j'empêche l'air de rentrer…
2529	A2	Et si je fais deux trous ? Si ça peut marcher si je fais un deuxième trou en haut.
2530	E	Alors, l'air rentre, l'eau sort; l'air ne rentre plus, l'eau ne sort plus. Si je fais un deuxième trou, qu'est ce que vous prévoyez ?
2531	A3	Il va rien se passer.
2532	E	Il va rien se passer.
2533	A1	Il faut faire un trou en haut, dans l'air.
2534	E	Voilà, il faudrait faire un trou dans l'air mais bon je préfère ouvrir la bouteille. Et là si j'ouvre…
2535	Tous	Oh c'est beau !
2536	E	Donc si de l'air ne rentre pas, de l'eau ne sort pas. Donc on pose la question et puis hein si de l'air rentre de l'eau sort. Ca c'est à la fin de la séquence.
2537	A1	Ou alors au tout début et puis après expliquer.
2538	E 15 min de l'audio	Si vous commencez par ça… Alors on va continuer, je prends un petit pot, toujours le même, je prends un mouchoir, je remplie le petit pot d'eau.
2539	E Début de la vidéo	Estelle Blanquet pose le mouchoir mouillé sur le pot rempli d'eau.
2540		Qu'est ce que vous pensez qu'il va se passer ?
2541	A1	Ca va coller.
2542	A2	Ah oui moi j'ai déjà vu cette expérience.
2543	E	Estelle Blanquet retourne le petit pot et l'eau ne sort pas. L'air ne rentre pas donc l'eau ne sort pas.
2544	A3	Et si il n'y avait pas le mouchoir ?
2545	E	Alors si il n'y avait pas le mouchoir, qu'est ce qu'il va se passer ?
2546		Estelle Blanquet enlève le mouchoir et l'eau tombe.
2547		Alors on va revenir sur ma bouteille trouée.
2548		Remplissage de la bouteille
2549		Je vous montre. Vous voyez elle est trouée ici et ce que je vais faire c'est que je vais ouvrir le trou. Si j'ouvre vraiment vous voyez ce qu'il se passe ? Je vois de l'air qui rentre et quand l'air rentre, l'eau coule.
2550	A8	Oh zut !
2551	E	Et puis si je fais un trou plus petit, l'air fini par ne plus rentrer et l'eau ne coule plus. Donc ça

		veut dire que la taille du trou a de l'importance. Alors le fait que la taille du trou ai de l'importance ça on s'en doutait bien.
2552	A8	Evidemment.
2553	E	Et vous le savez. Quand vous versez de l'eau vite ça glougloute et ça glougloute pourquoi ? Parce que pour qu'il y ait de l'eau qui coule il faut qu'il y ait de l'air qui rentre. Et vous savez que quand vous avalez comme ça votre eau, au bout d'un moment vous n'y arrivez plus ! Parce que votre bouteille s'écrase un peu mais au bout d'un moment vous n'y arrivez plus parce que pour faire sortir de l'eau il faut faire sortir de l'air. Mais vous savez aussi de plein de choses. Je suis sure que vous vous êtes déjà amusés avec une paille ! Quand je met de l'eau dans la paille, on bouche l'autre coté et ça ne coule pas. Ca ne coule pas pourquoi ? Parce qu'à cet endroit là l'air ne rentre pas. Vous voyez il y a plein de phénomènes de la vie courante. Euh le flamby !
2554	A6	Et oui il faut faire un trou pour que le flamby tombe.
2555	E	Pour faire tomber le flamby qu'est ce qu'il faut faire ? Il faut faire rentrer de l'air….
2556	A1	Pourtant là ce n'est pas de l'eau.
2557	E	Ce n'est pas de l'eau, c'est un solide mais c'est le même phénomène. Il faut que de l'air rentre pour qu'il y ait quelque chose qui sorte. Et donc ici effectivement je peux voir à travers le mouchoir mais ce sont des tout-petits trous et quand ils sont tout petits...
2558	A8 5 min	Ca marche.
2559	E	Et le fait qu'il soit mouillé ça change quelque chose.
2560	A6	Si on fait la même chose avec un mouchoir sec…
2561	E	Ben ça va un peu tomber. Euh par contre c'est bien le fait que l'air ne rentre pas qui fait que ça tient parce que je prends la bouteille (avec le bas de la bouteilles coupé), je la bouche et la remplis, je mets le mouchoir, qu'est-ce qu'il va se passer ?
2562	A8	Ca va couler.
2563	E	Ca va couler ? C'est pareil que tout à l'heure. Donc c'est bien parce que de l'air ne rentre pas que de l'eau ne sort pas. Euh je vous montre un dernier truc. Ca c'est pas à faire avec les gamins. Pas la taille du trou. Ben quand un trou est trop gros, il y a de l'air qui rentre et de l'eau qui sort, on a le même phénomène. Maintenant pourquoi quand le trou est petit l'air n'arrive pas à rentrer ça c'est un phénomène physique lié à la surface d'un liquide, c'est une histoire de tension superficielle, là c'est un peu plus compliqué. Mais donc je vais continuer par un dernier truc. Plutôt que de mettre un mouchoir avec lequel je ne peux pas percer et faire ce que je veux avec je vais prendre du papier plastique transparent et ne pas remplir le pot. Échange du mouchoir avec le papier. Donc voilà j'ai mon petit pot fermé. Je met un élastique pour le tenir et je vais le mettre au fond de l'aquarium. Et puis je perce un petit trou. Qu'est ce que vous pensez qu'il va se passer ?
2564	A1	L'air sort.
2565	A3	Le trou est trop petit.
2566	A1	L'air ne peut pas sortir en même temps.
2567	E	L'air ne sort pas, l'eau ne rentre pas. Je fais un deuxième trou ça va peut être marcher. Il ne se passe rien encore. On pourrait penser pourtant que maintenant l'eau a un endroit pour rentrer et l'air a un trou pour sortir. Ce qu'il se passe là c'est que les trous sont petits et c'est ma fameuse tension superficielle qui empêche l'eau de rentrer et l'air de sortir. Alors je vais forcer les choses, et là je vais introduire un autre phénomène, c'est le fait que est-ce que l'air dans mon pot est dans le même état que l'air à l'extérieur ?
2568	A1	Il est comprimé.
2569	E	Pourquoi il est comprimé ?
2570	A2	Parce que l'eau appuie.
2571	E	Voilà, comme tout à l'heure, là ca n'est pas la seringue qui appuie, c'est l'eau. Donc j'ai de l'air ici qui est comprimé un peu mais on ne le voit pas beaucoup puisqu'on a dit que dans le pot le volume restait le même, l'espace est occupé de la même façon. C'est pas exactement vrai mais la compression ne reste pas très importante, on n'en parle pas avec les enfants. Donc là, j'ai de l'air un peu comprimé. Si j'enlève le plastique mais que je bouche avec ma main c'est pareil. Alors ce que je vais faire, j'ai de l'air ici qui est comprimé, à l'extérieur j'ai de l'air qui n'est pas comprimé. Quand j'ai quelque chose de chaud qui se met au contact de quelque chose de froid, on a quelque chose de tiède. Quand j'ai de l'air comprimé et que je le met en contact avec de l'air qui n'est pas comprimé, qu'est ce qu'il se passe ?
2572	A8	Ca fait de l'air a moitié comprimé.

2573	E	Oui, en gros, s'il y a quelque chose de plus comprimé que le reste et que je le met en contact qu'est ce qu'il se passe ? C'est que globalement je vais avoir de l'air pas comprimé. Là il est comprimé, là il ne l'est pas. Si je les mets en contact avec la paille en évitant que l'eau ne rentre, on va vers un équilibre des états. L'équilibre des états c'est de l'air comprimé vers le pas comprimé. Est-ce qu'il peut y arriver ? Non vu qu'on est sous l'eau, donc l'air est toujours plus comprimé sous l'eau qu'en dehors. Donc il part toujours jusqu'au moment où il n'y a plus d'air dedans. Je retourne le pot, donc pas de surprise, il y a des trous mais ça ne coule pas vraiment parce que l'air n'arrive pas à rentre et l'eau à sortir. Maintenant l'air ici par rapport à l'air extérieur il est comment ?
2574	A1	Comprimé.
2575	A2	Et non déprimé.
2576	E	Par rapport à tout à l'heure vous vous souvenez de ma seringue ? Donc l'air ici, il est moins comprimé que l'air extérieur, on va dire qu'il est détendu. Si je met en contact l'air extérieur et l'air du pot qu'est ce qu'il se passe ?
2577	A8	C'est l'air extérieur.
2578	E	C'est l'air extérieur qui va avoir tendance à entrer. Et donc si il a tendance à rentrer, l'eau a tendance à sortir. Vous voyez là ça coule. Alors on a toujours l'air qui remplace l'eau mais maintenant je rajoute une couche supplémentaire. Du coup mon bouchon... Tout à l'heure on a dit que pour le faire monter il fallait enlever l'air avec une seringue. Qu'est-ce qu'il se passe si je mets ma paille ? Donc l'air en bas est comprimé, l'air extérieur non donc ça sort tout seul. Donc on regarde, l'eau est montée. donc si on veut aller plus loin, là on parle d'état d'air différent d'un endroit à un autre.
2579	A7	Et dire qu'il se dilate ?
2580	E	Alors dilater c'est valable pour tous les corps. Quand je chauffe un corps, sa masse reste la même mais son volume augmente. C'est comme les rails de la SNCF, tagadam tagadam tagadam pourquoi ? Parce qu'il y a un espace entre deux rails. C'est ce qu'on appelle un joint de dilatation. Quand il fait chaud, le métal gonfle, si vous aviez mis vos rails côte à côte, quand ça gonfle ça ne va plus. C'est pour ça qu'on met un espace comme ça quand ça gonfle ça se touche.
2581	A8	Donc l'été ça fait moins le bruit.
2582	E	Sur les ponts c'est pareil. Les liquides se dilatent vous le savez, c'est le principe des thermomètres. J'ai une quantité donnée de liquide et puis quand il fait chaud, mon liquide occupe un volume plus important et ça monte.
2583	A5	Et détente ?
2584	E	Alors détente c'est quand je garde la même température et que j'augmente le volume. Avec un gaz je peux le faire mais pas avec un liquide. C'est ce qui permet de distinguer un liquide d'un gaz. Le volume d'un liquide reste le même et sa forme dépend de son contenant. Donc une détente c'est à température constante et que pour un gaz. Alors que se dilater ça marche. On ne le fait pas avec les enfants !
2585	**Matin 15 avril Audio3**	
2586	E1	Alors il faut discuter entre nous si notre vision des sciences a changé.
2587	E2	Oui ma vision a changé, je la trouve finalement moins rébarbative, j'ai envie d'aller plus loin dans la démarche d'investigation que j'ai mise en place dans ma classe. Ce monde que je croyais fermé l'est un peu moins.
2588	E3	Ma vision n'a pas vraiment changé, ça m'a simplement conforté dans l'idée qu'il faut se tenir au courant de ce qu'il se passe dans l'actualité. J'en parlerai après mais ça m'a apporté pas mal de petits plus.
2589	E4	Moi ça m'a convaincu de la nécessité d'une démarche d'investigation. Même en tant qu'adulte, j'avais des idées ancrées juste parce qu'on n'avait pas fait de démarche. Je prends l'exemple de la poulie car j'étais persuadée qu'elle pouvait changer une force et c'est en tirant dessus que je me suis rendue compte que c'était le même poids. Ma vision des sciences a changé là : il faut expérimenter. Donc si tu n'essayes pas, tu restes avec tes idées toute ta vie.
2590	E1	Avant je pensais que les sciences étaient des choses acquises par des scientifiques, donc des faits établis, prouvés. Et maintenant je pense que c'est une démarche mais ce n'est pas un aboutissement. Donc il reste toujours un doute. Donc on accepte des vérités, jusqu'à ce que quelqu'un d'autre vienne les contredire.
2591	E2	Donc tu veux dire que rien n'est jamais acquis ?

2592	E1 (5min)	Oui, rien n'est jamais fixé car la science bouge. La terre bouge.
2593	E3	Ce que tu dis c'est ciblé sur l'astronomie quand même.
2594	E1	Oui, mais je pense que ça dépend des domaines.
2595	E2	Il y a toujours des chercheurs qui peaufinent ce qui a déjà été fait.
2596	E1	C'est comme le chercheur qui a trouvé le gaz autour du soleil.
2597	E2	Donc tant qu'il y aura des chercheurs, il y aura des doutes.
2598	E3	Je rajouterai que les sciences sont très importantes, il faut se méfier de ce qu'on dit mais à la fois les sciences sont très puissantes car Le Verrier a découvert une planète uniquement par le calcul.
2599	E4	Les sciences sont indispensables à la compréhension de notre vie. Des choses naturelles proviennent d'un phénomène scientifique.
2600	E1	Question 2 : l'enseignement des sciences a-t-il changé pour nous ?
2601	E2	Ma vision de l'enseignement des sciences a changé, je me sentirai beaucoup plus à l'aise avec les objectifs et la finalité. J'avais commencé à mettre en place une démarche d'investigation dans ma classe mais je pense que je voulais en faire trop et j'en oubliais l'essentiel finalement.
2602	E1	Je suis maintenant convaincu qu'une démarche d'investigation, les enfants en ont besoin car c'est important de ne pas donner des conclusions sans qu'ils aient compris.
2603	E4	En effet, le fait de manipuler leur permet de comprendre. Ca va leur enlever des croyances.
2604	E2	En effet, ils ne font pas la part des choses entre le magique et le réel.
2605	E3	J'avais déjà mis en place la démarche d'investigation mais je vais m'appuyer sur ce qu'on a fait : se poser des questions. Je vais me baser sur ce qu'on a fait pour me poser des points de repères.
2606	E1	Avant c'était plus dans la transmission d'un savoir plutôt que transmettre une attitude à avoir pour construire une connaissance avec la démarche d'investigation.
2607	E2 (5min)	Question 3 : que faut-il transmettre aux enfants sur la nature des sciences ? J'ai dit une démarche dans n'importe quel domaine pour aboutir peut-être à ce qu'on pensait. Un scientifique émet une hypothèse, il fait tout pour le prouver et les autres scientifiques se mettent d'accord. Ce sont des gens qui imaginent, puis ils le prouvent. Ce que j'aimais bien c'est la question : est-ce qu'on peut faire pareil ? Est-ce que c'est possible ? Et pour moi c'est ça les sciences.
2608	E1	Il ne faut pas tricher pour dire absolument que c'est possible. Parce que ce qu'on disait n'est pas toujours possible. Y'en a qui veulent absolument que leur hypothèse soit juste. Mais il faut être modeste dans la recherche.
2609	E2	J'ai dit qu'en sciences, toute imagination n'est pas possible. L'hypothèse doit être cohérente, et l'argumentation essentielle
2610	E4	Il faut que ça devienne un plaisir. Et finalement tout le monde peut réussir.
2611	E3	L'important est la démarche car ça rend autonome.
2612	E1 (5min)	Voilà, on va comprendre et expliquer. C'est important pour construire une pensée.
2613		(Les stagiaires parlent d'une publicité à la télé)
2614	E2	Pour en revenir à l'histoire de *Plouf !*, on sait que c'est de l'imaginaire, mais dans la publicité, on ne sait pas.
2615	E3	Il faut expliquer aux enfants que la magie n'existe pas. Et qu'il y a derrière une explication.
2616	E2	Il manquerait à ce stage un psychiatre pour qu'il explique ça apporte quoi les sciences, aux enfants.
2617	E3	Parce que E. Blanquet veut qu'on enseigne les sciences comme ça mais est-ce que c'est vraiment nécessaire d'enseigner les sciences comme ça à des petits.
2618	E1 (5min)	Pour les petits il faudrait peut-être se limiter à l'observation. Puis formuler des hypothèses quand ils sont plus grands.
2619	E2	En maternelle il faut juste observer.
2620	E4	Il faut aiguiser la curiosité chez les petits.
2621	E1	Il ne faut pas se satisfaire de ce qu'on sait. Mais ça c'est valable à tout âge. D'ailleurs on est là pour ça, sinon on serait resté dans nos classes. Ce que j'ai retenu dans ce stage, c'est partir d'une question.
2622	E2	Une question bien formulée.
2623		(La discussion en petits groupes s'arrête à la demande d'Estelle Blanquet, pour faire une mise

		en commun collective).
2624	**Audio 4**	
2625	E1	On commence à s'échanger nos réponses ? On commence sur la question de la vision des sciences. J'ai mis une vision plus romantique des sciences, pas un seul point de vue, mais encore faut-il posséder les outils adaptés à cette réflexion.
2626	E2	Moi je n'ai pas parlé des sciences à l'école mais des sciences en général.
2627	E3	J'ai parlé de l'interrogation sur tout ce qu'il se passe autour de nous, tout s'explique, même si la clé n'a pas encore été trouvée.
2628	E1	C'est vrai que pour les planètes, j'avais une vision tournée autour du soleil, mais dans la réflexion qu'elle a faite, ça change un petit peu mon point de vue
2629	E3	La science c'est des questions et tout s'explique.
2630	E1	Je ne sais pas si on arrive à tout expliquer. Je pense qu'on est dans un monde où les sciences sont très vulgarisées, tu connais les choses qu'on te dit dans des magasines, mais c'est relatif, c'est une vision des choses et t'en a pas toujours conscience. Sur un même phénomène tu peux avoir plusieurs approche mais comme tu ne connais pas les autres approches, tu restes sur ce qu'on t'a donné.
2631	E2	Passons à la deuxième question. J'ai marqué que la démarche a autant d'importance que le savoir.
2632	E3	J'ai mis qu'on fait d'abord s'interroger les élèves. On a eu une bonne piqure de rappel sur la démarche d'investigation. J'allais souvent trop vite par rapport au processus
2633	E2	On peut faire passer les sciences en manipulant, expérimentant avec peu de moyens.
2634	E1	Moi j'ai mis un enseignement des sciences plus expérimental, mise en place d'une conception logique des savoirs.
2635	E3	C'est la démarche qui aboutit à un savoir.
2636	E2	On n'amène pas nécessairement à un savoir.
2637	E3	Ce n'est pas le savoir qui est prioritaire. Ce n'est pas juste une transmission de connaissances.
2638	E2	Donc un scientifique c'est quelqu'un qui suit une démarche en s'interrogeant sur quelque chose.
2639	E3	Il faut les faire expérimenter, c'est eux qui vont construire.
2640	E1	Sans oublier de les guider. Car les scientifiques vont où ils vont, ils savent ce qu'ils veulent trouver. Mais intellectuellement c'est pas toujours très honnête car des scientifiques vont trouver des trucs pour valider leurs hypothèses.
2641	E2	Ca c'est un autre problème. Mais un moment t'as les faits qui parlent.
2642	E1	Ou tu les fais parler.
2643	E3	Question 3 : j'ai mis que ce qu'il faut transmettre aux enfants c'est de s'interroger. C'est déjà ce que je pensais avant, c'est juste sur la démarche que je n'étais pas au clair.
2644	E2	J'ai mis que la science n'est pas une accumulation de savoirs à connaître, mais une façon de penser.
2645	E3	Oui c'est les rendre curieux, les amener à s'interroger.
2646	E2	Et avoir une démarche rigoureuse.
2647	E1	Mais ce n'est pas toujours évident.
2648	E2	Et on n'a pas toujours le temps.
2649	E1	C'est plus une réflexion d'adulte car les enfants vont plutôt d'arrêter aux faits plutôt qu'à la réflexion derrière les faits.
2650	E2	Oui mais c'est normal, les enfants sont en pleine construction mais ça viendra après.
2651	E3	Après y'a des enfants qui ne sont pas scientifiques, comme d'autres ne sont pas matheux ou autre.
2652	E1	Et il y'en a que ça n'intéresse pas.
2653	E3	Oui mais le fait de se poser pleins de questions ça peut les intéresser. Plutôt que de croire ce qu'on leur raconte.
2654	E2	Et ce n'est pas totalement perdu, ça peut amener à s'interroger dans la vie de tous les jours.
2655		(Les stagiaires ont fini de répondre aux questions et attendent la mise en commun collective).
2656	**Audio 5**	
2657	E1	Question 1 : cela a-t-il changé votre vision des sciences ?
2658	E2	J'ai mis non car je savais que les sciences n'étaient pas reléguées à un laboratoire. Pour moi les

		sciences sont autour de nous tous les jours.
2659	E3	J'ai mis non car je trouvais les sciences obscures, et je continue à trouver ça obscure.
2660	E1	Moi aussi j'ai mis non car pour moi c'était le questionnement, la démarche, et que la science évolue tout le temps. Rien n'est figé, donc le stage ne m'a pas apporté des éléments différents.
2661	E2	Pour moi ca n'a pas changé car c'était clair et c'est resté clair
2662	E3	Non moi c'est resté obscur, même si j'ai appris plein de truc sur la démarche, et sur la progression. Le mieux c'est de suivre la démarche pour quelqu'un qui n'est pas scientifique comme moi.
2663	E1	Donc ta vision a un peu changé quand même !
2664	E3	Non car ça reste obscur pour moi. C'est juste sur la démarche.
2665	E2	Question 2 : ce stage a-t-il changé votre vision sur l'enseignement des sciences ? J'ai mis ni oui, ni non, j'ai mis que cela conforte l'idée de l'importance de la démarche, et donc dans l'enseignement, plus de questions et d'expérimentations. Donc ça, ça a changé effectivement, dans le sens où j'étais venue pour ça. C'est pour ça que j'ai mis ni oui ni non. Car si on est là c'est qu'on a conscience que quelque chose ne collait pas avec ce qu'on veut transmettre et qu'on avait des difficultés.
2666	E1	Moi j'ai mis oui et non aussi, j'enseigne déjà les sciences par beaucoup de manipulations, mais ce stage m'a permis de mieux structurer l'ordre des séances, les prérequis à aborder, une certaine programmation. La démarche d'investigation est plus claire, j'ai plus d'idée de séquences suivant les niveaux.
2667	E2	Moi je n'en ai pas beaucoup d'idées.
2668	E1	Si, si déjà on refait ce qu'on a appris, on aura fait beaucoup de choses.
2669	E3	Moi j'ai marqué oui, prise de conscience, et beaucoup plus de rigueur dans la démarche et beaucoup plus de préparation.
2670		(une personne rejoint le groupe)
2671	E4	Pour la première question j'ai dit que ça n'a pas changé ma vision des sciences car j'ai toujours pensé que les sciences c'est une démarche d'investigation donc non ça n'a pas beaucoup changé.
2672	E3	Donc on a tous dit non, mais pour des raisons différentes.
2673	E4	Pour la deuxième question, ça a quand même changé ma vision d'enseigner les sciences car la démarche d'investigation ne m'était pas familière dans la pratique. Je me servais plutôt de l'expérimentation pour illustrer une connaissance que j'imposais, et non pour la découvrir. Et aussi au niveau de la trace écrite. J'étais habituée à un résumé d'ordre général et un schéma. Alors que la trace écrite en science est différente de celle dans les autres disciplines.
2674	E2	Dernière question sur la nature des sciences : j'ai mis non, mais toujours la même interrogation sur le "comment", même si j'ai maintenant quelques pistes. C'est-à-dire comment transmettre ce qu'est la science, ce n'est pas évident.
2675	E4	J'ai mis non car les notions à faire passer restent les mêmes, qu'on le fasse d'une manière où d'une autre. La seule différence c'est la manière d'appréhender les notions. Mais j'ai mis oui au niveau de la démarche et aussi des programmes car dans différents livres, on trouve des choses différentes. On l'a encore vu ce matin pour l'air et l'eau.
2676	E3	Effectivement parfois tu fais confiance aux manuels et tu as des surprises.
2677	E1	Moi j'ai marqué qu'avant je m'intéressais surtout à stimuler la curiosité des enfants, maintenant je pense qu'il faudrait mettre en place un schéma pour répondre à leurs questions, et suivre la démarche d'investigation pour qu'ils trouvent eux-mêmes les réponses aux questions. Et je vais bien suivre le bouquin car quand on a fait le truc sur la lune, on avait tous des idées fausses alors maintenant je vais avoir peur d'avoir des idées fausses. Je me suis rendu compte qu'on peut vraiment donner des réponses fausses aux élèves en pensant donner des réponses correctes. Par exemple la situation avec la poulie, c'est en manipulant qu'on s'est rendu compte qu'on avait faux. Ca veut dire qu'on a des idées fausses qu'on transmet aux élèves.
2678	E2	Le problème c'est qu'on ne pense pas scientifique, on pense plus à une histoire.
2679	E3	Au départ on est tous pris dans l'histoire (pour *Plouf*) et finalement c'est en se demandant est-ce que c'est possible qu'on se rend compte. Elle nous l'a aussi démontré avec la lune, que beaucoup avaient des idées fausses.
2680	E2	Mais bon, on n'est pas là tous les jours à se poser ce genre de question.
2681	E1	Le problème c'est qu'on ne se pose pas la question.
2682	E2	Dans notre boulot on apprend en même temps que les élèves.

2683	E1	C'est-ce que je pensais avant mais je ne vais plus faire comme ça.
2684	E3	Moi je reconnais les erreurs d'orthographe, mais si on n'est pas scientifique, on ne verra pas l'erreur.
2685	E2	Moi je vais maintenant suivre son bouquin.
2686	E3	Effectivement il est pratique. Pour la question 3 j'ai mis qu'il faut comprendre des bases simples, pour comprendre le monde qui nous entoure, ne pas se lancer dans des notions qui risquent de nous dépasser. Il faut expliquer que les sciences peuvent évoluer, en disant dans le résumé par exemple : "à ce jour, les scientifiques pensent".
2687	Echange	Discussion collective
2688	E (28:07)	Alors, comme vous avez déjà du en discuter entre vous, nous allons aller vite. Je propose qu'il y ait, pour chaque groupe, quelqu'un qui prenne la parole pour dire ce qu'il s'est passé et donc ce qui a émergé d'une manière générale. Nous allons commencer par vous à ma droite, prenons les questions au fur et à mesure même si il y a des choses qui sont mélangées on est bien d'accord, quand nous parlons de l'un nous allons aussi parlé de l'autre. Est-ce que les démarches d'investigation que nous avons vécues ensemble, que je vous ai fait vivre, ont changé votre vision des sciences ?
2689	E1	Alors il y a eu deux cas de figure, pour une majorité il y a quelque chose qui a changé, en positif. Le fait de découvrir que les sciences sont importantes, et puis aussi le cas où la science est quelque chose d'ancré. Ça a conforté le fait que la connaissance culturelle des sciences est permanente et que nous devons l'avoir en continu.
2690	E	En continu ? Je ne comprends pas très bien le contenu désolé. Prenez le temps.
2691	E2	Nous étions tous d'accord que ça a changé notre vision des choses, mais chacun avait des choses différentes.
2692	E3	C'était l'intensité, comme il (E1) faisait déjà des sciences et était très passionné, il pensait pareil que vous et ça lui a confirmé que c'était bien.
2693	E	Et vous E2 ?
2694	E2	Moi j'ai commencé à mettre en place dans ma classe mais je trouvais ce monde un peu fermé, je le trouve beaucoup moins aujourd'hui.
2695	E	Qu'est-ce qui vous faisait penser que ce monde était fermé ?
2696	E2	Car j'avais reçu une éducation, un enseignement, où l'on me disait voilà c'est comme ça !
2697	E3	Et finalement on s'est aperçu et on était tous d'accord que les sciences n'étaient pas un état de fait, c'était surtout la manière, la démarche de chercher en science
2698	E2	Aujourd'hui je ne prends plus pour argent comptant tout ce que l'ont peut me dire, j'ai envie de dire, oui tu me dis ça mais bon..., je vais essayer et je vais faire mon propre truc à moi .
2699	E (31:30)	Est-ce que ce témoignage reflète un sentiment partagé, de ne plus prendre les choses pour argent comptant ?
2700	Tous	Oui. Mais cela avant déjà.
2701	E	Mais qu'est-ce qui fait que vous allez finalement accepter, ou pas, ce qu'on vous dit ?
2702	E2	Oui, par exemple, quand nous avons parlé de la poulie, il faut se dire que, même en tant qu'adulte on a les schémas « tout fait », une représentation. Et quand nous reproduisons en taille réelle cette expérience et que nous nous apercevons que tout ce que nous pensions était faux, cela me réconforte dans l'idée qu'il faut approfondir, cette expérience là m'a convaincue et m'a changé la vision des choses bien que je savais qu'il fallait expérimenter et pas tout apprendre théoriquement.
2703	E9	Mais cela c'est l'enseignement des sciences, c'est pas ta vision des sciences.
2704	E2	Si c'est ma vision des sciences quand même.
2705	E1	La science ça se recoupe.
2706	E2	Je pense que n'importe quelle personne qui n'est pas enseignant a besoin de ça, je trouve très bien que tout le monde, enseignant ou non, dans sa vie se mette un jour à « tripatouiller » et expérimenter pour tout à coup être étonné du résultat.
2707	E8	J'aimerais intervenir car je pense que les sciences, du manière générale je prendrai encore certaines choses pour argent comptant car je ne serai pas capable de faire autrement. Donc voilà, ma vision des sciences a peut-être évolué mais pas au point où je vais me dire, quand on va m'apporter un fait scientifique, est-ce que c'est ça ou pas, j'en serai incapable.
2708	E2	Oui, par exemple, les distances des rayons gamma dans l'atmosphère on ne peut pas savoir.
2709	E10	Non, mais par exemple, des choses toutes bêtes comme là récemment nous recevons des mails pour nous prévenir des dangers contre les lampes basse consommation, des rayonnements ou

		d'un cancer qui va se développer dans les quinze jours, enfin bon oui en effet cela envoie des ondes à rayonnement mais en quantité, c'est moindre qu'un téléphone portable. Il ne faut pas s'approcher à moins de 30 cm d'une lampe mais on n'est pas collé toute la journée dessus, donc voilà, c'est s'interroger sur les informations scientifiques.
2710	E (34:45)	Oui mais qu'est-ce qui pour vous, vous donne un indice du fait de ce que vous lisez ou ce que l'on peut vous donner est un document scientifique ou pas, qu'est-ce que vous utilisez pour ça ?
2711	E2	De se dire qu'il y a peut être une recherche au préalable qui a été faite.
2712	E6	Et qu'il y a peut être des publications plus scientifiques que d'autres.
2713	E	Comment vous savez si elle est plus scientifique qu'une autre ?
2714	E6	Car ces documents sont signés par des chercheurs.
2715	E7	Mais il y en a qui ne sont pas d'accord entre eux sur les mêmes questions.
2716	E	Et nous n'avons pas le droit de ne pas être d'accord sur certaines questions ?
2717	E6	Bien sûr que oui sinon on n'avancerait pas.
2718	E3	Tant que ni l'un ni l'autre n'a plus de poids, de preuves. De toute façon je pense que quand tous les scientifiques se mettent d'accord sur une même recherche, ils ont tous fait les mêmes calculs. Il y en a pas qu'un qui dit c'est comme ça et pas autrement.
2719	E	C'est un travail collectif.
2720	E6	Oui mais aujourd'hui la science avance toute les jours. Et demain il y aura peut être une autre découverte ou d'autres calculs qui vont permettre de faire évoluer.
2721	E2	Oui la recherche est permanente.
2722	E8	Et en plus elle n'est pas toujours dans le même sens, il y a des sens divergent. Tout le monde n'est pas d'accord sur les mêmes choses.
2723	E	On est d'accord sur quoi et on n'est pas d'accord sur quoi, est-ce que vous avez une idée de ça ?
2724	E7	Pas d'accord sur des interprétations, après sur les calculs je pense que l'on peut être d'accord.
2725	E	Alors les calculs sont basés sur des choses, quand on refait un calcul il ne nous vient pas comme ça, il vient de quelque part. Effectivement nous avons des faits, nous avons ce qu'on observe. Vous avez observé avec la poulie que quand la masse était plus lourde, ça descendait.
2726	E2	Oui mais là tout le monde était d'accord.
2727	E	Tout le monde était d'accord sur la poulie, vous avez fait des expériences, ça c'est des faits, et vous avez accumulé un certain nombre d'observations, et puis après vous avez dit si je mets une masse plus lourde est-ce qu'il se passe la même chose, et là nous en avons fait encore d'autres des observations. Le test que vous avez en tête était, je pense que c'était plus lourd, maintenant je change les matériaux et d'autres paramètres et je m'aperçois que c'est toujours le plus lourd qui tombe.
2728	E7	Là ça ne peut pas être remis en cause.
2729	E	Ça ne peut pas être remis en cause, sauf que le jour ou l'inverse se produit on va se dire bon on n'avez pas tout compris. Mais à ce jour il y a peu de chance pour que ça arrive mais si ça arrive il faudra remettre des choses en question, par exemple regarder que mes poulies soient bien graissées ou que ça ne vient pas d'autre chose. Mais vous voyez ce que nous avons observé jusque là était généralisé.
2730	E3	Mais au départ c'est toujours d'une question qu'un scientifique va chercher, il ne va pas chercher au hasard. Et après il va chercher dans cette orientation là, dans un domaine précis. Est-ce qu'il s'oriente dès le départ vers un point précis ou c'est avec des chercheurs qu'ils cherchent ?
2731	E (39'17)	Est-ce qu'on cherche seul en science ?
2732	E3	Non je ne pense pas.
2733	E	Effectivement c'est un travail collectif, un travail d'équipe. Plusieurs chercheurs travaillent dans le même domaine et parfois ils se regroupent pour en discuter et confronter leurs différentes recherches et leurs idées sur la question. Vous me parliez tout à l'heure d'une expérience où l'on obtenait toujours le même résultat, donc différents chercheurs ont obtenu le même résultat et se regroupent pour exposer ça, par contre ils peuvent ne pas être d'accord sur la façon dont ils expliquent les faits. Donc il y a deux niveaux. Donc votre vision des sciences maintenant ?
2734	E11	Nous n'étions pas d'accord sur le mot science, alors si nous devions définir le mot science ?
2735	E	Définir le mot science revient à trouver des critères qui nous permettent de définir ce qui en est et ce qui n'en est pas. Est-ce que ce que nous avons fait vous a aidé dans ce chemin là, est-ce

		qu'il y a des choses qui ont été mises en place pendant les démarches d'investigation qui vous ont permis de démontrer si c'était de la science ou pas ?
2736	E3	Je me souviens quand nous avons fait l'histoire de *Plouf*, vous nous avez fait en déduire que ça c'était dans l'imaginaire et ça ne peut pas être dans la réalité. Et ça pour moi ce n'était pas de la science.
2737	E	Qu'est-ce qui n'était pas de la science ?
2738	E3	De constater que ça c'était de l'imaginaire et ça ne l'est pas, pour moi ce n'est pas une démarche scientifique.
2739	E	Et maintenant ça l'est ou pas pour vous ?
2740	E3	Maintenant oui car vous m'avez dit que l'on peut faire une démarche et montrer que certaines choses peuvent se faire dans l'imaginaire et pas dans la réalité. Mais au départ dans le questionnement, je ne voyais pas la science, je ne voyais pas l'intérêt de démontrer cela.
2741	E11	Pour l'enfant, cela permet de l'interroger et de pas croire tout ce qu'il peut voir.
2742	E3	Oui j'ai compris après, mais dans un premier temps je me disais qu'est-ce que ça vient faire dans les sciences l'imaginaire et la réalité.
2743	E4	Le mot imaginaire nous a brouillé, si on nous avez dit on fait des sciences, une poulie etc. Si on fait ça que se passe t-il ? Nous aurions trouvé plus vite que avec cette histoire de cochons ou nous sommes rentré dans celle-ci.
2744	E3	Nous avons discuté dans notre groupe sur une publicité qui passe en ce moment qui montre un enfant où son père lui fait croire qu'il a des pouvoirs magiques. La question est : est-ce qu'il faut laisser un enfant au dépourvu et le laisser croire à des choses fausses ?
2745	E5	L'enfant trouvera tout seul, il essayera seul et ça ne marchera pas.
2746	E4	Pourtant les scientifiques doivent faire preuve d'imagination avec toutes ces hypothèses.
2747	E	Effectivement les scientifiques doivent faire preuve d'imagination, d'idées, d'intuitions.
2748	E	Il faut prouver qu'on est dans l'imaginaire.
2749	E1	J'ai marqué qu'en sciences l'imagination n'est pas possible.
2750	E	Les scientifiques font travailler leur imagination pour essayer de construire quelque chose mais que se passe-t-il une fois qu'on a imaginé les choses ? Il faut le vérifier.
2751		
2752	E1	Oui, c'est-ce que je voulais dire, l'imagination n'est pas possible car il faut une hypothèse et l'argumentation est essentielle.
2753	E	Oui et comment vous argumentez ?
2754	E1	En expérimentant.
2755	E	Oui donc une fois que l'imagination a agit, on teste nos idées et on les confronte aux faits. Et si les choses qu'on a construites par rapport aux faits ne collent pas, que fait-on ?
2756	E8	On serait tenté de dire, peu importe le départ, les intuitions car il faut tout vérifier par la suite.
2757	E	Tout le monde est d'accord ?
2758	Tous	Oui
2759	E8	J'ai un parcours scientifique et on m'avait expliqué que quand Pasteur a trouvé le vaccin, c'était un coup de chance, il a oublié sa potasse et il est parti en vacances. Quand il est revenu le truc avait été désactivé. Il refait les expériences et ca a marché. Donc au départ c'est parti d'une erreur. Donc ca peut partir d'un coup de chance, d'une erreur, d'une intuition, mais il faut toujours tout vérifier par la suite.
2760	E	En effet, au départ il y a quelque chose. On a des idées qui nous viennent par intuition, par coup de chance, et ensuite il faut confronter nos idées aux expériences. Et il est important de se souvenir que ce qu'on propose, ce sont des idées. On crée un discours qui n'est pas réel, et si le réel dit que ce n'est pas bon, il faut se souvenir que ce qu'on avait dit c'était une histoire. On avait raconté une histoire mais si elle ne colle pas aux faits, on change l'histoire. Les scientifiques racontent des histoires en permanence. Tout ce qu'on nous raconte, ce sont des histoires construites. On prend des choses du réel et on les simplifie. On ne peut pas prendre tout en compte.
2761	E4	Le contraire de scientifique ce serait quoi ?
2762	E (4'32)	Je ne chercherais pas le contraire de scientifique mais j'essaierais de dire ce qui fait qu'une chose n'est pas scientifique. On parlait par exemple de documents qui disent "ça c'est dangereux"
2763	E2	En fait, ce qui est scientifique c'est ce qu'on peut expliquer.

2764	E	Est-ce que c'est de la science de dire pourquoi je bois ? Parce que j'ai soif.
2765	E2	Oui car il y a un phénomène à l'intérieur du corps qui fait qu'on boit parce qu'on a soif.
2766	E	Est-ce que ça c'est une question scientifique ou est-ce que ca ne serait pas plus scientifique de se dire : il m'arrive d'avoir envie de boire, comment j'explique cette envie ?
2767	E8	Mais on peut le prouver scientifiquement pourquoi on a envie de boire : car le corps est en déshydratation et les neurotransmetteurs disent alors qu'il faut boire.
2768	E	Je n'en sais rien pour le moment, mais la question n'est pas "moi je peux boire" ou "pourquoi j'ai soif" mais comment on explique qu'on a envie de boire
2769	E4	C'est la formulation de la question qui fait qu'on va avoir une démarche scientifique ou pas pour répondre à la question.
2770	E	Qu'en pensez-vous ? (tout le monde semble d'accord)
2771	E1	Mais alors, comment on sait ce qui est scientifique ou pas ?
2772	E4	Tous les scientifiques se posent la question de savoir si un article paru est vrai ou pas. Est-ce que l'expérience est vraie ou pas car on peut très bien recevoir des mails avec écrit "il a été démontré que" mais quand tu regardes tu te dis que c'est n'importe quoi
2773	E9	Qu'est-ce qui te fait dire que justement c'est n'importe quoi ?
2774	E3	Si, la phrase "il a été démontré que" ne suffit pas, il faut qu'il y ait écrit au-dessus quels sont les scientifiques qui l'ont fait.
2775	E9	Ca c'est déjà écrit : "Laboratoire…"
2776	E3	Quand il y a écrit "laboratoire" je me dit que ca a été prouvé scientifiquement
2777	E8	On ne peut pas accepter tout ce qui vient d'un laboratoire
2778	E3	Il y a deux types d'esprits : les esprits qui doutent et ceux qui croient tout ce qu'on leur dit.
2779	E	Je pense qu'on est en train de s'égarer.
2780	E3	Alors dites-nous comment on reconnait un article scientifique ou pas ?
2781	E	Non, je vais partir sur autre chose : l'astrologie pour vous, est-ce que c'est de la science ?
2782	E3	Les faits peut-être mais pas l'interprétation.
2783		(les avis sont mitigés : certains pense oui et d'autres non mais ne se justifient pas)
2784	E	Vous avez des astrologues qui ne se disent pas scientifiques mais d'autres disent que ce qu'ils font c'est de la sciences.
2785	E8	Le problème c'est l'interprétation. Chacun pense des choses différentes à partir de la position des constellations. Donc c'est quelque chose qui ne peut pas se répéter identiquement donc ce n'est pas de la sciences.
2786	E3	Ce n'est pas universel donc ce n'est pas de la science.
2787	E5	On n'obtiendra jamais les mêmes résultats donc ce n'est pas de la science.
2788	E	Vous êtes donc en train de me parler de reproductibilité.
2789	E5 (10'19)	Et pourtant des millions de gens écoutent leur horoscope tous les matins.
2790	E	Mais il y a des horoscopes bien faits car quand on lit on se dit "oui c'est-ce qu'il s'est passé" donc ces gens vont être d'accord avec l'horoscope. Mais qu'est-ce qui fait que c'est tout de même pas de la science ?
2791	E5	Car on peut trouver des choses qui nous correspondent dans l'horoscope d'un autre signe.
2792	E8	Est-ce que toutes les constellations reviennent ?
2793	E	Les constellations ont changé depuis l'époque où les premiers astrologues avaient posé des choses. Mais les astrologues peuvent dire que le fait que les constellations ont bougé, ça ne change rien à la validité de ce qu'on disait avant. Et personne ne va prouver le contraire. Mais que pensez-vous du fait que à partir des mêmes données de départ (le ciel est le même pour tous le monde), on a des informations différentes. Est-ce que c'est scientifique ? Un critère essentiel en science, c'est le fait que même si on change l'expérimentateur, les résultats ne changent pas. Alors qu'en astrologie, si on change l'expérimentateur (l'astrologue), ca change les résultats. Le fait de changer l'expérimentateur, sans que les résultats ne change, est-ce que c'est quelque chose qu'on peut transmettre aux élèves quand on fait des sciences ?
2794	E8	Oui, on fait des petits groupes, par exemple trois petits groupes. La même expérience sera alors refaite trois fois et on aura trois fois le même résultat.
2795	E5	Et on ne fera la trace écrite qu'à partir du moment où tous les groupes auront trouvé le même résultat. Autrement, si chaque groupe trouve un truc différent, on dit qu'on ne peut rien en conclure. Soit on refait les expériences, soit on dit que c'est pas concluant, soit il faut trouver

		une autre expérience.
2796	E1	On peut recommencer si on s'aperçoit que certains groupes n'ont pas trouvé la même chose que les autres car il y a peut-être eu une erreur pendant l'expérimentation.
2797	E (16 min)	En faisant ça, implicitement vous considérez que la reproductibilité et que le changement d'expérimentateur sont des choses importantes. Donc les différents expérimentateurs doivent trouver la même chose, et une même expérience refaite plusieurs fois doit amener aux mêmes résultats. Il me semble que ce sont des choses importantes en sciences. Il y a aussi la robustesse qui est importante, c'est quand j'utilise la même chose dans plein de cas différent et que ça marche. C'est robuste. Et quand j'ai fait ça, j'ai formulé quelque chose qui était très général. Et ce quelque chose de très général je l'ai fait fonctionner dans plusieurs cas particuliers. Jusqu'au jour où je tomberai sur un cas très particulier où ma formulation générale ne va pas le faire et là, qu'est-ce que je fais ?
2798	E9	Je refais mon cas particulier pour vérifier.
2799	E	Effectivement, et si ca persiste ?
2800	E1	C'est que c'est vraiment un cas particulier.
2801	E	Y a-t-il des cas particuliers en sciences ?
2802	E5	Oui et non, mais il va alors falloir changer la formulation de départ car si on tombe sur un cas particulier, au départ on ne pouvait pas généraliser.
2803	E	Donc ca marche sur un certain domaine puis on se rend compte que ca ne marche pas tout le temps donc on délimite le domaine dans lequel ca marche et on se dit que si mon explication ne marche pas tout le temps, c'est que peut-être il y en a une autre qui marche tous le temps.
2804	E5	Par exemple quand on dit l'eau bout à 100°c, si on fait cinquante fois la même expérience dans plusieurs endroits en France on nous dira oui ca marche, et un jour, quelqu'un va en haut d'une montagne et ça ne marche pas donc il va falloir rajouter dans la formulation que c'est lié à l'altitude ou la pression, je ne sais pas.
2805	E1	Il va donc falloir faire un cas moins général, que ce que l'on avait fait au départ.
2806	E	Effectivement on disait "l'eau bout à 100°C", maintenant on va dire "l'eau bout à 100°C au niveau de la mer". C'est comme dire la terre tourne autour du soleil, ou le soleil tourne autour de la terre, il faut préciser l'endroit duquel on regarde les choses.
2807	E	Est-ce que ce qu'on a fait a changé ce que vous voulez transmettre aux enfants ? Et que voudrez-vous transmettre aux enfants, maintenant, quand vous ferez des sciences ?
2808	E8	Ne crois pas tout ce qu'on te dit.
2809	E5	Sois curieux de ce qui t'entoure.
2810	E6	Je ferai attention à la démarche à suivre. Partir de quelque chose puis l'illustrer, et non l'inverse.
2811	E5	Dire que la science n'est pas quelque chose de fixe, elle évolue.
2812	E	Vous l'avez senti ça, dans votre démarche d'investigation ? C'était une idée d'avant ou c'est une idée récente ?
2813	E4 (20'18)	Effectivement, ce stage nous donne plus d'idées sur la trace écrite, le point de départ, le questionnement. Ca met au clair la démarche et la manière de transmettre.
2814	E	Si vous aviez des enfants en CM2 et qu'on leur pose la question : pour toi, c'est quoi faire des sciences ? Qu'est-ce que vous aimeriez que ces élèves répondent, après être passés entre vos mains ?
2815	E4	C'est un plaisir et non plus une tâche fastidieuse.
2816	E2	C'est faire des expériences.
2817	E	Dans l'idéal vous aimeriez quelle réponse ?
2818	E6	C'est chercher.
2819	E8	Chercher et comprendre.
2820	E5	Et arriver à une conclusion même si elle est provisoire. Et ne pas juste faire des expériences pour faire des expériences.
2821	E4	Mettre en place des démarches pour répondre à ses propres questions.
2822	E	Est-ce que vous avez eu l'impression de faire des sciences avec moi ?
2823	E2	Oui car on a expérimenté
2824	E6	On a suivit une démarche
2825	E4	On est parti de ce que l'on croyait et on a avancé.
2826	E2	Maintenant, c'est l'investigation qui est important.

2827	E (25'23)	Si des élèves vous disent : on a fait des sciences parce qu'on a fait des expériences et on a conclu des choses", moi j'aimerais qu'on me dise plus que ça "nous avions des idées de départ, on a testé nos idées et on en est arrivé à la conclusion que", et "faire des sciences c'est se mettre d'accord sur une explication par rapport à ce qu'on croyait au départ, en tenant compte des faits." Ce serait déjà pas mal. Et si on lui donne un article à lire où il est écrit que ce sont des scientifiques, puis on a un protocole qui dit "voilà c'est montré", l'élève se dit que c'est un scientifique qui l'a écrit alors c'est bon ? Mais qu'est-ce qui fait qu'une démarche est scientifique ? Car la présence d'expérience ne suffit pas. On peut aussi faire des expériences en art.
2828	E2	On a argumenté.
2829	E8	On a eu des faits reproductibles.
2830	E	Donc la reproductibilité, oui.
2831	E5	Changement d'expérimentateur.
2832	E4	Changement des paramètres.
2833	E	Changement des paramètres avec des règles. On ne change qu'un paramètre à la fois sinon on ne peut rien en conclure. On a aussi construit des choses générales qu'on applique dans plein de cas. Est-ce que c'est fréquent de faire ça ?
2834	Tous	Non.
2835	E	Ce n'est pas quelque chose qui ne s'applique qu'à la science mais c'est quelque chose que font les scientifiques. Il y a ce que je pense et ce que je vois. Si ce que je pense est différent de ce que je vois, alors je modifie ma façon de penser. Il y a des critères qui font que quelque chose est de la science, ou non. Il y a un premier problème, c'est si je n'obtiens pas ce que je veux, et que je dis que je l'ai obtenu quand même
2836	E8	C'est tricher !
2837	E	Oui, c'est un mensonge. L'honnêteté intellectuelle est fondamentale.
2838	E5	Donc importance d'un autre expérimentateur.
2839	E (29'47)	Effectivement, d'où l'importance d'un travail collectif car les différents élèves ne vont pas voir la même chose. Ca peut être lié à une erreur ou à une fraude, et en science on n'est pas des fraudeurs.
2840	E4	Mais parfois, ça peut être expliqué de façon malhonnête alors la science peut être malhonnête. Et pour les gens comme nous qui ne savons rien des sciences, si on voit que c'est un scientifique qui le dit alors on le croit. Alors comment différencier un bon article d'un autre ?
2841	E	La première chose est de repérer la source. Il y a des revues où il y a une relecture par les pairs. Lorsque c'est publié, toute la communauté est alors d'accord sur ce qui a été écrit. Il y a une différence entre ce qui est scientifique et ce qui est vrai. Car la démarche scientifique peut avoir été correctement suivie, mais le résultat peut être faux car on a loupé des choses. Donc ce n'est pas parce que c'est dans un article validé par les pairs que c'est forcément juste. Cependant la démarche a été respectée.
2842	E4	Donc à chaque fois on y croit et après quelqu'un vient nous dire que ce n'est pas vrai. C'est comme les vaccins l'année dernière.
2843	E	Effectivement il y a parfois des ???. Et il ne faut pas oublier qu'il y a des scientifiques, mais il n'y a pas que des bons scientifiques. Donc les critères à faire passer aux élèves c'est la reproductibilité, la robustesse, le fait de passer du général au particulier, distinguer ce qui relève du monde à nous, et ce qui se dit sur le monde. Il y a ce que j'observe, et ce que j'en dis, et il ne faut pas mélanger les deux. Il ne faut pas oublier qu'on simplifie les choses (j'ai pris une petite boule pour représenter la terre) pour pouvoir en parler. Mais dans la réalité il y a peut-être des choses en plus.
2844	E4	Donc l'expérience qu'on fait faire aux élèves est peut-être fausse ?
2845	E	Ce qu'on fait avec les boules, ce sont des expériences. Ce qui se passe en vrai avec la Terre et la Lune, c'est une représentation de la réalité, c'est un modèle. Il faut donc être conscient que ce que je dis, ce n'est pas le réel dans toute sa complexité, c'est quelque chose que j'ai simplifié. Donc on "fait comme si ma boule est la terre".
2846	E7	Ce n'est pas trop compliqué à comprendre pour un enfant ?
2847	E	Pas du tout. Je ne dis pas que vous y arriverez à tous les coups mais c'est quelque chose qu'il faut essayer de faire passer. On fait comme si, et on fait une analogie. Ce qui se passe pour ma boule, j'imagine que c'est la même chose pour la Terre. Et la précision du langage est importante. Quand on utilise un mot, il a toujours le même sens et on ne change pas son sens quand ça nous arrange.
2848	E4	Oui mais un mot a plusieurs sens et c'est là toute la complexité. Il faudra que l'élève comprenne

		que parfois le mot prend ce sens là mais à un autre moment il a l'autre sens.
2849	E	En science, un mot n'a qu'un sens. Et tout le monde utilise ce mot avec la même définition de ce mot.
2850	E	Quand l'eau bout, je vois un nuage au dessus de la casserole. La vapeur d'eau est invisible. Donc si je vois le nuage et que je dis "c'est de la vapeur d'eau", je ne suis pas cohérent. Je ne peux pas dire que la vapeur d'eau est invisible, et quand je vois quelque chose, dire que c'est de la vapeur d'eau.
2851	E5	Alors que faut-il dire ?
2852	E	C'est du nuage qu'on voit. Ce sont des fines gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. C'est différent de la vapeur d'eau, qui est du gaz et vous ne la voyez pas.
2853	E4	C'est ça qui me fait peur. Ce stage m'a beaucoup appris, et maintenant je suis consciente que le langage est très important, et les informations à faire passer sont très pointues
2854	E	Mais non.
2855	E4	Si, par exemple différencier le nuage et la vapeur d'eau …
2856	E	C'est aussi l'une des raisons pour lesquelles j'ai écrit mon livre. J'y ai mis des signaux pour dire "attention" ! Mais en même temps ce n'est pas difficile. C'est juste que si on ne vous l'a jamais dit, vous ne pouvez pas le savoir. Il n'y a pas de miracle mais ce sont des choses que je vous ai écrites dans le livre, pour vous permettre d'avancer. Mais effectivement cette précision du langage, je suis contente que vous en preniez conscience, et c'est peut-être un peu angoissant mais si vous y faites attention maintenant, c'est bien ! Le fait d'en être conscient aide à avancer. Mais je suis d'accord que du coup, ça génère un stress supplémentaire. Mais vous allez vite vous y faire, il y a vraiment une question d'habitude
2857	E1	Mais il ne faut peut-être pas trop donner de mots de vocabulaire sinon on risque de se perdre à un moment non ?
2858	E	Quand on a travaillé ensemble, sur l'air, vous m'avez un peu impressionnée car quand je travaille avec mes étudiants, ils utilisent des mots compliqués qu'ils ne maîtrisent pas, ils se cachent derrière les mots pour éviter d'expliquer le phénomène.
2859	E8	C'est parce qu'ils n'ont pas encore l'habitude de travailler avec des enfants.
2860	E	Sans doute, mais ce que j'ai constaté avec vous, c'est qu'à aucun moment je ne vous ai entendu parler du mot pression. Ce mot ressort très vite avec mes étudiants. Ils ne savent pas ce que c'est, et ils l'utilisent n'importe comment vu qu'ils ne maitrisent pas. Et effectivement on n'avait pas besoin de ce mot pour expliquer le phénomène.
2861	E1	C'est d'ailleurs le souci de notre métier car il y a des gens qui nous disent : "il faut faire ça et ça", mais ce sont des gens qui n'ont jamais été dans une classe. Ils ne sont pas confrontés à ce problème là, il ne savent pas ce que c'est qu'un enfant et comment il va réagir, et ils nous imposent de faire des choses. Alors que nous on a cette faculté, je pense.
2862	E	Et ça rejaillit sur votre comportement au moment des manipulations. Vous n'allez pas utiliser ce mot que vous ne maîtrisez pas, pour la plupart.
2863	E4	Mais il vaut mieux, parce qu'imaginons qu'on le dise, l'élève est capable de nous demander : "c'est quoi la pression ?" et je serai incapable de lui expliquer. Tandis que de dire "le machin prend la place de l'autre", là, tout le monde a compris, même moi, et c'est mieux. C'est simple et l'élève apprendra le mot "pression" plus tard.
2864	E	Et ça suffit, pour expliquer le phénomène.
2865	E4	Donc on peut simplifier le côté scientifique ?
2866	E	Est-ce que c'est plus simple ? Est-ce que c'est moins scientifique de formuler les choses comme ça, plutôt que de les formuler en pression ?
2867	E5	Non c'est juste simplifier le vocabulaire
2868	E2	C'est l'adapter à des plus petits.
2869	E	D'accord, donc c'est pas le vocabulaire qui fait que c'est scientifique ou pas. On doit pouvoir expliquer les choses autrement, mais les mots qu'on utilise quand on crée un concept, de pression par exemple, on peut les remplacer par toute une périphrase. Et simplement c'est plus simple de dire ce mot, plutôt que de dire trois phrases. C'est comme ça que les mots apparaissent, c'est parce que c'est plus pratique. Quand on parlait de la bascule, j'ai introduit le mot "pivot" parce que dire "pivot", c'est plus pratique que de dire "le machin qui fait la bascule", il peut en être triangle, en machin en machin, mais sa fonction importante quand je vais m'exprimer, c'est-ce qui permet de faire pivoter. On va donc l'appeler le pivot. Donc le vocabulaire est introduit parce qu'on en a besoin. Et on s'est tous mis d'accord sur ce qu'il signifiait. Donc tout le monde met le même sens derrière ce mot. Et c'est ça qu'on fait aussi

		quand on fait des sciences. Voilà, est-ce que je vous ai permis de faire un peu avancer les choses ?
2870	E4	Moi depuis ce matin, j'ai appris beaucoup de choses.
2871	E3 (6'10)	Mais finalement ma question sur la vérité là, qu'est-ce qu'il faut dire ?
2872	E	C'est-ce qu'on constate, ce qu'on voit, ce sont les faits.
2873	E4	Là c'est-ce qu'on constate sur la boule et le machin, mais … (E4 ne finit pas sa phrase).
2874	E	Alors, quand vous faites la boule, et que vous voyez les séparations jour/nuit sur votre boule, sur votre boule, c'est comme c'est. On le voit. Maintenant ce que vous allez faire, c'est : et si ma boule c'est la Terre, et si mon autre boule c'est la lune, et si ma lumière c'est le soleil, dans ce cas là, je fais une hypothèse, je fais une analogie, et dans ce cas là, là c'est la nuit, là c'est le jour, là c'est le soleil qui se lève, d'accord ?
2875	E4	Alors il faudrait dire quoi : si c'est pareil, …
2876	E	Il n'y a pas besoin, il suffit de dire, si là c'est la Terre, là je serai dans le jour et là je serai dans la nuit.
2877	E4	Donc il faut quand même le dire le "et si"
2878	E	Vous allez le dire spontanément. Vous ne vous en rendez pas compte mais vous le faites. Il faut être sûre que les enfants en ont conscience. L'exemple typique c'est : on a parlé de l'éclipse de lune, quand la lune passe dans l'ombre de la Terre. Avec mon modèle, quand ma lune passe dans l'ombre de la Terre, sur ma boule lune il fait noir. Ca veut dire que moi de la Terre je ne peut pas voir la lune. Bah regardez une éclipse de lune, la lune vous la voyez rouge, elle est très peu visible mais vous la voyez rouge foncé. Et sur mon modèle on ne la voit pas. Et pourtant dans la réalité elle est rouge.
2879	E4	Et alors ?
2880	E3	Il y a des lumières qui entrent en jeu.
2881	E	Et alors qu'est-ce que vous en concluez ?
2882	E3	C'est un modèle
2883	E	J'ai un modèle simplifié, j'ai simplifié le réel, et en simplifiant le réel j'explique des choses, mais du coup je me fiche d'autres choses, puisque simplifier ça m'a permis d'expliquer, mais ça m'a privé d'autres choses. Et il faut tenir compte de l'atmosphère, c'est compliqué, et quand je tiens compte de l'atmosphère, en fait, la lumière qui va en ligne droite, quand elle traverse l'atmosphère elle est déviée. Donc j'ai une partie de la lumière qui arrive sur ma boule parce qu'elle est déviée par l'atmosphère, elle arrive sur la lune. Donc j'ai quand même de la lumière qui arrive sur ma lune et comme la lune renvoie la lumière, je la vois.
2884		(Long silence)
2885	E	Donc vous voyez que mon modèle a des limites, parce que c'est pas la réalité, la réalité est toujours plus compliquée. Donc j'ai simplifié les choses mais si je veux expliquer que je vois la lune rouge sur mon modèle, il est trop simple pour pouvoir l'expliquer.
2886		(Silence)
2887	E (10 min)	Et si les enfants ont conscience que mon modèle n'est pas la réalité, c'est fondamental. J'ai simplifié les choses pour expliquer, mais quand on va lui dire que quand on regarde la lune en vrai elle est rouge, il ne va pas être trop perturbé car il va se dire "bah oui mon modèle doit avoir un truc et j'ai pas ... C'est pas la faute de la lune, c'est moi qui ai fait des choses en simplifiant. Donc forcément il y a des limites". Et c'est la même chose sur tout le reste en science. Par exemple en électricité, on a construit des règles. On va mesurer des tensions et des intensités puis on va construire la fameuse loi U=RI. Donc on construit ça mais c'est une représentation, une façon de dire les choses. Puis plus tard, quand ils seront en terminal on va leur dire : ma pile ce n'est pas qu'une tension, il y a aussi une petite résistance dedans. Et ça change, du coup mon expression va changer. Mais ma pile c'est toujours la même, elle n'a pas changé. Par contre, la façon de représenter la pile et de prévoir les choses va changer. Et j'ai le droit car vous vous souvenez de mon imaginaire, à chaque fois c'est une représentation que je fais. Je fais un modèle, je simplifie le réel. Je change aussi ma façon de simplifier le réel. Et si les enfants n'ont pas conscience qu'il y a une différence entre le réel et ma représentation du réel, et si ils fusionnent les deux, ils deviennent fous. Parce qu'ils ne vont pas comprendre pourquoi on dit ça et après on dit autre chose. Ils vont se dire que les physiciens sont fous. Alors que si ils ont compris qu'il y a le réel et ce que j'en représente, et que je peux changer cette représentation, là ça passe tout seul. Et c'est sur quoi on peux déjà commencer à travailler avec *Plouf*. Il y a ce que je fais et ce que je dis. Je vais maintenant vous laisser avec Jacques car je dois aller faire un accompagnement scientifique dans une classe.
2888	E6	Vous ne nous avez pas parlé du jardin des sciences !

2889	E	Le principe est simple, vous avez mon livre, tout est écrit dedans. Le principe c'est, chacun dans une école, ou vous vous arrangez entre plusieurs écoles, dans une classe on fait un certain nombre de démarches d'investigations différentes les unes des autres. Et le cran supplémentaire c'est qu'on ne fait pas ce que font les autres, et on prépare les enfants à le faire vivre aux autres. La démarche qu'ils ont vécue avec vous, vous les entrainez à la refaire. On simplifie la démarche, mais elle reste une démarche d'investigation, avec des questions qu'on pose et des recherches. Et vous préparez les enfants à la faire vivre, c'est-à-dire qu'ils vont être le maître. Ils vont faire comme vous. Ensuite on se met dans la cour, et ça tourne. Donc vous avez des enfants qui vont faire vivre des expériences aux autres classes. Et après ils changent de poste, ils étaient animateurs et ils deviennent visiteurs qui vont visiter des autres ateliers. Et on tourne comme ça sur une journée. Donc sur une journée vous avez des enfants qui expérimentent, qui vivent des démarches d'investigations proposées par l'ensemble des classes. C'est ça le jardin des sciences. Et donc dans le livre tout est écrit. Le problème c'est d'organiser les rotations. Dans les annexes vous avez tous les tableaux de rotation, qui peuvent aussi vous servir quand vous faites un rallye lecture, maths ou peu importe. Mais c'est le même principe, ce sont des groupes qui se déplacent, des groupes qui font faire et ensuite qui visitent, et les groupes qui visitent puis qui font faire. C'est le principe du jardin des sciences et ça marche très bien. On peut commencer à le faire à partir de trois classes, tout le monde vivra plusieurs démarches d'investigations, donc il faut que dans les classes on en fasse plusieurs. A partir du moment où vous êtes sept classes, sur une matinée, avec chacun une seule démarche d'investigation faite en classe, on peut tourner et tous les enfants tournent. La difficulté est aussi que les enfants adorent montrer. Là il ne faut pas qu'ils montrent. Ils posent les questions qu'on a posées en classe, et ils laissent les autres chercher, en les guidant avec des questions. Et ensuite ils formulent. On peut même le faire avec des grandes sections
2890	Tous(18 min)	Merci beaucoup pour vos explications.
2891		(Estelle Blanquet explique les communes qui pourraient envisager de faire un jardin des sciences, et le cours se termine.)

ANNEXE 6.F.

Questions posées par le praticien-chercheur au groupe 45 invitant à une réflexion métacognitive

Questions posées par le praticien-chercheur pour le lancement des discussions invitant les étudiants du groupe 45 à réfléchir sur la scientificité de leur pratique (entre parenthèses le numéro des prises de parole associées aux différentes transcriptions).

Lundi 7 novembre 2011-2012	(**Pr.-Ch.**) Alors voilà la question que je vous pose maintenant : pour vous, qu'est-ce que la démarche d'investigation ? (104-108) (**Pr.-Ch.**) Est-ce que, pour vous, il y a certaines D.I. qui sont plus scientifiques que d'autres ? (151)
Mardi 8 novembre 2011-2012	Questions posées lundi soir : « Est-ce que ce qu'on a fait cet après-midi était de la science ? Un cours magistral d'astronomie aurait il été plus scientifique ? Pourquoi ? » (**Pr.-Ch.**) Ce que je vous propose c'est que chacun lise ce qu'il veut faire partager aux autres de ce qu'il a écrit, idéalement tout mais sinon ce n'est pas grave. (3) (**Pr.-Ch.**) Alors, est-ce qu'il y a des choses qu'on a admises ? (84) (**Pr.-Ch.**) Peut-on éliminer un modèle qui ne nous arrange pas ? (1838)
Mercredi 9 novembre 2011-2012	Questions posées mardi soir : « Est-ce que ce qu'on a fait ce matin était plus ou moins scientifique que ce que l'on a fait cet après midi ? Est-ce que c'était scientifique déjà ? Est-ce qu'il y a des éléments caractéristiques de ce que c'est que faire des sciences ou pas ? » (**Pr.-Ch.**) Quelles sont les choses que l'on a admises hier matin ? (17) (**Pr.-Ch.**) Alors vous allez me dire ce que vous avez répondu à ces questions d'accord ? Et puis après, vous allez en discuter entre vous. (140)
Jeudi 10 novembre 2011-2012	Questions posées mercredi soir : « A votre avis, est-ce qu'aujourd'hui on a fait des sciences ? » (**Pr.-Ch.**) Vous m'avez dit que vous n'aviez pas fait d'expériences individuelles, en quoi est-ce important d'en faire ? (rebond, 103) Qu'en pensez-vous ? Alors y-a-t-il des sciences où l'on admet des choses et des sciences où on n'admet pas des choses ? (rebond, 145) (**Pr.-Ch.**) Aujourd'hui je voudrais que vous me disiez ce qui, pour vous, caractérise une bonne démarche d'investigation. Pour vous, quels seraient les indicateurs qu'il manque quelque chose ou qu'on pourrait faire mieux ? (210) (**Pr.-Ch.**) Alors je voudrais savoir si par rapport à ce qu'on a fait, on aurait pu rendre les choses plus scientifiques ? (828) (**Pr.-Ch.**) Alors on revient sur tout ce sur quoi vous avez réfléchi. Quel est le bloc qui vous apparait le plus scientifique et celui qui vous apparait le moins scientifique ? Expliquez pourquoi. Quels critères avez- vous utilisés ? (957)
Bilan Jeudi 10 novembre 2011-2012	(**Pr.-Ch.**) Alors je vous pose la question rituelle : est-ce que ce que l'on a fait là, c'était de la science et pourquoi, comment ? Est-ce qu'il y a pour vous des choses qui font qu'une pratique est meilleure qu'une autre et qui font finalement que quelque chose est de la science ou non ? (3)

ANNEXE 6.G.a.

Transcription de la première journée de cours massé du groupe 45

Transcription du cours du 7 novembre avec les étudiants de L2 du Parcours Sciences et culture 2011_2012 réalisé à l'IUFM de Nice, Centre Stephen Liégeard. Rappel de ce que a été fait en amont de la semaine de cours intensifs et D.I. s'appuyant sur la séquence Manchu (cf. Annexe 2.B.).

1	E. B	On a travaillé sur les ombres colorées (cf. Annexe 6.G.e.). Ensuite qu'est-ce qu'on avait fait d'autre ? *Estelle est au tableau et note les phrases.*
2	M	Comment expliquer qu'au même on n'a pas d'ombre à Assouan mais qu'on en a une à Alexandrie ?
3	E. B	D'accord, comment expliquer que quand on n'a pas d'ombre à Assouan on en a une à Alexandrie. Ensuite quoi d'autre ?
4	A	Comment expliquer ce que l'on voit sur l'écran avec trois sources lumineuses ?
5	E. B	Est-ce qu'on l'a fait ?
6	Ad	Avec des sources lumineuses colorées.
7	M	Dessinez les ombres pour avoir les deux même au sol. Euh non dessinez les rayons. Où les dessiner pour avoir les deux mêmes ombres au sol ?
8	E. B	D'accord. Donc ça c'est la démarche d'investigation qu'on a vécu ensemble.
9	E	Mariska tu peux répéter stp ?
10	M	Dessinez les rayons pour avoir les deux mêmes ombres au sol.
11	E. B	Les deux mêmes, quand vous dites mêmes…
12	M	Longueurs.
13	E.B	Les ombres de même longueur. Juste de même longueur ?
14	A	Identiques.
15	M	Oui moi j'avais écrit ça.
16	E. B	D'accord. De quoi vous souvenez encore des démarches qu'on avait vues avec les l3 ?
17	Ad	On a vécu des démarches d'investigation avec les l3 ?
18	A	Ben oui tout ce qu'on a fait à la fête de la science.
19	E. B	Alors on va faire la liste.
20	Ad	Comment rendre l'eau claire.
21	E	Ensuite ?
22	A	Comment faire du papier.
23	E. B	Comment fabriquer du papier. Ensuite ?
24	M	Les sabliers.
25	E. B	Les sabliers, est-ce que ça c'est une démarche ?
26	M	Qu'est-ce qu'un sablier ?
27	E. B	Qu'est-ce qu'un sablier ?
28	M 3'	Comment fabriquer un sablier ? Ou, non, quels paramètres faire varier pour que deux sabliers ne s'écoulent pas de la même façon ?
29	E. B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? C'est ensemble hein c'est collectif.
30	Ad	Continue il y a un moment où…
31	A	Moi je pense que c'est bien ça.
32	E. B	Pourquoi ?

33	Ad	Moi je seconde.
34	A	Non ben parce que c'est une question.
35	E. B	Alors allez y redites-la.
36	M	Quels paramètres peut on modifier euh pour que les sabliers ne s'écoulent pas de la même façon ?
37	E. B	Oui, ensuite ? Siméa, il y en avait d'autres peut être de démarches d'investigation ?
38	S	Je pensais tout pour l'ombre.
39	E.B	Vous n'en avez pas fait d'autres ? Oui Jean Luc est en train de montrer…
40	J.L	Les voitures.
41	E.B	Attends on était sur les ombres avec Siméa.
42	S	Euh avec des couleurs.
43	E	Alors les couleurs, c'est écrit au tableau hein.
44	Ad	Non.
45	E.B	Si ?
46	A	Oui mais avec trois sources lumineuses.
47	E.B	Donc, qu'est-ce que l'on voit sur l'écran avec deux sources lumineuses ?
48	S	Ah oui.
49	E.B	Qu'est-ce qu'on a vu d'autre ? Vous ne savez plus ce que vous avez fait ?!
50	S	Ah non avec la boite !
51	E.B	Ah! Avec la boite. Vous vous souvenez de la boite ? Alors vous allez me dire.
52	Ad	Euh comment se déplacent les rayons lumineux ?
53	S	C'est la question que vous avez posée Siméa ?
54	S	Euh si l'on peut voir la source lumineuse… euh si l'on voit le trou… Si nous avons trois trous sur la boite, quand je regarde dans le trou à gauche, au milieu ou à droite, est-ce que je peux voir la source lumineuse ?
55	E.B	Donc par quel trou je peux voir la source lumineuse ? Est-ce que vous en avez fait d'autres que celles qui sont écrites au tableau ? Vous n'avez pas travaillé sur la taille de l'ombre ?
56	S	Ah oui.
57	E.B	Comment faire varier...
58	S	Plus grande ombre.
59	E.B 6'	Voilà. Comment faire varier la taille d'une ombre ? Ensuite, quoi d'autre ? Donc Adrien a déjà dit ce qu'il avait fait. Vous l'avez dit aussi ?
60	A	C'était le papier.
61	E.B	Alors Camille ?
62	C	Qu'est-ce que la densité ?
63	P	Comment peut on prouver que l'air ce n'est pas rien ?
64	E.B	D'accord, comment montrer que l'air existe ?
65	M	Moi je l'ai dit, c'était les sablier.
66	E.B	D'accord. Il en reste encore un ou pas ? On a tout là ? Non il en manque un. Il y avait sept manipulations en tout.
67	M	Les voitures ?
68	E.B	Et ben oui.
69	E	Comment faire avancer un objet avec de l'air ?
70	E.B	Allezy. Jean Luc qu'est-ce que vous aviez fait ?
71	J.L	Sur l'électricité ?
72	E.B	Oui. Est-ce que c'était une démarche d'investigation ? Comment allumer le nez de l'ours ?
73	J.L	Oui.

74	E.B	C'est bon ? Est-ce qu'on en a oublié ?
75	M	Plouf.
76	E.B	Plouf, ah oui vous avez fait Plouf.
77	M	Et l'écrase biscottes.
78	E.B	Et l'écrase biscottes.
79	Ad	L'écrase biscotte c'est après les voitures.
80	E.B	Les voitures c'est-ce qu'on est en train d'écrire. Jean-Luc tu voulais dire quelque chose ?
81	J.L	Non non.
82	E.B	Il y a peut être aussi comment construire une voiture.
83	J.L	Oui.
84	E.B	Donc Plouf c'était quoi ? Comment on peut appeler ça ? Qu'est-ce que vous avez fait quand vous avez travaillé sur Plouf ?
85	M	On travaillait sur les poids.
86	E.B	Oui.
87	M	Les plus lourds, les plus légers.
88	E.B	Et vous avez lancé comment ? Comment vous avez lancé la situation sur Plouf ?
89	A	Est-ce que ce qu'il y a dans le livre est réel ? Enfin est-ce que l'histoire est vraie ?
90	E.B	Est-ce que l'histoire est possible plutôt. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Maintenant l'écrase-biscottes ?
91	Ad 9'	Comment casser une biscotte avec de l'eau ?
92	E.B	Comment casser une biscotte avec de l'eau. Vous avez fait d'autres choses aussi avec les petits pendant le weekend ?
93	P	Euh oui les tapis.
94	E.B	Les tapis ?
95	P	Les sens, avec le toucher avec les petits…
96	M	Avec les petits jeux.
97	E.B	Avec les petits jeux oui. Donc comment vous avez posé la question aux petits ? Est-ce que c'est pareil ou pas ?
98	M	Commet replacer les pions à l'aide du toucher ?
99	E.B	D'accord. Alors il faut que tout le monde parle hein ! Il n'y en a pas que deux. Vous êtes 7.
100	Ad	C'est J.L qui m'intimide ! Ahahah
101	E.B	Justement J.L pour la suite je vais lui demander de pas parler. Non, j'aimerais bien que tu notes ce qu'il se passe parce que les questions que je vais leur poser ce sont des questions où toi tu vas forcément répondre différemment parce que tu as plus d'expérience qu'eux. Voilà, donc je vais les laisser répondre et toi mettre des commentaires sur ça et ensuite par contre je t'interrogerai tout seul.
102		*Rires généraux.*
103	12'	C'est bon ? Vous pouvez retourner à votre place (Estelle). Merci beaucoup. Alors je voulais qu'on les écrive toutes pour répondre aux questions que je vais vous poser. Alors vous êtes prêts? Là vous avez fait une liste ensemble de ce que vous pensez être une démarche d'investigation. Alors la question que je vous pose maintenant, pour vous....
104	C	Qu'est qu'une démarche d'investigation ?
105	E.B	Bravo ! Vous pouvez poser la question pour tout le monde ?
106	Ad	Ben vu que tu l'as trouvée tu réponds toute seule.
107	C	Alors, qu'est-ce qu'une démarche d'investigation ?
108	E.B	Voilà, qu'est-ce que c'est pour vous la démarche d'investigation ?
109	A	C'est amener les élèves à réfléchir sur le sujet.

110	Ad	On le fait chacun ?
111	E.B	Non là c'est ouvert, c'est une discussion.
112	P	Vous pouvez expliquer ce que cela veut dire parce que je ne comprends pas les paroles. Une quoi ?
113	E.B	Une démarche d'investigation. Ce que l'on a fait et que vous avez appelé démarche d'investigation qu'est-ce que c'est pour vous ? Qu'est-ce qu'on a fait ensemble ? Et quelles sont les caractéristiques de la démarche d'investigation?
114	A	Les laisser réfléchir sur un sujet et que les enfants mettent en place des expériences. Qu'ils se posent des questions entre eux et qu'ils essayent d'y répondre avec des expériences qu'ils mettent eux en place.
115	M	On commence déjà par poser une question.
116	E.B	Alors vous me dites laisser réfléchir les enfants et là vous dites on commence par poser une question. Qu'est-ce que vous en pensez ?
117	A	Ben on lance le sujet mais après ils peuvent trouver eux la question. Enfin ils vont poser eux le problème.
118	Ad	Siméa t'en pense quoi ?
119	S	Je ne comprends rien. J'écoute seulement.
120	E.B	Patrizia est-ce que vous comprenez ce qu'on est en train de faire ? Qu'est-ce que vous en pensez de ce qu'elle vient de dire ?
121	P	Si je me souviens bien j'ai toujours posé une question puis si ils posaient une question je reformulais mais sans jamais donner de réponse. Je trouve que c'est le plus important de ne pas donner de réponse et de les laisser chercher les réponses.
122	E.B	Bien qu'est-ce que vous en pensez ?
123	C	Non c'est bien. On introduit le sujet, après les enfants peuvent se poser des questions. Je veux dire avec l'expérience, ils arrivent à y répondre, ils vont faire des expériences.
124	E.B 15'	Donc c'est par des expériences… Adrien parlait de "empirique".
125	Ad	Oui parce que c'est bien comme mot.
126	E.B	Ca veut dire quoi empirique ?
127	Ad	Ben c'est par l'expérience.
128	E.B	Vous êtes d'accord avec ça ? Expliquez le mot empirique.
129	Ad	Empirique c'est faire des expériences. En fait quand tu testes de façon empirique c'est quand tu commences ta démarche, tu réponds par plusieurs expériences, tu réponds de manière empirique. C'est ça non ?
130	E.B	Ah moi je ne réponds pas à cette question pour le moment. Alors là effectivement jusqu'à la fin de la semaine le jeu ça va être ça. Mon travail, mon idée c'est de voir comment vous allez évoluer par rapport à vos représentations. Donc ne comptez pas sur moi pour vous dire quoi que ce soit. Par contre tout à la fin de la semaine on fera un grand bilan.
131	A	Donc ce n'est pas important de retenir des choses ?
132	E.B	Si c'est important de retenir tout ça parce qu'après on en reparlera.
133	A	Mais si c'est faux ?
134	E.B	Ce n'est pas grave. Est-ce que là pour le moment certains ont l'impression d'avoir entendu des choses avec lesquelles ils sont en désaccord ? Si vous êtes en désaccord avec quelque chose qui est formulé, évidemment la réaction c'est de dire je ne suis pas d'accord parce que... Vous êtes suffisamment grands et en petit groupe pour que ça se fasse facilement. Donc on reprend, vous avez parlé de l'idée qu'il fallait une question, vous avez dit qu'il fallait que les enfants soient en recherche. Vous avez dit qu'il ne fallait pas donner les réponses, vous avez dit qu'il fallait...
135	A	Qu'ils formulent des hypothèses.
136	E.B	Formuler des hypothèses. Vous avez parlé de faire des expériences. Donc que la réponse se faisait…
137	A	De manière empirique.
138	E.B	Par l'expérimentation ça me va très bien.
139	Ad	Et c'est là que de manière empirique ça veut dire sans expérience !

140	E.B	Est-ce qu'il y a d'autres choses qui, pour vous, font qu'une chose est une démarche d'investigation ?
141	A	Que les élèves participent.
142	Ad	Qu'il y ait une investigation à faire.
143	M	Qu'ils investiguent.
144	E.B	Investir ou investiguer ?
145	A	Investiguer.
146	E.B	Investiguer ça n'existe pas en français. Qu'il y ait une investigation, qu'est-ce qu'on met derrière ce mot en français ?
147	A	Recherche.
148	M	Moi j'aurai dit s'investir, vraiment participer au projet.
149	E.B	D'accord. Je vous trouve très silencieuse.
150	E	Euh je ne sais pas.
151	E.B 18'	On en reste là pour le moment ? Mais c'est génial parce qu'il y a J.L. qui prend tout en note. Alors du coup question suivante: est-ce que, vu que vous m'avez défini comme ça une démarche d'investigation, est-ce que ce qu'on a écrit au tableau ce sont des démarches d'investigation ? Dans le sens que vous venez de définir. Et est-ce que pour vous il y en a certaines qui seraient par exemple plus scientifiques que d'autres ?
152	A	mais c'est tout ce qui suit aussi.
153	E.B	Est-ce que ce qu'il y a d'écrit au tableau, ce sont des démarches d'investigation ?
154	A	C'est juste le début.
155	E.B	Ce sont les débuts de démarches d'investigation oui. Est-ce que vous considérez que tout ce qui a été écrit au tableau correspond à des démarches d'investigation ?
156	A	Dessiner les rayons pour avoir deux ombres de la même longueur peut être pas.
157	Ad	Il n'y a pas de point d'interrogation c'est pas ça ! Ahah
158	E.B	Donc il faut qu'il y ait un point d'interrogation pour qu'il y ait démarche d'investigation ?
159	A	Non mais c'est parce que là ça fait plus, il faut faire quelque chose.
160	M	Replacez les pions à l'aide du toucher c'est un peu moins scientifique que "Qu'est-ce qu'une ombre ?".
161	E.B	Alors pourquoi ? Donc on se pose la question de savoir si il y a des démarches d'investigation plus scientifiques que d'autres. Donc vous me dites que "reconnaitre les pions à l'aide du toucher" c'est moins scientifique que la suite ?
162	A	Ils n'ont pas eu à chercher de solution. Enfin il n'y a pas de question, il n'y a pas de problème.
163	E.B	Et si il n'y a pas de problème ? Il y a eu un problème, le problème c'était, j'ai des choses que je ne vois pas d'un coté et j'ai un truc que je sens de l'autre et il faut que je trouve lequel correspond auquel.
164	A	Oui mais il n'y a pas… Enfin je ne sais pas. Ils n'ont pas du trouver une expérience.
165	E.B	Est-ce que 'il n'y a pas une expérience ?
166	Ad	Si il y a une expérience, d'un coté c'était toucher les deux trucs. C'est moins complexe que "qu'est-ce qu'une ombre ?". Mais en même temps ça ne touchait pas le même public.
167	E.B	Alors est-ce que la scientificité est liée à l'âge ?
168	Ad	Ben le niveau de scientificité.
169	E.B	Est-ce que ça vous a laissé le temps de réfléchir à ce que vous vouliez dire ?
170	M	Oui, en fait j'aurai dit que non ce n'est pas scientifique parce que ça vient d'un sens mais, si on étudiait l'œil, enfin la vue, qui est un autre sens, cela peut être très scientifique. Expliquer comment on voit les choses et tout, donc le toucher, c'est pareil, sauf que c'est plus simple que d'expliquer la vision.
171	E.B 21'	Alors pour vous, expliquer la vision c'est faire des sciences ? Expliquer comment on voit les choses c'est faire des sciences ?
172	M	Pourquoi on voit les choses comme ça, pourquoi de cette couleur… c'est des sciences. Et le toucher ça ne me parait pas être des sciences mais c'est aussi un sens donc si la vision c'est scientifique, le

		toucher aussi. J'ai pensé à tout ça pendant que vous parliez.
173	P	Oui mais on n'a pas demandé pourquoi ils sont capables de le faire on avait demandé de le faire.
174	Ad	Oui voilà on a présenté ça plutôt comme un jeu que comme une démarche d'investigation.
175	P	On n'a pas cherché pourquoi on le sent comme ça. Ce n'était pas la question.
176	E.B	Et c'est plus scientifique si on cherche le pourquoi ?
177	P	Oui.
178	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
179	A	Tout à fait d'accord.
180	E.B	Donc c'est plus scientifique si on cherche le pourquoi.
181	A	Oui parce que là on leur a dit de faire ça. On a dit de piocher les trucs et en touchant vous allez les replacer.
182	Ad	Oui mais même si tu ne leur a pas dit ça, même en tournant la phrase sur "comment tu peux faire pour replacer les pions sans les voir ?", ils seraient arrivé à te dire bon ben voilà c'est par rapport au toucher. Il aurait mis sa main dedans et il aurait vu que c'était une expérience du toucher. Moi je continue à dire que c'est scientifique mais ce n'est pas... Là on ne te demande pas ce que tu as fait et ce que tu n'as pas fait.
183	A	Ben si.
184	Ad	Non, si c'est une démarche scientifique ou pas.
185	A	Oui mais tout ça c'est ce qu'on a fait.
186	Ad	Oui.
187	A	Mais nous on ne l'a pas fait en démarche scientifique.
188	Ad	Oui mais d'un coté ça peut l'être.
189	E.B	Alors, du coup qu'est-ce qui peut rendre quelque chose que vous pensez ne pas être satisfaisant d'un point de vue scientifique, qu'est-ce qui peut le rendre plus scientifique ?
190	Ad	Ben il ne faut pas leur dire de toucher. Il faut leur demander comment on replace les pions alors qu'on ne peut pas les voir.
191	E.B	Et si ils répondent qu'ils doivent utiliser le toucher pour vous c'est plus scientifique que si vous leur demandez en touchant…
192	Ad	Ben il a tenté, il a fait une expérience de toucher et tout ça.
193	E.B	J'entends le mot expérience, est-ce que pour vous il faut forcément qu'il y ait une expérience pour que ça soit scientifique ?
194	Ad	Non mais il a du essayer.
195	E.B	Bon je vais prendre les choses par un autre bout. Euh, il y a des démarches d'investigation que les l3 vous on fait vivre et qu'ensuite vous avez fait vivre aux enfants. Oui, on est d'accord avec ça ?
196	24'	Est-ce que vous voyez, pour vous, une différence en terme de sciences, est-ce qu'il y a une approche un peu plus scientifique que l'autre, quand le 3 a fait quelque chose et quand vous avez fait quelque chose ? Est-ce que la façon dont il a fait, lui, les choses et la façon dont vous avez fait, vous, avec les enfants, est-ce qu'il y a des différences significatives qui faisaient qu'une démarche était plus scientifique qu'un autre ?
197	Ad	Dans ce qu'on a fait nous par rapport à ce qu'ils ont fait eux ?
198	E.B	Oui.
199	A	Ben ce n'était pas le même public.
200	E.B	Donc est-ce que ça change le fait que ça soit plus scientifique ou non ?
201	E	Non on a fait toujours la même chose que ça soit adressé à des grands ou à des enfants.
202	C	C'est juste peut être le vocabulaire.
203	E.B	Alors maintenant, une question où je vais vous laisser vraiment vous poser un peu, afin de dire ce que vous en pensez. Euh, vous avez fait vivre des démarches d'investigation à pas mal de gamins donc vous l'avez fait plusieurs fois. Vous l'avez fait aussi pendant la semaine avec des scolaires et pendant le weekend avec un public mélangé de papa, maman, petits, grand papa. Je voudrais savoir si pour vous il y a des moments, on va dire des mises en œuvres qui sont plus scientifiques

		que d'autres par rapport à ce que vous avez vécu. Et essayez d'expliquer pourquoi. Je vous laisse réfléchir chacun... et revenir après 15 jours sur ce que vous avez fait pour essayer de me dire s'il y avait des mises en œuvres qui pour vous étaient plus scientifiques que d'autres. Et qu'est-ce qui fait euh, qu'est-ce qui joue là dessus, qu'est-ce que vous identifiez ?
204	26'37 à 27'42	*Tout le monde réfléchi en silence.*
205	Ad	Ben non c'était pas plus scientifique que… Il n'y a pas eu de moment où c'était plus scientifique qu'un autre.
206	E.B	Vous avez fait toujours exactement la même chose ?
207	Ad	On n'a pas fait toujours… Enfin on a fait toujours la même chose mais amené de façon forcément différente en fonction de l'âge des enfants. Mais le résultat à la fin c'était toujours le même.
208	E.B	C'est-à-dire ?
209	Ad	Ben c'est-à-dire que l'eau était claire.
210	E.B	Oui.
211	Ad	Donc oui il y a eu des démarches plus adaptées que d'autres mais il n'y a pas eu…
212	E.B	Qu'est-ce que vous voulez dire par plus adaptées ?
213	Ad	Ben au début on trouve pas trop comment enchainer sur une partie. Puis après on trouve une aisance et une explication, une adaptation aux âges qui est beaucoup plus simple. Mais après, le résultat il reste le même, et les questions globalement elles restent les mêmes. Enfin, pour ma part ça ne peut pas être plus ou moins scientifique.
214	E.B	Ok.
215	M	Euh moi pour l'histoire des sabliers, à la fin quand on avait le temps, on leur posait la question avec l'eau. Qu'est-ce qu'il se passait ? Et je trouve qu'on allait encore plus loin parce que c'était facile les sabliers, s'il y avait des grands ils comprenaient tout de suite le principe, les trois paramètres à modifier et tout ça. Puis quand on leur demandait pour l'eau ils se trompaient forcément. Ils disaient toujours que l'eau allait plus vite parce qu'ils pensaient à la taille du grain donc l'eau ils disaient tout le temps ben c'est l'eau qui va s'écouler en premier. Alors après il fallait leur expliquer le principe de l'air, de percer un trou... Et je trouvais que ça poussait encore plus l'expérience dans la science.
216	E.B	Donc c'était plus scientifique pour quelle raison ?
217	M	Ben parce que. Non en fait c'était pas plus scientifique c'est juste qu'on partait sur un autre sujet qui était aussi de la science et qui ne faisait pas forcément parti de l'expérience à la base. Expliquer qu'il y avait de l'air et tout ça ce n'est pas notre sujet. Mais en fait non ce n'était pas plus scientifique.
218	E.B 30'	Je pose des questions hein. Je titille.
219	E	Non moi je n'ai pas trouvé qu'il y avait des moments plus…
220	E.B	Vous travailliez sur quoi ?
221	E	Les voitures. Je n'ai pas trouvé qu'il y avait des moments où c'était plus scientifique que d'autres. Même sur les enfants, je n'ai pas trouvé qu'il y avait une différence, si il y avait des moments plus scientifiques que d'autres.
222	E.B	Ok. Patrizia ?
223	P	Moi parfois j'ai plus insisté sur le pourquoi, sur les réponses.
224	E.B	Vous, vous travailliez sur quoi ?
225	P	Sur l'air. Parfois j'ai juste laissé jouer un peu les petits surtout le weekend. Mais avec les élèves j'ai vraiment insisté pour avoir une réponse. Pourquoi c'est comme ça ? Pourquoi le mouchoir reste sec ? Et avec les petits parfois c'était déjà un effort d'avoir vu que ça restait sec mais pourquoi... Pfiou parfois j'ai pas trop insisté. Et je trouve que ça c'était moins scientifique.
226	E.B	Donc essayer de formuler une explication, d'expliquer les choses…
227	P	Une explication générale.
228	E.B	Vous pensez à quoi quand vous dites une explication générale ?
229	P	Ben je trouve que ça c'est plutôt scientifique qu'on essaye de trouver quelque chose qui est toujours

		comme ça… Euh…
230	E.B	Vous pouvez donner un exemple si vous voulez.
231	P	On peut faire avec l'air dans le pot. Le mouchoir reste sec mais ça veut dire aussi alors que je peux mettre une boite sur ma tête et aller sous l'eau et je peux souffler parce que j'ai de l'air. C'est le fait de trouver une solution et de voir que c'est valable pour plusieurs situations dans la vie. C'est généralisé un peu. Je sais pas si vous comprenez.
232	E.B	Oui, oui je comprends. Camille ?
233	C	Moi je n'ai pas trouvé vraiment de différence quand j'étais avec les élèves entre les expériences vu que c'était à chaque fois…
234	E.B	Vous, vous travailliez sur, rappelez moi ?
235	C 33'	La densité. Donc c'était à chaque fois la même expérience, le même vocabulaire mais quand il y a eu des plus grands, il y a des personnes de seconde-première qui sont venu la voir, ils ont commencé à voir la notion avec la masse et là on est rentré plus dans le scientifique avec... que ils me disaient aussi que à la surface de la main, par rapport à la surface de la main ça changeait donc je trouve que ça rentrait plus dans le scientifique parce qu'on entrait dans une nouvelle notion je veux dire.
236	E.B	Est-ce que là vous travailliez sur la densité quand ils vous parlaient de ça ?
237	C	Non on s'écartait de la densité.
238	E.B	Et donc là, si j'essaye d'interpréter, ils essayaient d'aller au delà de la question de savoir lequel était le plus lourd, pour essayer de comprendre pourquoi on ne recevait pas les mêmes sensations avec une main et l'autre.
239	C	Voilà.
240	E.B	Donc essayer de comprendre au-delà de…
241	C	De l'expérience.
242	E.B	Et vous ?
243	A	Peut être que c'était plus scientifique quand les classes venaient parce qu'ils venaient tous en groupe et on pouvait vraiment partir depuis le début et réfléchir…
244	E.B	Vous c'était sur quoi ?
245	A	Le papier. Donc on partait vraiment de déchirer le papier donc ils faisaient d'abord une observation et après ils ont fait eux même ce qu'ils pouvaient faire avec les trucs. Alors que quand ils arrivaient tous un par un ben, il y en a qui venaient plus faire du papier, on leur expliquait vite fait mais ils réfléchissaient moins c'est plus nous qui leur donnions la réponse.
246	E.B	Et vous ?
247	S	Euh moi c'était la différence entre les âges et les tailles des groupes. Moi je trouve que c'était plus scientifique quand je dois expliquer les choses et laisser les enfants… Je pense qu'ils comprennent mieux quand ils sont en petit groupe. Avec les grands groupes ils vont seulement jouer un peu avec les choses. Et les plus grands comprennent plus. Donc je pense que c'est plus scientifique parce que pour les petits je pense que c'était beaucoup trop difficile.
248	E.B 36'	Alors ce que vous voulez me dire c'est que c'était plus scientifique quand on comprend que quand on ne comprend pas c'est ça ?
249	S	S'il comprend oui.
250	E.B	Est-ce que c'est plus scientifique quand vous expliquer que quand vous n'expliquez pas ?
251	S	Avec les petits groupes je peux plus expliquer, les enfants demandent des choses et je peux parler avec eux alors que si le groupe était grand je ne peux pas parler avec les enfants. Et je pense que c'était moins scientifique.
252	E.B	D'accord. Vous avez entendu un peu les différentes réactions des uns et des autres, je vais continuer par une question plus ennuyeuse. Vous avez fait des investigations totalement différentes, je pense aux voitures, au papier, à la densité, à l'air c'est carrément différent. Est-ce que pour vous il y a des démarches d'investigation, parmi celles là, qui sont plus scientifiques que d'autres ?
253	A	L'air et la densité.
254	E.B	C'est plus scientifique que quoi par exemple ?
255	A	Que le papier.
256	E.B	Pourquoi ? Est-ce que les autres sont d'accord déjà ?

257	M	Oui.
258	A	Parce qu'il y avait plus de choses à expliquer. Par exemple expliquer comment on se sert d'un tamis ça ne faisait pas trop scientifique. Je trouvais que ce n'était que le début qui était scientifique.
259	E.B	Que le début c'est-à-dire ?
260	A	Ben pour trouver les fibres et tout.
261	M	Il y a peut être plus de vocabulaire scientifique dans la densité que dans le papier.
262	A	Oui ça je suis d'accord.
263	E.B	Donc c'est plus scientifique parce qu'il y a plus de vocabulaire scientifique ?
264	M	Oui.
265	E.B	Adrien ?
266	Ad	Euh la démarche la plus scientifique à mon avis ça reste l'air ou les ombres parce qu'on les place vraiment face à une situation où il ne comprennent pas vraiment ce qu'il se passe et où à force d'essayer et de poser des questions ils arrivent à une réponse concrète et ils retiennent à peu près.
267	E.B	Ce qui m'intéresse dans ce que vous avez dit c'est que vous m'avez dit que dans l'ombre et l'air c'était plus scientifique parce qu'ils ne comprenaient pas ce qu'il se passait.
268	Ad 39'	C'est ça ils sont posé devant une situation où ils se disent…
269	A	Oui ils observent quelque chose et…
270	Ad	Parce que pour faire du papier, il y avait tout le matériel qui était apporté donc c'est déjà plus facile de faire les liens, rendre l'eau claire c'est pareil, on avait déjà tout sur la table donc pareil les liens c'est beaucoup plus simple à faire. Les petites voitures, ben il y avait tout le matériel. Alors que l'air, ils ont un pot de yaourt et un mouchoir quoi. Donc ils se retrouvent vraiment à toucher, à se poser des questions et à découvrir des choses. Et puis il y a plus d'hypothèses possibles dans l'air et dans l'ombre que dans le reste.
271	E.B	C'est-à-dire d'idées possibles pour expliquer les choses ?
272	Ad	Ben par exemple rien que pour garder le mouchoir au sec il y a 4 façons différentes. Donc il y a plusieurs réflexions. Déjà, c'est plus ludique et il y a plus d'expérimentations possibles et il y a vraiment une démarche qui peut se faire avec les deux animateurs.
273	E.B	Donc vous êtes sur l'idée de plusieurs possibilités. Euh, je repense à ce que vous faisiez sur le sablier. Est-ce que pour vous c'est, il y avait pas mal de possibilités aussi sur le sablier, par exemple il y avait la taille des trous, la taille des grains. Est-ce qu'elles sont aussi scientifiques l'une que l'autre ces démarches sur le sablier et l'air ? Vous nous avez parlé d'air et ombre mais vous ne nous avez pas parlé de sablier donc est-ce que...
274	Ad	Non c'est parce que j'ai oublié. Mais les sabliers c'est entre les deux.
275	E.B	Alors pourquoi ?
276	Ad	Parce qu'il y a tout le matériel sur la table aussi, donc le lien entre petit trou, gros trou, petits grains, gros grains, il est assez simple à faire. En fait c'est dès qu'on arrive qu'on voit ce qu'il y a sur la table, on sait à peu près ce qu'on va faire alors que l'air c'est... voilà quoi, il y a le pot de yaourt "la laitière" et le papier.
277	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
278	M	Ben moi je ne pense pas qu'ils savent directement ce qu'on va faire en voyant la matériel parce qu'à chaque fois ils venaient et ils croyaient qu'ils allaient construire un sablier et qu'ils l'emporteraient chez eux. Alors je leur expliquais, je leur posais la question sur les paramètres à modifier et, en fait, ils étaient contents de chercher et ils ne se doutaient pas que c'était cette question en fait.
279	Ad	Non mais oui. Moi je dis ça d'un point de vue extérieur.
280	E.B	Tout est recevable c'est ça le jeu. Est-ce qu'il y a des choses à ajouter ?
281	Ad	Non.
282	E.B 42'	Ah oui, j'ai encore deux trois autres questions et puis après on va passer à la suite. Alors une question personnelle, mais pas trop. Est-ce que ce qu'on a fait au début de l'année a changé ou pas votre idée de ce que c'était que la science ?
283	M	Oui.
284	E.B	Je vous laisse tous réfléchir trente secondes et puis ensuite je vous laisse exprimer et dire ce que

		vous en pensez.
285	Ad	Est-ce que ça a changé notre regard par rapport à la science ?
286	E.B	A ce que c'est que la science.
287	Ad	D'accord. Notre vision, notre représentation de la science. E.B. : Je vais écouter ce que vous avez à dire spontanément.
288	M	Oui ça a changé de point de vue parce que pour moi avant la science je pensais à des molécules alors qu'en fait il n'y a pas besoin d'aller aussi loin. Expliquer ce qu'est une ombre c'est tout simple mais c'est scientifique.
289	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
290	Ad	Ben moi non ça n'a pas des masses changé.
291	E.B	Qu'est-ce que c'était pour vous avant ?
292	Ad	Non mais je comprends ce qu'elle veut dire par les molécules parce que avant c'était la physique chimie donc j'en ai eu ma claque et ce que c'est une ombre, tu verras au second semestre ! Ah ah Non mais en fait le problème de la science, c'est que c'est toujours pareil, c'est toujours l'histoire de l'œuf et de la poule, enfin qu'est-ce que la science...
293	Ad	Non mais en fait le problème de la science c'est que c'est toujours pareil, c'est toujours l'histoire de l'œuf et de la poule, enfin qu'est-ce que la science et qu'est-ce qu'un scientifique, c'est quelqu'un qui fait de la science…
294	E.B	Est-ce qu'on peut aller au delà de ça ?
295	Ad	Ben pour le moment non je suis toujours incapable de répondre à ce que c'est la science. Ca a changé le rapport hypothèse protocole peut être oui, le regard expérimental.
296	E.B	C'est-à-dire ?
297	Ad	Ben dans une filière normale le protocole est déjà tout fait alors que là on se retrouve à chercher notre propre protocole et compagnie.
298	E.B	Donc là vous vous retrouvez à faire votre propre protocole oui.
299	Ad	Ben en fait la démarche scientifique on la fait pas vraiment, on la fait un peu en Terminale mais on ne touche pas vraiment à la démarche scientifique dans d'autres parcours.
300	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? Vous êtes d'accord avec lui ? Ce qui veut dire que pour vous il y a une différence entre ce qu'on fait là et ce qu'on fait dans un cours de la fac. La fac c'est simplement des cours frontaux ?
301	Ad	Je n'ai pas compris ce que vous avez dit.
302	E.B	Je suis désolée je suis en train de préparer la suite en même temps. Ce que vous êtes en train de me dire c'est qu'à la fac on ne vous laisse pas faire…
303	Ad	On ne nous laisse pas chercher.
304	E.B	On ne vous laisse pas chercher.
305	Ad	On n'est pas 7 non plus.
306	E.B	On n'est pas sept mais on peut le faire a trente aussi hein.
307	Ad	Oui on peut le faire à trente mais le problème il est toujours, là c'est une question de programme. Quand on fait de la physique, le rôle du prof ce n'est pas de nous faire "bon on va faire un cours sur l'ombre, selon vous qu'est-ce que l'ombre ?" en plein milieu de l'amphi.
308	A	Certaines choses c'est un peu dur de les déterminer par nous-mêmes.
309	E.B	Mais est-ce que c'est mieux ?
310	A	Non mais il y a certaines choses qu'on ne peut pas.
311	E.B	Pour cause de matériel essentiellement vous pensez ?
312	A	Oui le matériel et si il y a des choses plus compliquées.
313	E.B	Vous pensez à quoi ?
314	A	Tous les trucs qu'on fait même quand on nous explique, des fois on ne comprend pas. Donc peut être qu'on comprendrait mieux si on les cherche nous-mêmes, je sais pas.
315	E.B	Est-ce que si on ne comprend pas les choses… Oui ok. C'est un peu la question. La question c'était, est-ce que ça a changé votre vision sur la science ? Vous m'avez dit quoi ? Que ça avait changé

		pourquoi ?
316	M	Ben c'est plus simple que ce que je pensais. Avant je pensais aux molécules tout ça.
317	E.B 3'	On peut faire des choses plus simples que les molécules c'est ça ?
318	M	Oui.
319	E.B	Et vous ?
320	E	Non moi non parce que pour moi la science c'était partir sur des questions et des problèmes et les résoudre par des expériences. Et au final c'est un peu ce que j'ai ressenti pour la fête de la science. C'est-à-dire qu'on a posé une question aux enfants et en expérimentant et testant on les a emmenés à résoudre le problème.
321	E.B	Patrizia ? Est-ce que vous venez d'une filière scientifique ?
322	P	Non.
323	E.B	Alors est-ce que ce qu'on a fait a changé votre idée de ce qu'était la science ?
324	P	Non pour moi c'est ça la science.
325	E.B	C'est-à-dire ?
326	P	Comme Estelle a dit, c'est se poser des questions et trouver des réponses et généraliser. Pour moi c'est toujours un peu l'aspect de la généralisation. Et je trouve qu'on a fait ça.
327	E.B	Camille ?
328	C	Ben moi je ne trouve pas que ça a changé ma vision de la science parce que ce qu'on fait c'est une autre méthode. En fait par exemple dans les cours magistraux on pose une question et ce sont les profs qui répondent mais ici c'est nous qui devons chercher, je veux dire c'est nous qui devons chercher en fait.
329	E.B	Et est-ce qu'il y a une approche plus scientifique qu'une autre ? Entre le cours magistral et la démarche d'investigation qu'on fait ensemble ?
330	C	Ben dans les cours magistraux après on peut se poser des questions sur le cours qu'on a eu et là on rentre dans une démarche scientifique aussi. Alors qu'ici on a le temps de se poser des questions et d'y répondre, dans les cours c'est comme ça et pas autrement.
331	E.B	Aurélie est-ce que pour vous quelque chose a changé ?
332	A 6'	Euh j'avais déjà cette idée qu'on pouvait faire passer la science aux petits par des expériences comme ça mais c'est une autre approche. Enfin en cours on peut moins euh, il y a certaines choses qu'on nous dit c'est ça on ne peut pas le démontrer donc…
333	E.B	Pour vous est-ce qu'il y a une démarche plus scientifique que l'autre ?
334	A	Oui ce qu'on fait là.
335	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? Est-ce que ce qu'on fait est plus scientifique qu'un cours magistral ?
336	Ad	Ben la démarche d'investigation c'est euh, c'était quoi votre question ?
337	E.B	La question c'est, est-ce que pour vous suivre un cours de science magistral a la même scientificité que suivre un cours où vous vivez des démarches d'investigation ?
338	Ad	Ben non. Parce que le cours magistral c'est magistral, il y a quasiment tout qui est admis et même quand ce n'est pas admis ils nous mettent un théorème au tableau et voila. Alors que là, en démarche d'investigation c'est nous qui cherchons.
339	E.B	Ok donc avant dernière question. On tourne autour de la même chose, vous allez aller vite, je la pose juste histoire de l'avoir dans la boîte, c'est tout. Est-ce qu'on fait des sciences quand on fait de la démarche d'investigation ?
340	A	Ben oui.
341	M	Oui.
342	Ad	Je ne sais pas. Qu'est-ce que la science ? Ahah
343	E.B	Oui ça c'est la dernière question. Ceux qui m'ont répondu oui à est-ce qu'on fait des sciences quand on fait de la démarche d'investigation, pourquoi ?
344	A	Ben parce que on a des questions et on y répond par des expériences. Enfin après peut être que ce n'est pas une bonne définition de la science hein ! Pour ma science oui.

345	E.B 9'	Vous voulez ajouter des choses ? Allez la dernière du coup. Qu'est-ce qui vous permet de dire si ce que vous faites est de la science ou pas ? Vous allez réfléchir sur ce qui vous aide, vous, à décider si ce que vous faites c'est de la science ou non. Je vous laisse réfléchir trente secondes. Tout ça, on reviendra dessus, et puis l'idée c'est qu'au bout des heures de cours qu'on va avoir ensemble cela va évoluer pour vous. Comment vous savez si ce que vous faites c'est des sciences ou pas ? Alors qui veut bien se lancer ?
346	A	Ben il faut des expériences.
347	E.B	D'accord alors pour vous un critère pour savoir si ce que vous faites c'est des sciences c'est des expériences.
348	A	Expériences, hypothèses, problématique…
349	Ad	Dans ce cas là est-ce que faire de la cuisine c'est de la science ?
350	E.B	Et qu'est-ce qui fait que faire de la cuisine ce n'est pas de la science ?
351	P	Si tu te pose une question, si tu aimerais faire du beurre, tu ne sais pas comment, mais tu sais que le beurre c'est fait avec du lait alors peut être que tu as une idée et puis tu essayes et puis tu fais des sciences.
352	E.B	Alors comment vous savez si ce que vous faites c'est de la science ? Est-ce que vous vous êtes déjà posé cette question ?
353	Ad	Oui une fois et puis au bout de 20 minutes de prise de tête je me suis arrêté. Ah ah
354	E.B	Vous êtes sérieux ou pas ?
355	Ad	Non mais oui c'est la question de l'humanité dont tout le monde se fiche. Enfin je veux dire personne ne sait ce que c'est mais tout le monde en fait.
356	E.B	Est-ce que tout le monde en fait ?
357	Ad	Ben après ça dépend de ce qu'on considère comme étant de la science.
358	C	Euh dans une classe primaire on voit les maths, le français et les sciences. Je veux dire les sciences ça comprend svt, physique, on nous apprend ça depuis qu'on est petit donc je veux dire on ne se pose plus la question, on sait que c'est la svt et la physique qui sont les deux matières scientifiques.
359	E.B	Oui ca revient un peu à ce que disait Adrien tout à l'heure.
360	A	Les maths aussi.
361	Ad	Oui mais après on t'apprend qu'il y a les sciences humaines.
362	E.B	Est-ce que c'est les mêmes ?
363	Ad	Ben non. Apres est-ce qu'on généralise sur les sciences globales…
364	E.B	Si vous me dites que des sciences c'est faire des expériences, est-ce qu'on fait des expériences en sciences humaines ?
365	Ad 12'	Ben oui. Ben en ethnologie on prend un sujet A qu'on place dans un milieu B et on regarde ce qu'il se passe.
366	E.B	Est-ce qu'on fait des expériences quand on fait de l'astronomie ?
367	A	Non mais on fait des observations.
368	M	On observe.
369	Ad	Et puis après on fait des schémas, des représentations et des maquettes. Et on essaye de savoir si l'astéroïde B bouge trop vers A, si il y a une collision ou non.
370	E.B	Bon cela nous fait une belle transition on va s'arrêter là pour aujourd'hui. Donc maintenant je vous amène sur la lune.
371		*Le poster avec la lune dans un tableau est affiché.*
372		Je vais vous demander de garder ça en tâche de fond, cette réflexion en tête sur ce qu'on a fait.
373	Ad	Et donc c'est quoi la science alors ? Parce que là vous êtes en train de changer de sujet.
374	E.B	Ca c'est la suite au prochain épisode. Ca sera la suite, à la fin. L'idée c'est que tout ce qu'on va vivre, on va le regarder à travers ce regard là. Est-ce que ce qu'on fait semble est de la science ou pas et pourquoi ? Ce sont des questions qui vont venir, ce sera comme un petit rituel. Et là on reprend sur un cours. Vous vous souvenez, la dernière fois, on avait terminé en traçant des zones d'ombre et de lumière et on avait dit que la lumière du soleil nous arrive...

375	Ad et A	Perpendiculairement.
376	A	Euh parallèlement.
377	Ad	Parallèle entre ses rayons et perpendiculairement sur nous.
378	A	Mais non.
379	Ad	On n'avait pas dit ça ?
380	J.L	Mais non.
381	A	Pas obligé.
382	Ad	Oui les rayons arrivent parallèlement entre eux quoi !
383	E.B	Voilà ce n'est pas pareil. Les rayons de soleil arrivent de façon parallèle. Euh on n'a pas eu l'occasion, enfin ce matin on aurait pu parce qu'il y avait du soleil, mais on avait vu plus ou moins. Est-ce que quelqu'un a revérifié ?
384	Ad	Est-ce que t'as refait Eratosthène chez toi ?
385	M	Non.
386	E.B	Je vous demanderai, si jamais on arrive à avoir un ciel à peu près clément, d'observer la lune de temps en temps.
387	15'	Du coup je vous ai apporté…
388	Ad	La terre.
389	E.B	Voilà, la première question que vous allez vous poser , c'est, qu'est-ce que vous voyez sur cette image ?
390	A	On est sur la Lune et…
391	E.B	Donc on est sur la lune et on voit la Terre.
392	Ad	Dans un cadre style baroque.
393	E.B	Ca je n'en sais rien. Donc dans un cadre.
394	M	On dirait que la Terre c'est la Lune.
395	E.B	On dirait que la Terre c'est la Lune. Pourquoi ?
396	M	Parce qu'elle n'est pas entière.
397	E.B	Elle n'est pas entière. Et la Lune souvent on ne la voit pas entière vous êtes d'accord ?
398	J.L	Ah ah je trouve ça très bon ce qu'elle a dit.
399	E.B	Pourquoi ?
400	J.L	Ca m'éclate parce que c'est ce qu'aurait dit un gamin.
401	E.B	Mais oui !
402	J.L	Ca me fait rigoler parce que ça me fait penser à mes élèves.
403		*Rires généraux.*
404	E.B	Mais c'est captivant, c'est très pertinent, on voit la Terre telle qu'on voit, verrait la Lune si, nous, on était comme ça. Est-ce qu'il y a une différence entre ce qu'on voit de la Terre et ce qu'on voit de la Lune ?
405	Ad	Je n'ai pas compris.
406	C	Il y a du bleu.
407	Ad	Il y a des nuages.
408	E.B	On ne voit pas le même aspect. Il n'y a pas autre chose qui vous surprend ?
409	A	C'est plus grand.
410	E.B	C'est plus grand oui c'est-à-dire que la taille de la…
411	A	Proportionnellement quand on voit la Lune, on la voit plus petite.
412	E.B	Nous, proportionnellement, la Lune on la voit plus petite vous êtes d'accord ? Vous n'avez jamais vu la Lune grande comme ça. A l'œil, je veux dire. Quoi d'autre ? Donc la Terre est dans un cadre, on n'en voit qu'une partie comme quand on regarde la Lune.

413	A	Mais là quand on voit dans le cadre c'est un zoom non ?
414	C	Oui on dirait.
415	E.B	Alors si on regarde le cadre c'est juste un cadre, il est vide. Donc le cadre flotte ?
416	Tous	Non.
417	Ad	On voit l'ombre du cadre.
418	E.B	Le cadre tient sur un piquet.
419	J.L 18'	On dirait qu'il est un peu suspendu, quelque part il est en apesanteur enfin on sent qu'il est appuyé sur un tout petit piquet alors que normalement un cadre comme ça sur la Terre il y aurait un gros piquet.
420	E.B	Oui. Vous êtes d'accord avec ça ?
421	P	Mais un cadre comme ça c'est énorme.
422	E.B	Alors c'est un cadre énorme oui effectivement. Est-ce que si on mettait un cadre comme ça sur Terre il aurait une chance de tenir ?
423	C	Non.
424	A	Il faudrait en mettre un de l'autre coté pour tenir droit.
425	E.B	Et pourquoi il tomberait ?
426	A	Ben parce que c'est la gravité.
427	E.B	Parce qu'il n'y a pas de gravité sur la Lune ?
428	J.L	Si.
429	E.B	Est-ce qu'il a du vent sur la Lune ?
430	C	Non.
431	J.L	Je crois qu'il n'y a pas de vent.
432	E.B	Pourquoi ?
433	Ad	Parce qu'il n'y a pas d'atmosphère.
434	E.B	Comment on peut savoir ?
435	M	On ne peut pas respirer.
436	Ad	Enfin ce n'est pas parce qu'il n'y a pas d'atmosphère qu'on ne peut pas respirer. Enfin ce n'est pas parce qu'il y a une atmosphère qu'on peut respirer.
437	E.B	C'est vrai. Alors comment on sait qu'il n'y a pas d'air ? On garde cette question pour plus tard.
438	J.L	Il y a un ciel noir.
439	E.B	S'il n'y a pas d'atmosphère, le ciel n'est pas noir ?
440	Ad	Mais non c'est l'eau qui reflète !
441	J.L	Oui, oui, c'est ça.
442	M	Mais la nuit il fait noir et pourtant il y a de l'atmosphère.
443	J.L	Non mais là on est sur une zone éclairée puisqu'il y a une ombre.
444	E.B	Ah donc vous me dites qu'on est sur une zone éclairée là ?
445	J.L	Ben oui il y a une ombre.
446	E.B	Il y a une ombre, donc est-ce qu'il fait jour, là, sur la Lune ?
447	Ad	Ou alors il y a une soupape qui éclaire mais l'ombre est du mauvais coté.
448	J.L	Non, non, mais là il fait jour hein.
449	E.B	Là il fait jour ? Dites-moi, pas de conversations séparées.
450	Ad	On est sur la question de pourquoi le ciel il est bleu ?
451	E.B	Alors ça je vous invite à lire…
452	C	Je vais chercher sur internet ce soir.
453	E.B 21'	Donc ça, ce sont des questions qu'on ne va pas forcément aborder aujourd'hui mais elles sont intéressantes.

454	J.L	De toute façon, le vaisseau sur la Lune, si c'était la nuit, si c'était de l'autre coté et qu'elle n'était pas éclairée par le soleil on ne serait pas au nord.
455	E.B	Donc est-ce qu'il fait jour sur cette image ?
456	J.L	Ah oui !
457	Ad	Oui je suis d'accord.
458	E.B	Vous êtes d'accord il fait jour sur cette image ?
459	M	Non.
460	E.B	Ah, pourquoi ?
461	M	Moi je pense qu'elle est éclairée parce qu'elle a absorbé toute l'énergie du soleil et du coup elle le reflète mais il ne fait pas jour autour.
462	E.B	Alors d'où viendrait l'ombre ?
463	Ad	Elle n'a pas tort, parce que nous, on voit la Lune quand il fait nuit.
464	C	Oui mais il fait nuit pour nous.
465	J.L	Mais elle est éclairée.
466	Ad	Oui mais là, la Terre elle est éclairée.
467	J.L	Non mais attend. Si c'était elle qui renvoyait la lumière tu n'aurais pas d'ombre.
468	Ad	Je suis d'accord mais après la Terre est beaucoup plus grande que la Lune. La Lune elle reflète un petit peu alors que la Terre elle est plus grande elle reflète beaucoup plus.
469	E.B	Donc vous pensez qu'on voit la Lune. Donc l'idée c'est qu'on voit les astronautes parce que la Terre éclaire la Lune.
470	Ad	J'en sais rien moi, je dis ça pour parler. Non, mais je ne sais pas parce que si on admet qu'il fait nuit sur la Lune à ce moment là. On a quand même de la lumière qui aurait un lien avec la taille de la Terre.
471	J.L	Non mais on n'a pas dit ça.
472	Ad	Non mais moi c'est en admettant ça, que j'arrive à ça.
473	M	Moi je dirais que la Lune elle est éclairée parce qu'elle a absorbée la lumière du Soleil et la Terre elle éclaire aussi et c'est-ce qui donne les ombres. Elle remplace la Lune.
474	J.L	Ah toi tu, c'est la Terre qui…
475	E.B	C'est la Terre qui éclaire ?
476	P	Mais la Lune aussi elle peut éclairer la Terre. Quand on a la pleine Lune il y a des ombres.
477	Ad 24'	Oui il y a un peu de lumière donc euh la Terre…
478	J.L	Mais ce n'est pas la lumière de la Lune c'est la lumière du Soleil.
479	P	Oui mais ça…
480	J.L	Ce n'est pas parce qu'elle l'a emmagasinée c'est parce qu'elle reflète.
481	Ad	Ah oui non mais moi je ne suis pas d'accord qu'elle absorbe hein.
482	J.L	Mais dans leur truc il y a un truc qui n'est pas faux, c'est vrai que ça pourrait être le soleil éclairant la Terre, la Terre fait le même rôle que la Lune quand il y a le clair de Lune et du coup on aurait la lumière du Soleil envoyée par la Terre. Et ça pourrait donc être la nuit.
483	P	Oui.
484	A	Oui c'est vrai hein.
485	E.B	Comment on peut savoir ça, en regardant l'image ?
486	J.L	La direction de l'ombre.
487	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
488	A	Ben l'ombre qui est sur la Lune elle est pareille que sur la Terre donc…
489	J.L	Non mais là, ça ne pourrait pas être la Terre, parce qu'il faudrait qu'elle soit dans l'axe de la Terre l'ombre.
	Ad	Oui mais si c'est le jour, pourquoi ils laissent la lumière allumée ?

491	J.L	Non mais moi mon point de vue c'est que si la Terre éclairait à ce moment là, l'ombre serait dans l'axe de la Terre or l'ombre ne l'est pas. Apres je peux me tromper hein.
492	E.B	Bon donc on a une question là…
493	Ad	Mais quand ça passe l'atmosphère elle est déviée la lumière.
494	A	Non mais là ça correspond vraiment avec la lumière du Soleil. On voit l'ombre au niveau de la Terre qui correspond à l'ombre qu'il y a sur la Lune. Enfin elles sont dans la même direction.
495	E.B	Vous pouvez le montrer au tableau si vous voulez.
496	A	Non mais, genre, on met le soleil là et on voit que la partie éclairée c'est la même sur la Terre.
497	E.B	Donc vous voulez dire que la séparation enfin le fait qu'on ne voit qu'une partie de la Terre c'est lié au fait qu'il n'y a qu'une partie de la Terre qui est dans…
498	A	Ben une partie qui est éclairée par le soleil, une partie qui n'est pas éclairée et sur la Lune on voit pareil.
499	J.L	Oui elle a raison.
500	E.B	Vous suivez ou pas ? Vous voyez ce qu'elle veut dire ?
501	M	Non.
502		*A va le montrer au tableau.*
503	J.L	Oui oui c'est ça.
504	E.B	Donc c'est une idée qui permettrait de positionner le soleil et vous regardez, en fait, si il y a une cohérence entre la séparation lumière/ ombre sur la Terre et la direction des ombres sur la Lune.
505	A	Mais après, peut être que la lumière est déviée comme il dit je ne sais pas.
506	Ad	Mais oui. On part d'un milieu d'indice n=1 et puis on part…
507	A 27'	Oh la la
508	E.B	Est-ce que vous dites ça pour embêter le monde ou parce que vous en êtes convaincus ?
509	Ad	Je le dis pour sortir toutes les hypothèses possibles. De toute façon, quel est l'intérêt de mettre un tableau sur la Lune ?
510	E.B	Ah ça c'est une bonne question. Alors c'était ma question suivante en fait. Ma question suivante c'était, quelles sont les questions qu'on peu se poser par rapport à cette image ? Déjà on s'est posé un certain nombre de questions.
511	A	Ben c'était pour voir la taille de…
512	Ad	Je te l'ai dit c'est Castor et Pollux.
513	E.B	Ca pourrait.
514	Ad	On l'a pas encore lu, c'est le chapitre où ils ...
515	E.B	Vous en êtes où de ce livre ?
516	E	Chapitre 3.
517	Ad	Il faut lire le chapitre 3…
518	E.B	Bon alors oui on a un cadre, on a la Terre qui est dans un cadre vous êtes d'accord avec ça ?
519	Tous	Oui.
520	E.B	Donc quelle question on pourrait se poser par rapport à ce cadre et à cette Terre ?
521	A	Ben si on le met sur la Terre et qu'on fait l'inverse…
522	J.L	Mais quel genre de questions ?
523	E.B	Des questions par rapport à ce qu'il se passe, par rapport à cette Terre et à ce cadre.
524	C	C'est une œuvre.
525	E.B	C'est une œuvre alors oui mais est-ce que c'est une œuvre éphémère ou permanente ? Quand on met quelque chose dans un cadre, mis à part Harry Potter, qu'est-ce qu'il se passe en général ?
526	Ad	Pourquoi, il y a quoi dans H.P ?
527	A	Ben les personnages dans les cadres ils bougent.
528	Ad	Ahhhh !

529	E.B	J'essaye de m'appuyer sur votre culture cinématographique !
530	J.L	Est-ce que le cadre est fixe, je ne sais pas ?
531	E.B	Le cadre est fixe, il est posé sur une barre. Le cadre ne bouge pas.
532	J.L	Par exemple ça pourrait être un cadre mobile qui permet d'avoir toujours la Terre dans le cadre.
533	E.B	Ah donc là ce qui est implicite derrière ce que tu dis…
534	J.L	C'est éphémère.
535	C	Toutes les 24h ça sera la même position.
536	J.L	Une fois toutes les 24h et... non, peut être pas, je ne sais pas tous les combien. Combien c'est la révolution de la Lune ?
537	E.B	Donc là, l'idée que vous avez derrière ça, c'est que la Terre sort du cadre.
538	C	Elle peut sortir du cadre.
539	E.B	Elle peut sortir du cadre ?
540	Ad	Ben ça dépend où est l'axe…
541	E.B 30'	Donc c'est une question.
542	J.L	Ca dépend de comment tourne la Lune, je ne sais plus.
543	C	Oui. Oui, alors ça dépend comment tourne la Lune par rapport à la Terre.
544	J.L	Ah ben oui, non, regarde les astronautes pour aller sur la face cachée ! On voit toujours la même face de la Lune donc elle tourne en phase avec nous, donc elle est géostationnaire.
545	C	Donc en gros il aura toujours la Terre dedans.
546	Ad	Oui mais il n'y aura pas toujours la même phase de la Terre alors.
547	C	Non tu auras la Terre pleine mais non…
548	J.L	Tu auras la Terre à d'autres moments suivant l'heure.
549	E.B	Il y en a qui sont en train de jouer entre eux là et puis il y en a qui sont…
550	P	La Lune tourne et la Terre tourne ?
551	A	Mais en même temps ou…
552	J.L	Oui puisqu'il y a une face cachée, c'est que forcément la Lune elle tourne en phase avec nous.
553	P	Mais la Lune tourne ou pas ?
554	J.L	Et oui elle tourne mais elle suit donc nous on voit toujours la même phase.
555	P	Non mais…
556	C	Elle tourne sur elle-même ou pas ?
557	J.L	Et non elle tourne avec nous, en suivant la rotation de la Terre.
558	P	Elle ne tourne pas sur elle-même ?
559	J.L	Ben si elle tourne, mais elle a toujours la même face tournée vers nous.
560	A	Oui voilà elle tourne sur elle-même mais…
561	J.L	De toute façon en 24h elle fait un tour.
562	C	T'es sûr ?
563	J.L	Et forcément ! Si tu vois toujours la même face c'est qu'elle tourne en même temps que nous. Elle, elle tourne sur elle-même en 24h elle fait un tour complet et comme elle tourne autour de nous ça fait que…
564	A	Ben donc elle tourne comme ça.
565	J.L	Il faudrait le faire avec une balle de Ping-pong et un ballon.
566	E.B	Alors attends on va faire tout ça. Alors là je pense qu'on est dedans. On se pose un certain nombre de questions du style, est-ce que la Lune tourne sur elle-même ? On s'est posé la question de savoir si on voyait toujours la même face de la Lune. Enfin J.L est convaincu que...
567	J.L	Ah ben j'en suis sure parce que quand ils sont arrivé de l'autre coté ils ont crié Santa Claus ça existe ! Parce qu'on ne savait pas dans l'imaginaire de l'époque, on pensait que derrière il y avait peut être

		des bases d'extraterrestres. Si, c'est vrai, on ne savait pas.
568	E.B	Donc il y a une face cachée de la Lune. Vous, vous m'avez dit que finalement sortir du cadre on n'en était plus si sûr. Il y a Adrien qui m'a dit oui mais, dans tous les cas, on ne voit pas toujours la même phase de la Terre. Donc est-ce qu'on voit toujours la même phase de la Terre ? C'est à dire est-ce que je vois toujours cette partie bleue et cette partie là ? Si je vois l'Afrique est-ce que je vois toujours l'Afrique ?
569	Ad	Non mais la Lune elle n'est pas géostationnaire. Son orbite n'est pas géostationnaire.
570	E.B 33'	Je ne sais pas ce que ça veut dire géostationnaire pour le moment.
571	C	Qui reste sur la même position.
572	E.B	Parce que géo ça veut dire la Terre enfin c'est lié à la Terre.
573	Ad	Mais un satellite il est géostationnaire quand il est tout le temps au même endroit dans le ciel et qu'il tourne toute le temps en même temps que la Terre.
574	E.	D'accord donc vous m'avez décrit ce que veut dire géostationnaire.
575	Ad	Et vu qu'on voit la Lune, nous, et qu'au Japon ils voient la Lune, ben elle n'est pas géostationnaire.
576	E.B	D'accord donc la Lune ne reste pas au même endroit dans le ciel pour vous, c'est ça que vous voulez dire ?
577	Ad	Voilà.
578	E.B	Vous êtes d'accord avec ça ?
579	Tous	Oui.
580	E.B	On voit la Lune se lever et se coucher ?
581	Ad et J.L	Ah ben oui on la voit se déplacer dans le ciel.
582	E.B	Est-ce que la Lune se déplace dans le ciel toutes les nuits ?
583	C et A	Non.
584	Ad	Si.
585	E.B	Comment on fait pour savoir ?
586	Ad	On va à la montagne, on plante la tente et puis on la regarde.
587	J.L	Nous on l'a fait avec les élèves, on s'est amusé à faire ça.
588	E.B	Ah toi tu l'as fait avec les élèves ? Et alors ?
589	J.L	Et ben on relevait la position de la Lune mais moi je ne me souviens plus si elle se couche mais enfin de toute façon elle bouge hein.
590	E.B	Alors la Lune se lève et se couche tous les jours, on voit la Lune apparaitre dans le ciel, monter dans le ciel et redescende ?
591	J.L	Puisqu'il y a un calendrier lunaire.
592	E.B	Oui donc la Lune tous les jours change de position au cours de la journée. Elle ne change pas de forme mais elle change de position. Donc on la voit se déplacer dans le ciel au cours de la nuit. Est-ce qu'on voit la Lune uniquement la nuit ?
593	Tous	Non.
594	E.B	Comment vous savez ça ?
595	A	Ben parce qu'on l'a déjà vue.
596	E.B	Vous l'avez déjà vu en journée ? Est-ce qu'il y a besoin d'être à la montagne pour la voir la journée ?
597	J.L	Non mais c'est mieux.
598	E.B	C'est mieux pourquoi ?
599	J.L	On voit mieux parce qu'en général il n'y a pas de pollution.
600	E.B	Voilà donc on peut voir mieux si il n'y a pas de nuages et parce qu'on a l'horizon dégagée. Bon comment il faudrait faire pour voir si la Lune se déplace dans le ciel au cours d'une nuit ?
601	C	On met un appareil photo en pause…
602	E.B	Ben si il est en pause votre appareil photo ... oui ? C'est-à-dire qu'au début il verra la Lune et puis au

		bout d'un moment…
603	C	Non mais je sais plus comment ça s'appelé, c'est un mode où on le voit bouger il y a une trace.
604	J.L	C'est ça, c'est en pause.
605	E.B	Sinon une autre approche, je prends une chaise longue et puis on regarde
606	J.L 36'	Tu te mets deux repères pour être sûr.
607	E.B	Voilà on a un arbre d'un coté et un arbre de l'autre et puis on voit la lune qui se déplace. Oui, vous êtes d'accord ? Vous faites une soirée barbecue en été et puis vous regardez la Lune en même temps. Ok donc on re-liste les questions qu'on se pose. Les questions qu'on se pose c'est "est-ce que la Lune tourne sur elle même ?", moi je pose la question de "comment on sait qu'on a toujours la même face ?", vous m'avez posé la question "est-ce qu'on voit toujours la même position de la face ?", "est-ce que la Terre sort du cadre ?", Adrien a déjà des idées sur est-ce qu'on voit toujours la même phase de la Terre.
608	A	Elle ne doit pas sortir du cadre sinon ils n'auraient pas fait ça.
609	E.B	Est-ce qu'il y a des levers de Terre sur la Lune ?
610	Ad	Est-ce que la terre se lève et se couche sur la Lune ?
611	Ad	Ah moi j'étais sur des levers de Terre, tu prends une pelle et tu la lèves quoi.
612	E.B	C'est bon ? Donc on a dit est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ? C'est-à-dire est-ce qu'on voit toujours l'Afrique ou est-ce qu'on voit l'Afrique, l'Europe et tout le tintouin ? Euh quelle autre question on pourrait se poser encore ?
613	J.L	Ah sur la dimension !
614	E.B	Ah, alors est-ce que la Terre nous apparait plus grosse de la Lune que la Lune de la Terre ?
615	J.L	Ah tu disais ça toi. Moi une autre question c'est est-ce que dans une nuit la Lune nous apparait de la même dimension ? Tu vois est-ce que son orbite est…
616	E.B	D'accord on l'écrit aussi. Est-ce que le diamètre de la Lune est différent au cours de la nuit ?
617	39'	D'accord. Et il nous en manque une que j'aimerai bien qu'on travaille.
618	Ad	Est-ce qu'il fait jour ou est-ce qu'il fait nuit ?
619	E.B	Ah d'accord oui ! Sur l'image est-ce qu'il fait jour ou nuit ? Quelle autre question on se pose ? Euh vous nous disiez qu'on voyait une moitié de la Terre là…
620	Ad	Y a-t-il des cycles terrestres ?
621	E.B	Oui c'est-à-dire ?
622	Ad	Ben des cycles lunaires…
623	E.B	Oui c'est-à-dire qu'on voit des phases de la Lune différentes, est-ce qu'on voit des phases de la Terre ? C'est-à-dire est-ce qu'on voit un quartier, un croissant, une Terre à peu près pleine, une pleine Terre, est-ce qu'on voit des phases de la Terre ? Est-ce que vous en voyez d'autres des questions ? Il y a une question assez de bas que l'on ne s'est pas posée, vous avez fait quoi quand on avait travaillé sur Plouf ? Plouf c'est une fiction, la question qu'on avait posée c'était quoi ?
624	M et A	Est-ce que c'est possible ?
625	A	Et quand il y a une éclipse sur la Terre, qu'est-ce que ça fait quand on est sur la Lune ?
626	E.B	Ecrivez là.
627	J.L	Mais est-ce que c'est possible quoi ? Cette situation ?
628	E.B	Cette image est-elle possible ? Est-ce que quelqu'un sur la Lune qui est dans la position du gamin qui est en train de tendre le bras, est-ce qu'il peut voir la Terre dans cette position ?
629	Ad	Bonne question.
630	E.B	Cela vous semble être une bonne question ? Parce que pour le moment vous êtes d'accord hein, on a discuté sur l'image mais on n'a pas remis en cause l'image. Et ben ça nous fait du boulot ! Alors, je vais un tout petit peu guider le travail en introduisant cette image.
631	Ad	Il y a Mariska qui demande si il fait chaud ou si il fait froid sur la Lune.
632	E.B	Ah c'est une question qu'on peut se poser. Je ne suis pas sure qu'on va y répondre là mais on a

		toujours le droit de se poser des questions.
633	E.B 42'	Vous dites ?
634	M	Ben en fait dans un cours l'année dernière on avait écrit que sur la face cachée il faisait -150 degrés et sur la face qu'on voit, j'avais écrit de 0 à 100 degrés. Mais j'ai du mal à imaginer qu'il fait chaud là.
635	E.B	Donc la question qu'on peut se poser c'est "est-ce que la température sur la Lune varie ?". Bon alors on avait déjà un petit peu commencé mais de façon un peu brouillon donc on va recentrer un peu tout ça. On a écrit la liste de questions. Il y a Adrien qui a bien tout pris en note.
636	Ad	Passez moi un ipad et je rentre tout sur la dropbox.
637	E.B	Alors, qu'est-ce que vous savez sur la Lune ? On va mettre J.L au tableau pour qu'il écrive.
638	E.B	Alors là pendant que je vais chercher un ipad, j'aimerais que vous me listiez tout ce que vous savez sur la Lune et comment vous le savez aussi.
639	A	Moi je m'en rappelle de plus rien de la Lune.
640	Ad	Elle a rendez vous avec le soleil. La lune est ronde. C'est le seul satellite de la Terre.
641	J.L	Mais j'écris ça moi ?
642	Ad	Ben oui.
643	E.B	Alors c'est tout ce que vous avez écrit ?!
644	Ad	La lune est un satellite naturel de la Terre.
645	J.L	Je note ?
646	E.B	Oui, vas-y. Qu'est-ce que vous savez d'autre ? Ca veut dire quoi satellite de la Terre ?
647	A	Ca veut dire qu'elle tourne autour de la Terre.
648	E.B	Voilà, la Lune orbite autour de la Terre. Et ça lui prend combien de temps est-ce que vous savez ?
649	Ad	24h.
650	E.B	24h ?
651	Ad	Ben je sais pas toutes les 24h on la revoit sous le même angle.
652	E.B	Oui. Est-ce que la Lune fait un tour en 24h autour de la Terre ?
653	A	Non.
654	E.B	Ca veut dire ?
655	A	Ca a l'air faux, je ne sais pas du tout, je ne connais pas la Lune moi.
656	E.B	Alors on voit la Lune se déplacer dans le ciel chaque jour et chaque nuit, vous êtes d'accord ? Ca, de toute façon vous le regarderez.
657	J.L 3'	Peut être c'est 12h alors.
658	A	Oui mais si on la voit tout le temps enfin si on la voit le jour et la nuit ça doit faire au minimum 12h.
659	J.L	Parce qu'elle le fait deux fois donc oui ça doit être 12h.
660	E.B	Donc pour vous, la Lune tourne autour de la Terre en 12h ? Alors les filles, on parle de cycle menstruel c'est tout les combien à peu près ?
661	A	Tous les 28 jours.
662	J.L	Ah c'est 28 jours ?!
663		*Rire général.*
664	E.B	Donc la Lune fait un tour autour de la Terre en environ 28 jours.
665	Ad	En fait c'est ça c'est à cause de la Lune.
666	C	Et les marées c'est à cause de la Lune.
667	E.B	Alors est-ce que les marées sont causées par la Lune ?
668	Ad	C'est la gravité.
669	C	Non je ne sais plus. C'est le phénomène… C'est l'effet que la Lune fait sur la Terre. C'est-ce qu'on m'a dit.

670	E.B	D'accord. Donc la Lune a une responsabilité dans le phénomène des marées.
671	Ad	Tu peux marquer que la gravité de la Lune c'est 1,620…
672	E.B	C'était une mauvaise idée ! Donnez moi cet ipad.
673	Ad	Non c'est bon, j'écris normalement, promis.
674	E.B	Bon la Lune fait un tour de la Terre en environ 28 jours. On verra ensuite comment on a construit ça. Euh est-ce qu'on a des phases de la Lune ?
675	M et J.L	Oui.
676	E.B	Et oui. Comment on fait pour le savoir ?
677	A	On observe.
678	E.B	Alors idéalement on regarde la Lune dans le ciel tous les soirs et puis qu'est-ce qu'on fait ? On la dessine. Bon là je vous ai fait un accéléré, vous l'avez sur l'affiche. Bon donc la Lune a différentes phases. Est-ce que vous savez les nommer ces phases ? On va le faire.
679	A	La pleine Lune.
680	E.B	Ca c'est la pleine Lune ok. Est-ce que quelqu'un est capable de me montrer un premier quartier ?
681	A	Oui c'est au dessus de la pleine lune.
682	E.B	Oui. C'est entre la troisième et la quatrième. Effectivement c'est une moitié de lune comme on a tendance à dire. Et on peut faire un P, on peut faire la lettre "p" minuscule. Et donc le dernier quartier ? Il est où ? On peut faire un "d" minuscule. Un premier croissant ?
683	6'	Un premier croissant c'est avant le premier quartier. Ca va J.L ou t'es perdu ?
684	A	Moi je suis perdue.
685	J.L	Moi ce qui m'embête c'est qu'elles ne sont pas dans le bon sens.
686	6'10" à 6'47"	*Réaffichage de l'affiche.*
687	E.B	Bon on l'a mise pour que ça soit dans le bon sens, qu'on puisse faire un "p" vous voyez ?
688	P	Mais c'est toujours la même chose.
689	Ad	Mais c'est la même chose madame.
690	A	Mais pourquoi on ne peut pas faire un "d" ?
691	E.B	Adrien on ne se moque pas de moi !
692	Ad	En fait il faudrait la retourner.
693	E.B	Oui effectivement.
694	J.L	En fait on dirait qu'elle est croissante alors qu'elle est décroissante.
695	E.B	Bon enfin bref ce n'est pas très grave. Il faut aller dans ce sens là. Donc là on a un premier croissant, puis là on a un premier quartier et puis ça commence à grossir, grossir, grossir c'est-ce qu'on appelle une Lune gibbeuses. Et puis la Gibbeuse fini par devenir pleine, on a une pleine Lune. Et ensuite on a de nouveau une lune...
696	Tous	Gibbeuse.
697	E.B	Dans l'autre sens. Et puis ça devient plus petit et on arrive à faire un "d", c'est un dernier quartier et puis ça devient plus petit plus petit et on arrive au dernier croissant. Ca va ? Bon donc la Lune a différentes phases et il lui faut 28 jours pour faire ce cycle là. C'est-ce qu'on appelle le cycle lunaire. Et tous les 28 jours on revoit la même chose dans le ciel. Comment on le sait ?
698	A	Ben on observe.
699	E.B	On regarde oui. Pour savoir on regarde. Qu'est-ce que vous savez d'autre sur la Lune ? Donc J.L tu m'avais dit qu'il y avait une face…
700	J.L	Qu'est-ce que j'avais dit moi ? Qu'il y avait une face cachée.
701	A	Il y a des taches.
702	E.B	Ah oui elles sont là les taches. Ca veut dire qu'on voit toujours la…
703	Ad	Même face.

704	E.B	La même face. Est-ce que c'est vrai ça ? Comment vous savez ? Comment vous pouvez vérifier qu'on voit toujours la même face ?
705	J.L	On prend un cratère ou on prend un dessin particulier et on voit si on le retrouve à chaque fois.
706	E.B	Alors on regarde, est-ce que ça marche ?
707	C	Ben non.
708	J.L	Et oui parce que si on regarde ce cratère là, on le voit tout le temps hein.
709	E.B	Alors on le voit tout le temps ou il y a des moments où… Alors ce qu'on fait c'est qu'on prend la pleine Lune, une fois qu'on est en situation de pleine lune on repère des quartiers à gauche, des quartiers à droite, plutôt au niveau des extrémités pour les voir le plus longtemps possible. Voilà et puis on regarde d'une nuit sur l'autre si on voit les mêmes cratères apparaitre. Et là, est-ce que ça a l'air de marcher ?
710	M	Oui.
711	E.B	On voit toujours la même face de la Lune. Ok euh est-ce que vous savez d'autres choses sur la Lune ?
712	A	Il n'y a pas d'atmosphère.
713	E.B	Pas d'atmosphère. Comment vous savez ça ? Bon on reviendra sur cette question plus tard.
714	J.L	Parce qu'il n'y a pas de nuages.
715	E.B	Ah ça peut être un argument. Est-ce que vous avez d'autres choses à dire ? Non ? Ben c'est bon on va continuer alors. Merci beaucoup. Alors je vous propose pour le moment un peu en guidage, je vous propose qu'on cherche sur la question : est-ce que la Lune tourne sur elle même ou pas ? Alors pour faire, ça est-ce qu'on peut faire une expérience ?
716	J.L	Oui.
717	E.B	Comment ?
718	J.L	Avec un ballon et une balle de tennis.
719	E.B	Alors si tu prends un ballon et une balle de tennis est-ce que tu dis que tu vas faire une expérience ?
720	Ad	On fait une représentation.
721	J.L	Ben je fais une représentation…
722	E.B	D'accord. Est-ce que ça c'est une expérience ?
723	Ad	Non c'est une représentation.
724	E.B 12'	Ce qu'on va faire c'est qu'on va faire comme si. On va faire comme si machin bidule était la Terre et machin bidule était la Lune. Et puis avant de prendre les balles moi je vous propose tout simplement de prendre les corps. Deux volontaires ! Alors qui fait quoi ?
725	A	Je fais la Lune.
726	E.B	Ok donc on va mettre la Terre au centre.
727		*Les deux élèves sont au centre de la pièce.*
728	E.B	Et donc qu'est-ce qu'on va dire ? On va dire que la… Est-ce qu'il y a besoin de Soleil pour le moment ? On n'a pas vraiment besoin de soleil. Alors ce qu'on va essayer de faire, c'est essayer de voir si on peut s'arranger pour que la Terre voie toujours la même face de la Lune. La même face de la Lune c'est à dire que vous devez toujours voir son...
729	J.L	Se mettre face à face.
730	A	On doit toujours se voir.
731	E.B	Voilà vous devez toujours voir votre bout du nez par exemple. Alors la Lune fait un tour de la Terre en combien de temps ?
732	E	28 jours.
733	E.B	On l'a dit et on l'assume pour le moment, 28 jours. La Terre fait un tour sur elle-même en combien de temps ?
734	A et M	24 heures.
735	E.B	Donc pendant qu'elle va faire un tour autour de vous vous allez faire combien de tour ? Combien de tours fait la Terre pendant que la Lune fait un tour autour de la Terre.

736	C	Ben 28 tours.
737	E.B	Vous êtes d'accord ? Vous allez tourner 28 fois.
738	C	Tu vas avoir le tournis Estelle ! Ahah
739	E.B	Alors la Lune fait un tour en 28 jours, donc en 28 jours elle va faire ça. Pendant ce temps là, la Terre en 28 jours va tourner sur elle-même 28 fois. Euh, on va être gentil avec elle vous êtes d'accord ? On va dire, pour économiser votre sens d'orientation, que c'est quelqu'un sur la Terre qui à un moment ou un autre voit la Lune. Donc on va faire tourner la Terre tranquillement. C'est à dire qu'elle est quelqu'un qui voit la Lune, pas toujours la même personne. Et donc maintenant, à vous les studios. Débrouillez vous pour que vous, qui êtes quelqu'un sur la Terre, vous voyiez toujours la même face de la Lune. Allez y.
740		*Les élèves tournent.*
741	E	Donc en fait on tourne ensemble.
742	C	Là t'as fait 28 jours.
743	E.B	Oui c'est-ce qu'on dit. Mais alors est-ce que la Lune a fait un tour là ?
744	A	Hum oui.
745	E.B	Alors moi je veux recommencer. Comment vous savez que vous avez fait un tour ?
746	A	Ben j'ai un repère ici.
747	E.B	Ok vous prenez un repère ici. Alors on y va et montrez-nous de façon à ce que la Terre voie toujours la même face de la Lune. Euh non là c'est pas bon ! A mon avis vous allez tellement vite qu'elle n'a pas le temps de voir qu'elle voit la même face, je suis sure qu'elle voit votre dos ou votre épaule.
748	15'	Voilà donc vous faites des pas chassés. Oula, on a du mal à se concentrer ! Est-ce que vous avez fait un tour ?
749	A et E	Oui.
750	E.B	Alors je m'adresse à la Lune. Est-ce que vous avez réussi à faire un tour autour de la Terre ?
751	A	Oui.
752	E.B	Je m'adresse à la Terre. Est-ce que la Terre vous avez vu toujours la même face de la Lune ?
753	E	Oui.
754	E.B	Est-ce que les observateurs sont d'accord ?
755	Tous	Oui.
756	E.B	Autre question maintenant. Est-ce que la Lune a fait un tour sur elle-même ?
757	M et A	Non.
758	J.L	Et oui !
759	A	Euh oui j'ai fait un tour sur moi-même. Ben oui parce qu'à un moment je me suis retrouvé dos vers là bas donc j'ai fait un tour sur moi-même.
760	E.B	Alors on refait.
761	J.L	Même nous on est un point fixe et on voit bien que tu as tourné.
762	A	Mais oui même moi je le vois. Hop je vois plus Mariska et hop je la revois.
763	E.B	Donc est-ce que la Lune a fait un tour sur elle-même ?
764	Tous	Oui.
765	E.B	Comment vous savez que vous avez fait un tour sur vous-même ? Vous voyez Mariska, et puis ensuite ?
766	A	Apres je ne la vois plus.
767	E.B	Est-ce que ça suffit ?
768	A	Apres je la vois à moitié.
769	E.B	Alors, faites un tour sur vous-même sans tourner autour de quelque chose et décrivez ce que vous voyez.
770	A	Je vois Mariska, je vois l'armoire, Adrien, la fenêtre, le tableau et Mariska.

771	E.B	Alors maintenant refaites un tour autour de la Terre et dites nous si vous voyez la même chose.
772	A	Mariska, je vois Adrien, je vois la fenêtre, je vois le tableau et je vois Mariska.
773	E.B	Donc est-ce que vous avez fait un tour sur vous-même ?
774	A	Oui.
775	E.B	Est-ce que vous avez fait un tour autour de la Terre ?
776	A	Oui.
777	E.B	On a répondu à la première question. Si on veut que la Terre voie toujours la même face de la Lune, la Lune fait un tour sur elle-même et un tour autour de la Terre. Quel est le temps qu'il faut pour faire un tour sur soi même ?
778	A	28 jours.
779	E.B 18'	C'est-à-dire que la Lune fait un tour sur elle-même exactement en même temps qu'elle fait un tour autour de la Terre. C'est-ce qu'on appelle des mouvements synchrones. Ca veut dire que la rotation de la Lune sur elle-même prend autant de temps que le tour qu'elle fait autour de la Terre, on parle de révolution. Alors souvent, une habitude qu'on a, c'est de parler de rotation quand on tourne sur soi-même, ou d'orbite ou de révolution quand on tourne autour de quelque chose. C'est bon ? Ben on a répondu à la première question. La question qui était de savoir si la Lune tournait sur elle - même ou pas. Alors maintenant, vous pouvez aller à votre place, à quelle autre question on aurait envie de répondre ?
780	J.L	C'est pour ça alors qu'il y a des calendriers qui ont été faits en 28 jours ?
781	E.B	Et oui les calendriers lunaires sont des calendriers qui sont basés sur le cycle lunaire.
782	Ad	Et ils font quoi les deux trois jours restants ?
783	M	Ben il n'y a pas de Lune.
784	E.B	Mais non ils se basent sur la Lune donc il y a plus de mois que nous, ce sont des mois qui durent tous 29 jours.
785	Ad	Ahhhh !
786	E.B	Ce qui fait que les saisons se décalent. Ca, vous pourrez en parler en géographie ou histoire, l'année prochaine. Alors maintenant la question à laquelle je souhaiterais qu'on réponde, c'est la question de la Terre qui sort du cadre. Avec ce qu'on a fait je voudrai que vous me disiez si à votre avis la Terre sort du cadre ou pas. Alors là ce qu'on va faire c'est qu'on va se remettre par... On n'a pas forcément besoin de séparer les tables par contre vous avez de quoi manipuler d'un coté et de l'autre. Je vais vous remettre la source de lumière ici. Euh on n'a pas besoin de source de lumière d'ailleurs.
787	C	En fait il y aura différentes phases mais dans le cadre.
788	E.B	Alors est-ce que la Terre sort du cadre ou pas ?
789	C	Non.
790	E.B	Vous pouvez travailler avec votre corps ou avec des petites balles. Donc une grosse balle pour la Terre, une petite balle pour la Lune.
791	A	On peut faire un bonhomme pour voir un peu ?
792	E.B	Et oui avec de la pâte à modeler.
793	M	Elle tourne dans quel sens ?
794	E.B	Ah dans quel sens tourne la Lune autour de la Terre ?
795	A	Moi je l'ai fait tourner comme ça (sens des aiguilles d'une montre).
796	E.B	Alors la Lune tourne…
797	Ad	D'est en ouest.
798	E.B	Ca ça ne veut rien dire pour moi pour le moment.
799	Ad	Dans le sens des aiguilles d'une montre.
800	E.B	Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
801	Ad 21'	C'est pareil.
802	E.B	Si je regarde les choses d'en haut ? C'est-à-dire que mon pôle nord est en haut, les aiguilles tournent

		dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Alors vous avez de la pâte à modeler tout le monde, vous pouvez mettre des petits bonhommes, vous pouvez mettre des cadres, ce que vous voulez. Mais à mon avis si vous ne mettez rien je ne vois pas comment vous pouvez savoir...
803	Groupe 1	
804	A	Alors tac je suis là et puis hop je vais me retrouver là et après hop (A fait tourner la lune autour du soleil en laissant les 2 bonhommes se regarder).
805	C	Attends si t'es toujours sur la même phase.
806	A	Je suis toujours là.
807	C	T'es toujours là c'est moi qui doit tourner (*la Terre*).
808	A	Mais de toute façon…
809	C	C'est moi qui dois tourner
810	A	Mais la Terre elle tourne combien de fois ?
811	C	Elle tourne 28 fois.
812	A	Oui ben c'est la même chose vu qu'elle tourne sur elle-même elle va pas sortir du cadre.
813	C	Mais ca va toujours être sur la même face.
814	A	Non tu ne vas pas toujours être sur la même face hein. Elle tourne 28 fois quand même.
815	C	Oui donc tu la verras en quartier en… mais elle ne sortira pas.
816	A	Oui voilà.
817	Groupe 2	
818	J.L	Non mais de tout façon, forcément ça sort. Ben il faudrait faire un tour de Terre en 24h. Attends on va mettre un mec là. Regarde, lui il va tourner et elle va tourner beaucoup plus doucement donc forcément il va la voir changer. Regarde ça va faire ça. Elle, elle tourne en 24h et elle, tout doucement, donc lui par rapport à lui il va la voir se lever et se coucher.
819	E.B	Alors votre bonhomme sur la Lune il est où là ?
820	J.L	Ah on l'a mis sur la Terre ! C'est moi j'endosse toute la responsabilité. Ah oui ben du coup elle sera toujours au même endroit et non elle ne sortira pas du cadre.
821	Ad	C'est fou.
822	J.L	Je ne sais pas, essaye. Tourne vite parce qu'elle tourne en 24h elle.
823	S	Ah oui.
824	Groupe 3	
825	M	Moi je pense que ça ne sort pas du cadre.
826	P	Non on a déjà vérifié, on est toujours en face alors la Terre reste, mais elle va bouger dans le cadre.
827	M	Oui sur elle-même mais dans le cadre.
828	P	Alors on fait un cadre ?
829	M	Alors on fait chacune un coté ?
830	E.B	Alors si vous avez trouvé la réponse à la question de savoir si la Terre sort du cadre vous pouvez continuer. Est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ? Est-ce qu'on voit différentes phases ? Soyez prêts à expliquer aux autres hein.
831	M	Si je tourne, tu tournes aussi.
832	P	Mais tu tournes plus vite (*la Terre*). Tu vas rester toujours dans le cadre ?
833	M	Oui vu que tu tournes autour de moi. Madame c'est sûr, vu qu'on a dit que c'est un satellite. Le satellite il ne va pas filmer autre chose, si c'est un satellite de la Terre.
834	E.B	Qu'est-ce que vous voulez dire par là ?
835	M	Ben on a dit que la Lune est un satellite de la Terre, ça veut dire qu'elle va tout le temps observer la Terre, donc elle va forcément tout le temps voir la Terre dans son…
836	E.B	Ah ben ça c'est une autre question, est-ce que tout le monde sur la Lune voit la Terre ?

837	M	Ah ben non. Mais la face qu'on voit…
838	E.B 25'	Je vous laisse réfléchir à ça.
839	J.L	Lui il va voir tourner la Terre mais il ne va pas la voir bouger apparemment.
840	E.B	D'accord alors est-ce qu'elle sort du cadre ?
841	J.L	Elle ne sortira pas du cadre.
842	E.B	Alors on va faire un premier bilan. Alors on a trois groupes manipulateurs là. Tenez, vous êtes très mignonnes toutes les deux, vous allez vous lever et nous montrer ce que vous avez fait. Et puis ensuite les autres diront ce qu'ils en pensent. Alors, d'après vous, est-ce que la Terre sort du cadre ou pas ?
843	C et A	Non.
844	E.B	Expliquez nous pourquoi.
845	C	J'ai pris l'exemple par rapport à Estelle en fait. Estelle tout à l'heure elle était toujours face à Aurélie donc ça revient au même si…
846	A	Mais moi il y a un truc que je ne comprends pas. Elle ne sera pas toujours face à moi parce qu'elle tourne 28 fois donc déjà il ne faut pas prendre ça. Mais quelqu'un qui est sur la Lune il va toujours voir la Terre puisque la Lune a toujours la même face, face à la Terre. Donc quand elle tourne on voit toujours la Terre.
847	E.B	Voilà donc faites le mouvement. Donc votre bonhomme voit toujours la Terre devant lui. Et si vous mettez un cadre devant son nez qui est solidaire de la Lune et que vous vous mettez dans le prolongement... C'est-à-dire que vous regardez dans la même direction que le bonhomme qui est sur la Lune et vous regardez dans le cadre et bien vous voyez toujours la Terre au même endroit. Donc vous c'est comme ça que vous avez fait. Est-ce que les autres ont fait autrement ?
848	P	Non.
849	E.B 28'	Donc vous êtes d'accord ? Donc que vous fassiez tourner la Lune dans un sens ou dans l'autre on a toujours la Terre qui ne sort pas du cadre. Et est-ce que vous avez trouvé la réponse à d'autres questions en faisant ça ?
850	C	Oui la deuxième que vous nous avez posée, si c'est la même face ou pas.
851	E.B	Et alors ?
852	C	Ben non. Comme la Terre tourne une fois en 24h et que la Lune tourne en 28 jours autour de la Terre, on aura toujours une face différente pendant que la Lune bouge.
853	E.B	Alors si on essaye d'expliquer ça proprement, en tournant en une journée…
854	A	Ben en fait quand je vais faire un tour, elle va en faire 28.
855	E.B	Je préférerais que vous me disiez que lorsqu'en 1 jour la Terre fait un tour, la Lune a fait combien de tours ?
856	A	1/28ème.
857	E.B	Donc la Lune quand elle a fait 1/28ème de tour, la Terre elle a fait ?
858	Tous	Un tour.
859	E.B	Donc est-ce qu'on peut voir toutes les faces de la Terre ?
860	C	Oui.
861	E.B	Est-ce que tout le monde sur la Lune peut voir la Terre ?
862	M	Non.
863	A	Pas la face cachée.
864	E.B	Donc il y a des gens qui ne voient… Si des gens habitent sur la Lune, ceux qui sont sur la face cachée…
865	M	Ne voient pas la Terre.
866	E.B	Bon ben on a déjà pas mal avancé là. Est-ce que vous êtes d'accord avec tout ça ? Avec notre modèle, est-ce que ça a l'air de coller vos explications ? Donc si je reprends ce qu'on a fait pour le moment, on est parti du fait qu'on voyait toujours la même face de la Lune, ça on a utilisé des photos, et puis à partir de là on a essayé d'expliquer quel mouvement pouvait expliquer ça. On a admis que la Lune tourne autour de la Terre et à partir de là on a vu que pour expliquer ça il fallait

		que la Lune fasse un tour sur elle même exactement en même temps que la Terre et puis en refaisant ça, en se mettant non plus du coté de la Terre puisque tout à l'heure ce qu'on regardait c'était du point de vu de la Terre, maintenant on a regardé du point de vu de qui ?
867	Tous	De la Lune.
868	E.B	Et du point de vue de la Lune qu'est-ce qu'on observe ? Que la face de la Terre change. Et la Terre est-ce qu'elle bouge, est-ce qu'elle sort du cadre ?
869	Tous 31'	Non.
870	E.B	Qu'est-ce qu'il nous reste comme question ?
871	Ad	Est-ce que le diamètre de la Lune grossit du point de vu de la Terre ?
872	E.B	Ah est-ce que le diamètre de la Lune grossit du point de vue de la Terre ? Ca c'est une question qui n'a rien à voir avec ce qu'on est en train de faire là. Comment on pourrait savoir ça quand on regarde la Lune au cours d'une nuit ?
873	J.L	On mesure.
874	E.B	Comment on fait pour mesurer ?
875	J.L	On se fait un cache à bout de bras, on prendrait la dimension sur un calque, on découperait le trou dans un bout de carton et après on vérifierait.
876	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez ?
877	M	C'est une bonne idée.
878	E.B	Donc l'idée c'est, on prend un papier, on fait éventuellement plusieurs ronds c'est ça ? On se met toujours à la même distance du papier et puis on regarde à quel trou la Lune correspond. Et puis je fais ça au cours du temps. Comment on fait pour savoir ? On essaye et on se rend compte que le diamètre qu'on appelle diamètre apparent, tel qu'on le voit nous, est toujours le même. Par contre, si on regarde juste à l'œil on a l'impression que la Lune est plus grosse à certains moments qu'à d'autres. Certains pensent que c'est parce que notre œil, pour évaluer des distances, il a du mal quand c'est très loin. Et quand la Lune est basse sur l'horizon, près d'un arbre ou de quelque chose, on a la sensation qu'elle est plus grosse.
879	J.L 34'35"	Et ça il y a la même chose en montagne sur un alpage par exemple.
880	E.B	Oui, on a du mal à évaluer, on a du mal pour repérer les choses qui sont très loin.
881	A	Et par contre on a dit qu'il y avait différentes faces mais est-ce qu'il y a différentes phases ?
882	E.B	Alors ben ça c'est la question suivante. Merci de l'avoir posée ! C'est une excellente question ! Donc la question qu'on se pose maintenant c'est la question…
883	A	Est-ce que les phases de la Lune sont visibles sur la Terre ?
884	E.B	Alors, non, ce n'est pas ça la question.
885	A	Non mais est-ce que c'est pareil ?
886	Ad	La Terre a-t-elle des phases ?
887	E.B	Est-ce que de la Lune, on peut voir des phases de la Terre ? Ca va ça ? Et je vais peut être vous donner à toutes les deux aussi une lampe parce que ça sera peut être plus facile. Alors pour ça il va falloir faire un petit peu d'obscurité donc je vais fermer la lumière. Donc vous avez votre loupiote qui vous sert de soleil, vous avez votre Terre et votre Lune. Et maintenant la question qu'on se pose c'est, est-ce qu'on peut voir différentes phases de la Terre ? C'est à dire est-ce qu'on peut voir un quartier de Terre comme on le voit sur l'image ? D'ailleurs au passage, c'est un premier ou un dernier quartier ça ?
888	M	Un premier.
889	E.B	Vous êtes d'accord Adrien ?
890	Ad	Oui puisqu'on peut faire un "p".
891	E.B	Vous êtes prêts ? J'éteins.
892	Groupe 1	
893	Ad	Il peut y avoir, là il y a une éclipse de Terre.
894	J.L	Vas y tourne un peu pour voir. Ah oui !

895	Ad	Et oui à un moment donné ça cache.
896	J.L	Et attends comment ça se fait que…
897	Ad	Comment ça se fait que quoi ?
898	J.L	Regarde quand elle (*la lune*) va être là, elle verra une Terre pleine. Et quand elle va tourner elle va voir un croissant et puis là elle va voir…
899	Ad	Une éclipse.
900	J.L	Non elle va voir un tout petit croissant.
901	Ad	Une éclipse de soleil.
902	J.L	Elle va voir tout hein même des croissants.
903	Groupe 3	
904	P	Mais tous les deux tournent autour du soleil non ?
905	M	Alors, de la Lune est-ce qu'on voit des différents quartiers de la Terre ? Ca veut dire qu'elle tourne.
906	E	Il faut faire tourner le soleil.
907	M	Et oui.
908	P	Non le soleil ne tourne pas.
909	M	Ah le soleil ne tourne pas ?
910	P	Non la Terre tourne autour du soleil.
911	M	Ah d'accord.
912	E	Oui mais c'est plus facile que ça reste fixe, c'est pareil.
913	P	Ah oui.
914	M	Donc ça fait ça. Et oui tu vois. Regarde là le temps que ça fasse un tour, elle tourne plusieurs fois et elle (*la lune*) voit différentes phases. Regarde, quand elle est là elle voit de l'ombre, et quand elle arrive en cette position elle voit…
915	P	C'est pleine Terre.
916	M	Donc oui.
917	Groupe 2	
918	A	La Terre elle tourne autour du Soleil et la Lune tourne autour de la Terre non ?
919	C	Oui mais le soleil t'es obligé de le faire tourner.
920	A	Oui ben c'est moi qui vais le faire tourner. Mais on s'en fout en fait on n'est pas obligé de le faire tourner parce que regarde si tu le fais tourner c'est la même chose.
921	C	Ben si tu fais tourner la Terre.
922	A	Oui c'est la même chose. Donc moi je suis sur la Lune, je vois… Mais là ça fait une éclipse c'est bête ! (*tout est aligné*). Elle ne voit jamais une face entière. Il faut se déplacer avec en fait. Ou alors on déplace le Soleil plutôt non ? Et oui regarde la Lune elle va voir des phases.
923	C	Ben oui. Ben si elle se trouve là, elle ne va rien voir, là un croissant, là le dernier quartier
924	E.B	Alors ?
925	J.L	Normalement on devrait voir des croissants, on devrait voir des phases de la Terre.
926	E.B	Donc est-ce que c'est possible de voir des phases de la Terre ? Donc vous, vous êtes en train de me dire oui.
927	C et A	Oui on voit des phases.
928	A	Mais on ne voit pas de pleine Terre.
929	E.B	Tout à l'heure c'était vous qui nous aviez expliqué les choses donc allez le groupe Adrien, J.L et Siméa.
930	S	Je fais le soleil.
931	J-L.	Notre Lune qui va tourner autour de la Terre, Notre bonhomme qui regarde toujours vers la Terre, il va voir un premier croissant puis il va voir la Terre entière là puis il va voir les croissants diminuer puis quand il va passer derrière la Terre il ne verra plus rien et puis hop il recommencera.

		Pas besoin de faire bouger la Terre.
932	C	Mais normalement il y a une éclipse. Eux, ils sont restés soulevés.
933	J.l	Non mais l'éclipse c'est un cas particulier, c'est quand t'es aligné. Là t'es pas forcément aligné.
934	A	Oui mais quand c'est que c'est aligné alors ?
935	J.L	Ben quand le plan de l'elliptique… Enfin… Nous tout ce qu'on a vu c'est ça, après peut être qu'on peut se tromper évidemment.
936	E.B	Donc vous ,ce que vous avez fait, c'est que vous n'avez pas mis la Lune dans l'alignement du Soleil et de la Terre c'est ça ?
937	J.l	Pas tout à fait sinon à chaque fois on aurait une éclipse.
938	E.B	C'est quoi une éclipse ?
939	Ad	C'est quand il y a la Terre qui cache la lumière du soleil par rapport à la Lune. La Terre est entre la Lune et le soleil.
940	E.B	D'accord et là dans ce cas là, la Lune elle est…
941	J.l	Là on voit ça fait une tache (*la Lune est entre le soleil et la Terre*).
942	E.B	Alors ça s'appelle comment ça ? Une éclipse de ?
943	J.l 3'	De Lune ! De Terre !
944	C	Ben c'est une éclipse de Lune.
945	E.B	Alors là ça dépend de où l'on parle évidemment. Si on est sur la Terre ça s'appelle comment ?
946	Ad	Une éclipse solaire.
947	E.B	Une éclipse du Soleil voilà. Et si on est sur la Lune ?
948	J.L	On ne voit plus la Terre donc c'est une éclipse de Terre.
949	E.B	On peut appeler ça comme ça si on veut. En tout cas, ce qu'on voit, c'est l'ombre de la Lune sur la Terre. Et de l'autre coté ?
950	J.L	Là on ne voit plus de Terre.
951	E.B	Alors si la Lune se retrouve dans l'ombre de la Terre…
952	C	Une éclipse lunaire.
953	E.B	C'est comme cela qu'on l'appelle vue de la Terre, et si on est sur la Lune, on va appeler ça comment ?
954	J.L	De lune.
955	E.B	On devrait voir quoi et on ne le voit pas ?
956	C	On ne voit pas la Terre.
957	E.B	Ben est-ce qu'on voit la Terre dans tous les cas ?
958	P	Non, le soleil.
959	J.L	Oui mais noir.
960	E.B	C'est-à-dire qu'on ne la voit pas. Si on n'a pas de lumière qui arrive sur la Terre, on ne voit pas la Terre. Donc vue de la Terre c'est-ce qu'on appelle une éclipse de…
961	S	Lune.
962	E.B	De lune parce que, pareil, la Lune est dans le noir là. Alors que si on est plus haut, vu de la Terre. Remets toi en éclipse de Lune. Attends je vais t'aider. Donc vu de la Lune on voit quoi de la Terre ?
963	S	Rien.
964	E.B	Si on est comme ça ? *La lune est un peu remontée donc elle est éclairée.* Vu de la Lune on voit quoi de la Terre ?
965	J.L	Un tout petit croissant.
966	E.B	On ne voit quasiment rien en fait. Par contre quand on est comme ça sur la Lune qu'est-ce qu'on voit à part la Terre ?
967	M	Le soleil.
968	E.B	On voit le soleil. Donc vu de la Lune, ça (*soleil caché par la Terre*) ça correspond à quoi ?

969	C	Une éclipse solaire.
970	E.B	On ne voit pas le soleil alors qu'on pourrait le voir, c'est-ce qu'on appelle une éclipse de soleil. Donc ça c'est du point de vue de quelqu'un qui est sur la Lune. Alors que pour la Terre, l'éclipse de soleil c'est ça (*Lune entre soleil et Terre*). Quand on est comme ça *(Lune derrière la Terre)*, quelqu'un qui est sur la Terre, là, il voit la Lune en grand, il voit une pleine lune et là, est-ce qu'il la voit ?
971	Tous	Non.
972	E.B	Elle est dans l'ombre de la Terre. Du point de vue de la Terre, pour quelqu'un qui est sur la Terre, c'est une éclipse de Lune. Pour quelqu'un qui est sur la Lune, ici *(Lune entre le soleil et la Terre)*, il voit la terre mais il en voit une partie cachée par son ombre, là c'est une éclipse... Alors ça pourrait être une éclipse de Terre si il était énorme mais là c'est une éclipse partielle...
973	C 6'	De la Terre.
974	E.B	Par contre donc ici (*Lune derrière le soleil)*, pour quelqu'un qui est sur la Lune c'est une éclipse de…
975	J.L	Terre.
976	E.B	Il ne la voit jamais la Terre, là c'est une éclipse de soleil. Ici *(Lune entre soleil et Terre)*, pour quelqu'un qui est sur la Lune c'est une éclipse…
977	M	Partielle.
978	E.B	Partielle de Terre. Pour quelqu'un qui est sur la Terre et qui se trouve dans l'ombre c'est une éclipse de Soleil et ici *(Terre entre le soleil et la Lune)* pour quelqu'un qui est sur la Terre c'est…
979	Tous	Une éclipse de Lune.
980	E.B	Ca va les éclipses ? Et donc, on va redonner des noms à tout ça. Quand mon petit bonhomme sur la Lune voit la Terre comme ça (Lune entre soleil et Terre) il voit quoi ?
981	J.L	Une pleine Terre.
982	E.B	Quand il est comme ça *(Lune derrière la Terre)*, qu'est-ce qu'il voit de la Terre ?
983	C	Rien.
984	E.B	Rien du tout. Est-ce que vous savez comment ça s'appelle ? C'est comme nous quand il n'y a pas de Lune.
985	J.L	Nouvelle Lune. Nouvelle Terre.
986	E.B	Voilà. Nous on appelle ça une nouvelle Lune donc on pourrait appeler ça la nouvelle Terre. Ici *(Lune sur la coté de la Terre)*, qu'est-ce qu'il voit ? Il voit une moitié et il voit la moitié droite donc il peut faire un…
987	Tous	"p".
988	E.B	Donc c'est un premier quartier. Quand il est ici *(de l'autre coté)*?
989	C	Dernier quartier.
990	E.B	Quand il est ici ?
991	C	Il la voit aux trois quarts.
992	J.L	Gibbeuse.
993	E.B	C'est une gibbeuse. Là il la voit aussi aux trois quarts c'est une gibbeuse. Quand il est ici ?
994	Ad	Petit croissant.
995	E.B	Ah il voit un petit bout, il voit un petit bout. C'est le premier ou le dernier croissant ?
996	A	Le dernier.
997	E.B	Tout le monde est d'accord ? Et puis ici ?
998	J.L	Le premier. Premier quartier.
999	E.B	Question subsidiaire pour vous. Est-ce qu'il y a un lien entre ce que l'on voit du point de vue de la Lune et ce que l'on voit du point de vue de la Terre.
1000	A	Oui c'est l'inverse. Quand on voit le premier quartier en fait c'est le dernier.
1001	E.B	Alors est-ce que cette phrase là elle veut dire quelque chose ?
1002	A	Quand on voit le premier quartier, si à ce moment là on se pose sur la Terre on voit le dernier quartier.

1003	E.B	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ? Faites-le tous pour bien vous en assurer. Donc là dans cette situation, vu de la Lune je vois quoi ?
1004	J.L	Premier quartier.
1005	E.B	Donc mettez vous tous de façon à tous voir un premier quartier de Terre.
1006	9'	Allez Patrizia il faut que vous vous mettiez derrière Mariska, sinon vous ne verrez pas la même chose.
1007	9' à 9'39"	*Mise en place par groupe d'un premier quartier de Terre.*
1008	E.B	Alors quand on voit un premier quartier de Terre vu de la Lune qu'est-ce qu'on voit du point de vue de la Terre ?
1009	Ad et A	On voit un dernier quartier.
1010	E.B	Du point de vue de la Terre on voit un dernier quartier. Alors maintenant quand on voit une nouvelle Terre ? Mettez vous en situation de nouvelle Terre. Qu'est-ce qu'on voit du point de vue de la Terre ?
1011	Ad	Une pleine Lune.
1012	E.B	Une plein Lune vous êtes d'accord ?
1013	Tous	Oui.
1014	E.B	Maintenant on va essayer de deviner l'inverse. Alors mettez vous en situation de voir de la Lune une pleine Terre.
1015	C	On voit une nouvelle Lune.
1016	E.B	Vu de quoi ?
1017	C	Vu de la Terre.
1018	E.B	Vu de la Terre on voit une nouvelle Lune. Euh tenez, mettez-moi une Terre gibbeuse. Donc vu de la Lune je dois voir une Terre gibbeuse. Qu'est-ce que vous voyez vu de la Terre ?
1019		*Mise en place de la situation en Terre gibbeuse.*
1020		Vous voyez quoi, vous ?
1021	E	Un croissant.
1022	E.B 12'	Vous voyez un dernier croissant. Est-ce que quelqu'un voit autre chose ?
1023	C	Un premier croissant.
1024	E.B	On peut voir les deux hein. Donc est-ce qu'on peut voir des phases de la Terre ?
1025	Ad et A	Oui.
1026	E.B	Donc est-ce qu'on peut voir la même chose que dans l'image ?
1027	A	Oui.
1028	E.B	Euh vous avez vu un quartier comme dans l'image ?
1029	J.L	Non parce que c'est incliné.
1030	A	Oui mais nous on n'a pas incliné.
1031	E.B	Ah ben je ne sais pas.
1032	A	Ben non ça sert à rien parce qu'on a montré que quand on inclinait ça faisait pareil. Ou c'est parce que le soleil vient de là. On ne l'a pas mis au bon endroit.
1033	J.L	Mais oui mais c'est parce qu'il y a l'inclinaison de l'axe de la Terre.
1034	E.B	Alors je vais poser la question autrement, il y a peut être un peu de ça mais je ne suis pas sure que tout le monde voit. Quand vous avez vu des choses vues de la Lune ou vues de la Terre vous vous êtes placé où ? Est-ce que vous arrivez à voir de quel endroit de la Lune vous regardiez les choses quand vous disiez que vous regardiez un quartier de Terre ou autre ?
1035	A	En haut.
1036	E.B	C'est-à-dire ?

1037	A	Sur le dessus.
1038	E.B	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ou pas ? Alors là on est sur l'axe de la Lune, on peut dire qu'on est sur le pôle de la Lune. Donc quand vous avez regardé la Terre du point de vue de la Lune vous vous êtes mis dans cette position là. Et pareil quand vous regardiez les choses vues de la Terre vous regardiez les choses comme si vos deux yeux étaient là, donc vues du pôle Nord. Donc quand on regarde les choses vues du Pôle, la séparation jour/nuit on la voit comment ?
1039	J.L	Verticale.
1040	E.B	Comme dans l'image des phases de la Lune, on voit des séparations verticales. Alors la verticale pour vous ou pour le bonhomme c'est quoi ? Et l'horizontale c'est quoi ?
1041	Ad	C'est l'axe fait par les deux pôles.
1042	E.B	Voilà, donc sa verticale c'est la droite qui passe par les deux pôles. Et son horizontale c'est la tangente du cercle.
1043	15'	Vous êtes d'accord avec ça ? Est-ce que ça va ? C'est-à-dire que si j'ai mon horizon, mettez une main juste en dessous de vos yeux, ben là je vois une séparation jour/nuit, je vois mon quartier vertical. Vous êtes d'accord ? Faites le pour vous assurer de ça. Donc votre main c'est votre horizon et votre séparation jour/nuit c'est votre bâton. En fait on va dire que notre main nous sert pour faire notre horizon. Bon maintenant tournez la tête. Qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que vous voyez toujours votre bâton vertical ?
1044	M	Non.
1045	J.L	Ben non il s'est incliné.
1046	E.B	Vous le voyez incliné par rapport à votre horizon. Est-ce qu'on peut retrouver une situation où au lieu d'avoir une situation comme ça, on l'a incliné ?
1047	M	De la Lune ?
1048	E.B	Oui parce que ça c'était l'horizon de ma Lune. L'horizon il est toujours tangent à ma sphère.
1049	J.L	De toute façon c'est quand l'axe est incliné.
1050	E.B	Alors est-ce que pour le moment j'ai joué à incliner mon axe ? Alors là, j'ai ma séparation jour/nuit qui est droite par rapport à mon bonhomme vous êtes d"accord ? Parce que son horizon est comme ça par rapport à la Terre. Ah oui ce que vous êtes en train de faire c'est que vous vous dites j'incline ça et puis j'incline ça et ça le fait.
1051	C	Non c'est la Terre qui est inclinée.
1052	E.B	Oui mais est-ce que la Terre elle change d'inclinaison au cours de… Non.
1053	Ad	Non mais c'est son axe qui est incliné.
1054	E.B	Ah effectivement on pourrait dire je le vois incliné du pole Nord parce que la Terre est comme ça. Mais est-ce qu'une Terre comme ça change quelque chose ?
1055	J.L 18'	Non puisque la séparation elle est comme ça.
1056	E.B	Elle est liée à quoi cette séparation ? Est-ce qu'elle est liée à l'inclinaison de l'axe ?
1057	J.L	Elle est liée au soleil, aux rayons.
1058	Ad	Ca veut dire qu'ils sont sur le coté de la Terre.
1059	J.L	Et oui parce que nous on a placé notre soleil là.
1060	E.B	On peut changer la position du soleil.
1061	Ad	Et si ils sont là les deux cosmonautes ?
1062	J.L	Ah ben oui ils le voit penché. Leur horizon il est penché. Donc ils sont sur le coté il a trouvé !
1063	E.B	Alors est-ce que ça va ?
1064	M	Ca va à peu près.
1065	E.B	Est-ce que vous voulez qu'on le refasse ? Allez, on se le refait.
1066	J.L	Est-ce qu'on pourrait déterminer où ils sont positionnés sur la Lune ?
1067	E.B	Ah en voilà une bonne question !
1068	J.L	Grace aux cratères.
1069	Ad	Oula tu nous as perdus !

1070	M	Un peu compliqué.
1071	E.B	Bon alors on se refait déjà le début d'accord ? Alors pour ça on va passer sur des choses un peu plus grosses.
1072	20'20" à 22'24"	*Mise en place de la modélisation.* Donc voilà on a un soleil *(rétroprojecteur)*. Il nous faut une Terre et une Lune. Donc la Terre il faut que ça soit une boule. Voilà la Terre (*globe*).
1073	E.B	Donc voilà vous êtes des positions de Lune différentes *(les élèves sont autour de la Terre)*. Moi si je suis sur la Lune, de mon point de vue de Lune, ici, je vois un premier quartier. Vous qu'est-ce que vous voyez ?
1074	E	Une gibbeuse.
1075	E.B	Vous êtes sure ?
1076	E	Ah non un croissant !
1077	E.B	Oui c'est plutôt un croissant. Mariska ?
1078	M	Moi je vois nouvelle Lune.
1079	P	Un dernier croissant.
1080	C	Un dernier tiers. Euh un dernier quartier.
1081	A	Dernier quartier.
1082	E.B	Dernier quartier ou un peu plus ?
1083	A	Un peu plus.
1084	Ad	Moi je la vois pleine. Enfin là je vois une gibbeuse.
1085	E.B	Vous voyez une gibbeuse.
1086	S	Le premier quartier.
1087	E.B	Le premier quartier ?
1088	S	Un peu plus.
1089	E.B	Oui un peu plus donc c'est une gibbeuse. Ok donc on voit tous des choses différentes. Est-ce que c'est normal ?
1090	Tous	Oui.
1091	E.B	Oui parce qu'on est placé différemment par rapport à quoi ?
1092	J.L	A la Terre et à la source lumineuse.
1093	E.B	Bon. Là quand on regarde tous notre horizon c'est quoi ? Voilà on a notre horizon qui est comme ça (*main à plat en dessous des yeux*). Notre horizon en fait c'est une copie du plan de la table sur laquelle est posée la Terre. Alors maintenant si je tourne la tête, est-ce que je vois l'axe de la séparation jour/nuit qui était vertical qui l'est toujours ? Il ne l'est plus par rapport à notre horizon. Alors maintenant tourner comme ça, ça veut dire quoi ? Alors là il faut qu'on reprenne une boule hein et puis un bout de carton. Quand vous regardiez au tout départ et que vous m'avez dit ce que vous regardiez... Vous m'avez dit que vous aviez votre horizon dans cette position là (*carton à l'horizontale au dessus de la boule*). Maintenant, quand j'ai incliné mon horizon, ben mon horizon c'est toujours la tangente à ma sphère, donc pour l'incliner il faut que je sois où ? Il faut que je sois ici ou ici (*tangente au coté de la boule*). Et est-ce que la forme de mon croissant ou de mon quartier va changer si je suis ici ou ici (*d'un coté ou de l'autre*) ?
1094	A	Oui.
1095	E.B	Pas la forme hein l'orientation excusez moi.
1096	J.L	Oui ben oui…
1097	E.B	L'orientation va changer. Donc pour voir un quartier incliné il faut que je me place d'un coté ou de l'autre. Est-ce que vous êtes capables de trouver de quel coté il faut que je me place pour le voir comme sur le poster ?
1098	J.L	Sur la droite.
1099	E.B	Alors par rapport à la verticale vous penchez votre tête par la droite ou la gauche ?
1100	J.L	Vers la droite pour qu'il bascule à gauche.
1101	E.B	Bon alors déjà est-ce que vous le voyez dans cette situation là ?

1102	J.L	Oui là oui.
1103	C	Non.
1104	E.B	Non vous le voyez dans le mauvais sens il faut venir de mon coté. Si vous venez à ma place, de quel coté il faut vous mettre ? Moi je le vois comme J.L et vous ben il faut tout inverser. Donc effectivement il faut que vous vous penchiez vers la droite. Donc avec ma petite boule ça veut dire qu'ils sont quelque part par ici (*à droite de la Lune*). Vous comprenez un peu le principe ?
1105	A et C	Oui.
1106	E.B	Donc la conclusion c'est quoi ? Si je suis au pôle Nord, si je suis à l'équateur et si je suis au pôle Sud, est-ce que je vois la même phase de la Lune ? La phase de la Lune sous la même forme ?
1107	Tous	Non.
1108	E.B	Alors je vois toujours un quartier mais le quartier, si je suis sur le pôle Nord ben là je vois un quartier qui fait un "p". Mais si je suis au pôle Sud qu'est-ce que je vois ?
1109	C	Ca fait un "d".
1110	E.B	Et oui je vois un dernier quartier. Et puis si je suis à l'équateur ?
1111	J.L 28'	Et ben ça fait un demi comment dire… Ca fait un pont.
1112	E.B	Ca fait un pont oui. Et puis si je suis entre les deux je la vois en position intermédiaire. Ca va tout le monde ? Donc est-ce qu'on peut voir la Lune comme dans l'image ?
1113	Tous	Oui.
1114	E.B	Est-ce qu'on a tout vérifié ? Pour faire comme dans l'image il reste une chose.
1115	Ad	Savoir si ça peut se reproduire dans la réalité le cadre.
1116	E.B	Je parlais de la position de la Terre. La Terre là elle est dans quelle position dans le ciel ? Est-ce qu'elle est au zénith ? Moi je suis sur la Lune comment je fais pour voir la Terre à peu près au dessus de mon horizon ? Si je suis au niveau du pôle je vois la Terre comment là ?
1117	J.L	Face, à l'horizontale.
1118	E.B	Donc où est-ce qu'il faut que je sois ?
1119	J.L	Il faut qu'ils soient plus bas non ? Si ils sont plus bas ils la verront en dessous d'eux.
1120	P	Ahah oui !
1121	E.B	En gros on est en train de refaire… Qu'est-ce que c'est ces lignes ? Des latitudes. Donc est-ce que suivant la latitude je vois la Terre différemment ?
1122	A	Oui on la voit placée différemment.
1123	E.B	Oui. Je suis sur l'équateur. Je prends une lune plus grosse.
1124	J.L	Ah ben oui sur l'équateur il va la voir au zénith.
1125	E.B	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce que dit J.L ? Sur l'équateur est-ce que je la vois au zénith ? Donc si je suis ici au niveau du pôle je vois ma Terre comment ? Je vois la Terre au ras de mon horizon. Si je suis sur l'équateur…
1126	J.L	Là je l'ai au dessus de ma tête.
1127	E.B	Je vois la Terre dans le prolongement de ma tête donc ça veut dire au zénith. Au zénith c'est à la verticale. Pour l'avoir dans cette position là (comme sur l'affiche) ?
1128	J.L	Entre l'équateur et le pôle Nord.
1129	E.B	Alors si je me mets au milieu, à 45 degrés, ma tête elle est ici, mon horizon il est ici puis la direction de la Terre effectivement c'est entre la verticale et mon horizon donc c'est 45. Et si je me déplace sur la latitude est-ce que je vois la Terre toujours à 45 degrés ?
1130	C	Oui.
1131	E.B	Est-ce que je vois toujours la même phase ?
1132	AD	Oui a peu près.
1133	E.B	Non mais vu qu'on est très loin on ne voit pas la différence. Donc on a vu l'inclinaison, on a vu la hauteur, on a vu la phase, on a vu qu'on pouvait voir toutes les faces de la Terre. Ah il reste toutes les questions de jour/nuit ! On fera ça après la pause.
1134	E.B	On reprend où on en était arrivé. Alors quelqu'un me fait un résumé de ce qu'on a fait. Quelles

		questions, dans quel ordre et pourquoi.
1135	M	Alors, on a d'abord dit ce qu'on savait sur la Lune et ensuite on a répondu aux questions qu'on s'était posé au début. Donc : Est-ce que la lune tourne sur elle-même ? Est-ce que la Terre va sortir du cadre sur la photo ? Est-ce qu'on voit des phases différentes de la Terre quand on est sur la lune ? Et est-ce que l'image est possible ?
1136	E.B	D'accord. Est-ce qu'on a répondu à tout ça ?
1137	A	Oui.
1138	Ad	Pas le cadre.
1139	C	Si.
1140	E.B	On s'était essentiellement posé des questions sur la possibilité de la position de la Terre, de l'aspect de la Terre etc.. La possibilité du cadre euh qu'est-ce que vous en pensez ? Imaginons qu'il soit constitué de matière extrêmement légère ce cadre. Vous avez vu la taille du cadre ? Comment on peut se rendre compte de la taille du cadre ?
1141	C	Ben on prend par rapport au petit bonhomme.
1142	Ad	Aux petits bonhommes qui sont au pied du cadre.
1143	E.B	Oui bon ça fait un cadre monstrueux quand même.
1144	C	Comment t'amènes ça sur la lune ?
1145	Ad	Ben tu prends une fusée. Tu vois la fusée qui part et le cadre qui suit !
1146	J.L	Même avec la possibilité que tu puisses t'envoler il faut une structure, il ne peut pas tenir comme ça sur un piquet.
1147	Ad	Ca dépend de la résistance du piquet, si c'est du polystyrène le problème le cadre euh…
1148	J.L	Non mais tu ne peux pas le faire tenir.
1149	Ad	Mais la gravité elle est…
1150	E.B	Est-ce que c'est un problème de gravité ou est-ce que c'est un problème lié à autre chose ?
1151	J.L	S'il était pendu oui il tiendrait tandis que là c'est l'inverse si tu le prends par en dessous euh…
1152	Ad	Si t'as le centre de gravité qui coïncide avec le piquet c'est bon.
1153	J.L	On pourra jamais parce que la résistance elle passera jamais par le piquet.
1154	Ad	En même temps si les gars arrivent à envoyer un cadre de cette taille là ils arrivent à calculer le centre de gravité.
1155	M	Ils l'ont fabriqué sur la lune peut être.
1156	Ad	Sur la face cachée de la lune.
1157	J.L	Et moi j'ai une question, ça n'a rien à voir hein, je me posais la question du spot lumineux. Je me suis dis ce sont des panneaux solaires mais pourquoi il y a un espèce d'anneau autour ?
1158	E.B	Bonne question.
1159	Ad	C'est pour montrer que c'est une œuvre d'art.
1160	E.B	J'ai une question pour vous par rapport à ce spot, d'où vient la lumière sur l'image ?
1161	Ad	C'est soit une réflexion soit le spot.
1162	J.L	La lumière du soleil tu veux dire ?
1163	E.B	Alors est-ce qu'il fait jour ou pas ?
1164	Ad	Peut être.
1165	J.L	Apparemment il fait jour puisqu'il y a une ombre projetée du truc donc il y a le soleil qui éclaire.
1166	M	Oui il fait jour.
1167	E.B	Alors si on considère qu'on a une ombre projetée du cadre… Ceci dit on peut avoir une ombre projetée avec la Terre comme source de lumière mais si la Terre renvoie la lumière, elle la renverrait…
1168	J.L	Elle serait comme ça.
1169	C	Elle serait face à nous.
1170	E.B	Voilà donc on va supposer qu'il fait jour.

1171	J.L	Sauf que si il fait jour et que les soleil est orienté vers là bas ils auraient pu tourner les panneaux du bon coté alors.
1172	E.B	Oui mais le cadre il est éclairé par quoi alors ? La lumière arrive de quel coté ?
1173	J.L	Sur la droite.
1174	E.B	Alors est-ce que le cadre serait éclairé comme ça ? Est-ce qu'on ne pourrait pas imaginer que les spots servent à éclairer une partie de quelque chose ? J'en sais trop rien hein.
1175	J.L	Non mais regarde si les spots éclairaient vu leur position…
1176	E.B	Ils éclairent le bas du cadre.
1177	J.L	Oui. Et l'ombre serait derrière. Au moins l'ombre du piquet.
1178	E.B	Ah oui mais l'ombre du piquet est liée à la position du soleil. Alors justement si on regarde un peu la direction des rayons du soleil, comment on fait ça ? Comment je fais pour connaitre la direction des rayons du soleil ?
1179	J.L	Le problème c'est qu'on n'a pas assez de points sur le cadre.
1180	E.B	Ben on en a combien ?
1181	7' à 7'38"	*A l'aide de l'image, regarder si l'artiste a respecté le fait que les rayons du soleil arrivent parallèlement. On ne voit pas l'image.*
1182	Ad	C'est qui l'artiste ?
1183	E.B	Alors merci de poser cette question j'aurai du vous le dire au début. L'artiste s'appelle Manchu et si vous tapez son nom sur internet vous allez tomber sur son site, il fait énormément de couvertures d'ouvrages de sciences fiction et il fait des vues d'artiste pour Ciel et Espace. Je vous montrerai ses albums demain. *Ils regardent sur l'ipad des images.*
1184	E.B	Euh j'avais encore une dernière question pour vous, on a parlé du jour et de la nuit, euh combien de temps dure une journée sur la Lune ? Alors je vous laisse tous réfléchir et écrivez votre explication.
1185	A	Ca fait 28 jours vu que ça… C'est le temps pour qu'elle fasse un tour sur elle-même ça fait 28 jours.
1186	E.B	Une journée c'est 24h, on a 12h de jour et 12h de nuit.
1187	P	C'est quoi la définition de jour ?
1188	E.B	Ah ça c'est une bonne question. Alors on a deux mots, le mot jour et le mot journée. Alors pour vous quand vous serez plus grands il faudra faire attention aux mots jour et journée. Le mot journée c'est quand il fait clair et le mot jour c'est les 24h. Moi je m'en moque puisqu'on a l'habitude de dire qu'il fait jour quand il y a de la lumière ok ?
1189	P	Oui.
1190	E.B	Donc si on veut vraiment préciser les choses, pour moi un jour ou une journée c'est 24h et sinon on va parler de durée d'éclairement, combien de temps j'ai de la lumière. On sait bien que la durée d'éclairement change entre l'été et l'hiver. Par contre les 24h ça, ça reste pareil. Et dans ces 24h pour faire court on a 12h de jour et 12h de nuit sur la Terre si on est à l'équateur. La question c'est sur la lune, combien de temps dure la nuit et combien de temps dure le moment où le soleil arrive sur le sol ?
1191	A	14 et 14.
1192	E.B	Et pourquoi ?
1193	A	Parce que un jour ça dure 28 jours le temps qu'elle fasse un tour sur elle-même.
1194	E.B	Attends, laissez réfléchir J.L qui vous dit qu'il ne comprend pas.
1195	J.L 12'	Non mais attends c'est un peu compliqué là, c'est que la face cachée… Ah oui, non, c'est une face cachée ça ne veut pas dire que… Si elle fait un tour complet oui c'est ça.
1196	A	Oui c'est 28 jours.
1197	E.B	Comment on fait pour savoir ?
1198	A	Ben une journée entière c'est le temps pour qu'elle fasse un tour entier sur elle-même. Donc on a vu que c'était en 28 jours donc…
1199	E.B	14 jours et 14 nuits. Donc là vous utilisez une comparaison. Vous dites que sur la Terre, la Terre tourne sur elle-même en 24h et qu'il y a 12h de jour 12h de nuit. Donc vous dites, la lune tourne sur elle-même en 28 jours donc j'ai la moitié en nuit, la moitié en jour. Donc 14 jours terrestres il faut que je précise, 14 fois 24h dans la lumière et 14 fois 24h dans la nuit.

1200	A	Sauf si elle accélère à un moment et qu'elle ralentit.
1201	E.B	Oui. Est-ce que ça on peut le savoir ? On va décider pour le moment qu'elle n'accélère pas. Alors qu'est-ce que tu en penses J.L ? Et toutes les deux ?
1202	M	Oui moi je pense que c'est ça.
1203	E.B	Et est-ce qu'on peut tester ça avec notre modèle ?
1204	M	Oui.
1205	E.B	Comment ?
1206	M	Ben si on allume la lumière, là il fait jour.
1207	E.B	Alors il fait jour où ? Est-ce qu'il fait jour partout ?
1208	M	Sur la face visible de la lune.
1209	E.B	Alors est-ce qu'il fait jour partout sur la face visible de la lune tout le temps ? On va prendre un petit bonhomme. Est-ce que là ça colle ce que vous êtes en train de faire ?
1210	M	Ben non mais…
1211	E.B	Alors mettez lui un peu de pâte à modeler.
1212	M	Donc là il fait jour et là il fait nuit. (*Mariska fait tourner la lune autour de la Terre*).
1213	E.B	Alors on va le faire avec le globe pour que tout le monde puisse le voir. Alors, vous avez un petit bonhomme sur la lune, la Terre, je vais vous allumer ça là bas et vous allez venir le faire pour tout le monde. Alors montrez nous. Les autres vous dites si vous êtes d'accord avec ce qu'elle fait ou pas.
1214	C 15'	Le bonhomme il doit toujours voir la Terre ?
1215	E.B	Ah, le bonhomme est-ce qu'il doit toujours voir la Terre ?
1216	Tous	Oui.
1217	E.B	Il doit toujours voir la Terre puisqu'on a dit, est-ce que la Terre sortait du cadre ? Non, c'est-à-dire que quelqu'un qui est sur la lune et qui ne bouge pas, la Terre lui apparait comment ? Si la Terre ne sort pas du cadre elle lui apparait comment ?
1218	E	Immobile.
1219	E.B	Immobile. Est-ce que vous êtes d'accord ? Vu de la lune si je pose mes fesses et que j'attends, je vois la Terre immobile. Alors allez-y montrez-nous.
1220	M	Là (*lune sur le coté de la Terre*) il fait jour.
1221	J.L	Là c'est le soir.
1222	E.B	Là il fait jour encore.
1223	M	Il fait jour (*lune derrière la Terre*).
1224	J.L	Là il va rentrer dans la nuit (*lune de l'autre coté de la Terre*).
1225	M	Et là il commence à faire nuit. Et tout le reste il fait nuit.
1226	A	Donc c'est bien ça.
1227	E.B	Donc il fait nuit combien de temps ?
1228	M	14 jours.
1229	E.B	14 jours terrestres. Et il y a de la lumière 14 jours terrestres aussi. Donc un petit bonhomme qui ne bouge pas voit une journée de 28 jours avec 14 jours de lumière et 14 jours de nuit. Tout le monde est d'accord avec ça ? Est-ce que c'est pareil pour un bonhomme qui est sur la face cachée de la lune ?
1230	M	Oui. Parce que quand celui qui est ici verra le jour, celui qui est ici (*à l'opposé*) verra la nuit et l'inverse.
1231	E.B	Est-ce que c'est toujours vrai ça ?
1232	Ad	Vas y essaye.
1233	E.B	Dans ce cas là il faut mettre deux petits bonhommes. Ok donc là non seulement vous les mettez un sur la face cachée un sur la face visible mais vous les mettez symétriques. Ca pourrait ne pas être le cas.
1234	M	Donc ici *(bonhomme sur face visible)*, le jour se lève, ici *(bonhomme sur face cachée)*, le jour se couche.

1235	E.B 18'	Ensuite pendant que l'un est toujours dans le jour, l'autre est toujours dans la nuit. Et puis hop, pour celui qui regarde la Terre, le soleil se couche et pour l'autre…
1236	J.L	Le soleil se lève.
1237	E.B	Et donc pendant que l'un est dans la nuit, l'autre est dans le jour. Est-ce que c'est vrai pour tous les gens qui sont sur la face cachée ?
1238	M	Non.
1239	E.B	Non pourquoi ?
1240	M	Parce que celui qui se trouve à l'extrémité des fois il peut se trouver dans le jour…
1241	E.B	Alors mets un bonhomme. Donc si on prend quelqu'un qui est maintenant sur la face visible et quelqu'un qui est à l'extrémité de la face cachée.
1242	M	Ben ici par exemple il fait jour pour les deux alors que lui il fait partie de la face cachée normalement.
1243	E.B	Donc est-ce qu'il y a un lien entre la face cachée et le fait d'être dans le jour et dans la nuit ?
1244	S	Non.
1245	E.B	C'est-ce qu'on peut appeler le décalage horaire. Là le décalage qu'il y a sur 24h c'est sur 28 jours. Bon donc vue de la lune, la Terre est immobile et puis le jour et la nuit ben ça dépend de la position de la Lune par rapport au soleil et puis de sa rotation sur elle-même et autour de la Terre.
1246	J.L	C'est peut être pour ça que les températures sont aussi extrêmes.
1247	E.B	Alors les températures extrêmes, là on fait un aparté, mais ce qui fait que sur la Terre, la variation de température n'est pas énorme quand on passe du jour à la nuit c'est le fait qu'on a une atmosphère qui emmagasine une partie de la chaleur, c'est-ce qu'on appelle l'effet de serre. Sur la lune, il n'y a pas d'atmosphère. S'il n'y a pas d'atmosphère, il n'y a pas d'effet de serre, c'est à dire que les transitions sont violentes. Donc ce n'est pas entre la face cachée et la face visible qu'il fait chaud ou froid, c'est entre...
1248	J.L 21'	Jour et nuit.
1249	E.B	Voilà. On a toujours une moitié de la lune qui est éclairée et une moitié qui ne l'est pas donc c'est entre la moitié qui est éclairée et la moitié qui ne l'est pas. On a une différence de température très importante. La séparation jour/nuit que l'on voit sur la Terre et sur la lune c'est-ce qu'on appelle le terminateur. C'est la séparation entre le jour et la nuit. Là (*sur l'affiche*), vous êtes d'accord, la limite entre le jour et le soleil sur la Terre c'est-ce qu'on voyait tout à l'heure. C'est l'endroit où on voit le soleil apparaitre et où on voit le soleil se coucher, c'est-ce qu'on appelle le terminateur. Alors je vais vous poser une petite question individuelle. On va rallumer. Donc je vais lire la question, chacun répond pour soi. Donc la question, elle est facile. Il y a deux personnes qui discutent, une qui dit que la Terre tourne autour du soleil et l'autre qui dit que le soleil tourne autour de la Terre et ils vous demandent votre avis.
1250	Ad	Ah, notre avis.
1251	E.B	Oui.
1252	Ad	Donc on n'observe rien, c'est notre avis.
1253	E.B	C'est votre avis à vous. Donc ce que vous en pensez et comment vous savez les choses. Comment vous justifiez ça ? Qu'est-ce que vous lui dites à cette personne ?
1254	23'30 à 29'30	*Chacun répond sur une feuille.*
1255	A	Et si on ne sait pas expliquer ?
1256	E.B	C'est pas grave vous pouvez au moins dire d'où vous le savez.
1257	A	Ben on me l'a dit
1258	E.B	Ecrivez ça.
1259	A	Non mais il y a une preuve mais je ne sais plus ce que c'est.
1260	E.B	Alors, quelques minutes de discussion, ensuite je vous donne le travail à faire pour ce soir. Je voudrai savoir si vous avez une idée sur la raison pour laquelle je vous ai fait travailler sur cette image ?

1261	Ad	Parce que vous aimez bien la science-fiction.
1262	E.B	Mis à part ça.
1263	Ad	Ah ben je sais pas moi on me demande une raison.
1264	A	Parce qu'on peut se poser plein de questions dessus.
1265	E.B	Oui. Et qu'est-ce que je vous ai forcés à faire en travaillant avec cette image ?
1266	Ad	Une démarche d'investigation.
1267	C	On s'est posé des questions.
1268	E.B	Oui mais est-ce que vous aviez déjà, vous avez peut être déjà travaillé sur la Lune quand vous étiez petits, est-ce que c'était de cette façon ?
1269	Ad et A	Non.
1270	E.B	Qu'est-ce qui a changé là ?
1271	A	Comme on s'est posé les questions, on retient mieux. Avant j'avais rien retenu.
1272	E.B	Oui alors ce que je voulais vous faire dire, mais ce n'est pas un problème si je vous le dis moi. Là explicitement ce que j'ai fait c'est que je vous ai mis sur la lune, c'est-à-dire que j'ai volontairement voulu vous faire changer de point de vue. On a travaillé en se mettant non plus de la Terre, en regardant les choses de la Terre comme on en a l'habitude, mais en regardant les choses vues de la lune. Donc je voulais travailler avec vous, en tout cas j'espère, sur la notion de point de vue. Du point de vue de la lune, la Terre est immobile. Du point de vue de la Terre, la lune se déplace dans le ciel. Maintenant que je vous ai dit ça, est-ce que vous voyez un lien entre ce que je viens de vous dire et la question que je vous ai posée ?
1273	A	On se pose sur le soleil.
1274	J.L	Oui mais c'est encore le même point de vue. Oui mais vu de la Terre… T'as deux points de vue.
1275	M	En fait il ne se passe pas les mêmes choses selon où on se positionne.
1276	Ad	C'est le problème du référent.
1277	J.L	Peut être c'est par rapport à l'idée qu'on s'est fait. On pourrait croire que le soleil se déplaçait vu que nous on le voit se déplacer.
1278	E.B 33'	Alors ça on continuera demain à travailler sur cette question là. Questions pour vous ce soir. Remettez en forme ce que vous avez vu. Ensuite, première question: "Est-ce que, d'après vous, ce que l'on a fait était de la science ?", évidemment il faut que vous m'expliquiez pourquoi. La deuxième question: " Est-ce qu'un cours magistral d'astronomie aurait été plus scientifique et pourquoi ?". Je vous demande vraiment de vous poser et de prendre le temps pour y répondre.
1279	35'	*Sortie de cours.*

ANNEXE 6.G.b.

Transcription de la seconde journée de cours massé du groupe 45

Transcription du cours du 8 novembre avec les étudiants de L2 du Parcours Sciences et culture 2011_2012 réalisé à l'IUFM de Nice, Centre Stephen Liégeard. Retour sur ce qui a été fait la veille, cours sur l'astronomie (D.I.) puis travail sur l'air (D.I.).

1	EB 2'06"	Alors ouvrez vos cahiers. Ce que je vous propose de faire dans un premier temps c'est de relire ce que vous avez fait hier par rapport aux questions qu'on s'était posé. Enfin que je vous avais posées. C'était quoi les questions ?
2	M	Est-ce que ce qu'on a fait cette après-midi était de la science ? Et un cours magistral d'astronomie aurait il été plus scientifique ? Pourquoi ?
3	EB	Ok, relisez ce que vous avez écrit. Ce que je vous propose c'est deux temps. Le premier temps, chacun lit ce qu'il veut faire partager aux autres de ce qu'il a écrit, idéalement tout mais sinon c'est pas grave. Euh vous relisez avant qu'on lise tous parce que l'idée c'est qu'en ayant ce que vous avez écrit en tête, vous faites le lien avec ce qui a été dit, les différences et les similitudes, et on en discute ensemble. D'accord ? Allez alors trente secondes pour relire ce que vous avez écrit. Vous avez tous relu ? On tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre ? Allez-y.
4	E	Ce que l'on a fait était de la science car on a étudié la lune et la relation avec la Terre. On s'est posé des questions et on y a répondu par des expériences et des démonstrations.
5	EB	Et à la deuxième question ?
6	E	Un cours magistral n'aurait pas été plus scientifique, au contraire, dans un cours magistral l'enseignant ne nous dit que des faits avec en général des petites démonstrations. Alors qu'en cours classique on formule des hypothèses, on manipule et on réfléchit.
7	EB	Cours classique c'est quoi ?
8	E	Le cours de là.
9	EB	Ok merci Estelle.
10	M 5'	Alors, je pense que ce qu'on a fait cette après midi était un cours de science car on a répondu aux questions que l'on s'était posées faisant une expérience. On a d'abord dit tout ce qu'on savait sur le sujet étudié, c'est-à-dire la lune et ensuite on a répondu aux questions à chaque fois à l'aide d'une expérience pour ne pas admettre une réponse. J'ai utilisé ce mot mais je ne sais pas trop si il est bien...
11	EB	Le mot ?
12	M	Admettre. Pour ne pas admettre une réponse.
13	EB	Admettre une réponse ça veut dire accepter une réponse sans avoir de justification.
14	M	Ah ben voilà.
15	EB	Est-ce que c'est-ce que vous vouliez dire ?
16	M	Oui. Et ensuite, selon moi, un cours magistral d'astronomie n'aurait pas été plus scientifique. En effet, le professeur aurait certainement fait son cours en disant "la lune tourne sur elle-même et de la lune on observe différentes phases de la Terre". Au contraire, nous on a montré pourquoi on observe différentes phases de la Terre, quelles sont ses phases et où il faut se placer sur la lune pour les observer telles qu'elles sont. On se met en situation pour répondre à la question.
17	EB	Ok. A vous Patrizia.
18	P	Hum, pour moi c'est de la science car on s'est posé des questions sur un phénomène naturel puis on a cherché une réponse. Et on a essayé de vérifier et prouver pourquoi c'est comme ça. Et puis non pour moi un cours magistral n'aurait pas été plus scientifique, c'est seulement sur un autre niveau et peut être de façon plus détaillé.
19	EB	Ok. Je passe mon tour !
20	A	Euh alors moi je pense que oui c'était de la science parce qu'on a observé quelque chose et on s'est posé des questions sur quelque chose qui nous entoure tous les jours. On a fini par y

		répondre en émettant des hypothèses et en faisant des expériences et à la fin on y a répondu en disant une vérité scientifique, une vérité générale.
21	EB	Une vérité c'est quoi pour vous ?
22	A	Je ne sais pas. Enfin on a retrouvé ce qu'on nous apprend tout le temps. Et non ca n'aurait pas été plus scientifique parce qu'on a pu démontrer ce qu'on cherchait pour répondre aux questions alors qu'en amphithéâtre, on nous aurait dit les mêmes choses mais on n'aurait pas pu le démontrer par des expériences.
23	EB	Ok.
24	Ad	A moi ? Alors, ne sachant pas ce que l'on entend par science je suis dans l'incapacité de répondre à cette première question.
25	EB	D'accord.
26	Ad 8'	Non ça je voulais le marquer mais je n'ai pas osé. Non, on analysait une image et on énonçait les questions qui nous traversaient l'esprit. On a cherché par rapport à nos connaissances sur la lumière. On a usé de réflexion et de logique donc on peut considérer ça comme de la science. Et un cours magistral aurait peut être été plus scientifique dans le vocabulaire et dans l'énoncé des démonstrations mais la démarche aurait été moins efficace car dans un cours magistral il n'y a pas de place pour la réflexion personnelle.
27	EB	D'accord. Siméa ?
28	S	Euh, oui pour moi c'était de la science parce qu'on a trouvé des problèmes et on a cherché des questions et des réponses sur des choses du monde. Et nous avons essayé d'expliquer les choses et nous avons fait des expériences, des démonstrations. Et les cours magistraux ne sont pas plus ou moins scientifiques. Un cours magistral c'est le prof qui a fait l'expérience et qui nous explique les choses alors qu'ici c'est nous qui faisons les expériences et cherchons des questions et des réponses.
29	EB	J.L à toi.
30	J.L	Alors moi j'ai mis que si la science était le fait d'expliquer le fonctionnement des phénomènes naturels ou de la vie et d'essayer de comprendre leur organisation et les interactions entre ces phénomènes alors nous avons fait de la science étant donné que nous avons mis en évidence des faits, nous les avons reproduits, expliqués par l'expérimentation et nous en avons retiré un principe applicable à d'autre phénomènes similaires.
31	EB	Par exemple ?
32	J.L	Euh par exemple sur la densité.
33	EB	D'accord. Oui c'est-à-dire qu'on en a donné une définition qui était que pour des volumes différents, plus c'est lourd…
34	J.L	Après en ce qui concerne le cours magistral, le fait de recevoir un enseignement quel qu'il soit sans en prouver la fiabilité n'est pas du domaine de la démarche scientifique. La réalité d'un phénomène scientifique ne peut être validé que par l'expérience qui doit être reproductible à l'infini. Donc un cours magistral qui ne relève pas de cette démarche n'est pas scientifique s'il n'est pas complet : documentation, expérimentation, phénomènes. Cela dit il peut apporter des données scientifiques mais... Ouai, mais là c'est plutôt de la pédagogie.
35	EB 11'	Camille vous prenez en cours de route on a commencé à lire ce que les uns et les autres avaient écrit. Vous allez faire partager ce que vous avez écrit.
36	C	Ok alors pour la première question j'ai dit que oui car le thème a été posé au début. On s'est posé des questions, on a émis des hypothèses puis on a essayé d'y répondre en effectuant des expériences et des observations. On en a déduit de façon logique les règles et les phénomènes astrologiques de la lune et de la Terre.
37	EB	Astronomiques. Et la deuxième ?
38	C	Dans un cours magistral, on nous demande des choses admises, les étudiants n'ont pas le temps de réfléchir au sujet et de se poser différentes questions. Il y a absence de formulation d'hypothèses. Les étudiants ne répondent pas aux éventuelles questions du cours car on ne fait pas d'expériences. Notre démarche d'investigation est la plus scientifique.
39	EB	Est-ce qu'on peut se dire un peu s'il y a des choses qui apparaissent chez certaines et qui n'apparaissaient pas chez vous et qui vous semblent pertinentes et que vous mettriez maintenant ? Ou est-ce que vous restez sur ce que vous avez écrit ? Est-ce qu'il y a des choses communes aussi ?

40	M	Oui on a tous dit qu'on s'était posé des questions et qu'on y a répondu par des expériences.
41	EB	C'est vrai vous l'avez tous écrit ?
42	Tous	Oui.
43	EB	Est-ce qu'il y a d'autres choses qui sont communes à certains ou que tout le monde n'a pas écrit ? Euh Adrien vous avez dit que vous aviez raisonné, redites ce que vous avez dit.
44	Ad	Laquelle la 1?
45	EB	Oui dans la une vous avez parlé de raisonnement il me semble.
46	Ad	Euh oui, on a cherché des réponses par rapport à nos connaissances sur la lumière, la réflexion et la logique.
47	EB	Et ça ressemble un peu à ce que vous (*Camille*) disiez. Vous avez parlé de réflexion aussi quelque part…
48	C	Euh, de façon logique.
49	EB	Oui, alors est-ce c'est apparu autre part, je ne sais plus. Patrizia vous pourriez nous relire ce que vous avez écrit ?
50	13'38 à 13'53	*Lecture de sa phrase.* On s'est posé des questions sur des phénomènes naturels et on a cherché une réponse et on a essayé de vérifier et de prouver pourquoi c'est comme cela.
51	EB	Ok donc ce n'était pas chez vous, il me semblait l'avoir entendu trois fois. J'avais une question pour vous encore où je n'attend pas une réponse sur le contenu. On a parlé de cours magistral. La question que je me posais c'est, pour vous, quelle différence vous faites, pas en terme de contenu mais en terme de scientificité, entre un cours de fac d'histoire et un cours de fac de science ?
52	Ad	Je n'ai pas compris la question.
53	EB	Mis à part le fait qu'on ne travaille pas sur un contenu, si vous me dites ben en physique on fait de la physique et en histoire on fait de l'histoire, ce n'est pas ça que je veux. A part ça, je vous demande si il y en a un de cours qui est plus scientifique qu'un autre ? Et si on considère qu'ils sont tous les deux scientifiques, dans ce cas là pourquoi ? Quelle différence vous faites entre un cours magistral de physique et un cours magistral d'histoire ? Vous vous asseyez en amphi dans les deux cas et vous écoutez dans les deux cas. Est-ce qu'il y a des choses qui vous permettent d'identifier dans un cas pourquoi c'est de la science et dans l'autre pourquoi c'est de l'histoire et c'est de l'histoire quoi ?
54	Ad	Ben le vocabulaire.
55	A	En histoire il n'y a pas de démonstrations.
56	EB	Le vocabulaire, absence de démonstration.
57	J.L	En histoire, l'explication des phénomènes se fait postérieurement. C'est décalé quoi. On essaye d'expliquer un phénomène même historique, de l'évolution. L'histoire on est obligé de laisser se développer le phénomène et les explications ne sont pas d'ordre scientifique, elles sont d'ordre sociologique ou des trucs comme ça. Les mêmes causes n'ont pas les mêmes effets, en sciences les mêmes causes ont les mêmes effets.
58	EB	Quand on veut regarder par exemple la trajectoire d'une planète au cours d'une année on est obligé d'attendre un an pour répondre à cette question. Il faut aussi du temps. Donc présence de démonstration et la nature du vocabulaire qui est différente. Vous êtes d'accord les autres ? On laisse ça et on verra. On va continuer sur ce qu'on a fait hier, enfin on est déjà dedans mais on va partir sur un aspect plus d'investigation. Avant de commencer, je voudrais vous rappeler que je vous demande, pendant qu'on fait les choses, de réfléchir et d'essayer de prendre en compte non seulement ce que vous vivez mais essayez de regarder un peu aussi comment vous en êtes arrivé là. Tout ce que je fais pour vous y amener. Et j'aimerais que vous repériez mes motivations en terme de contenus et d'approche, de méthode, sur quoi j'essaye d'insister. Ou vous ne voyez pas du tout et c'est moi qui ai foiré ou vous voyez des choses et vous ne voyez pas les mêmes choses parce que vous êtes différents. On commence par un rapide bilan de ce qu'on a fait hier histoire de se remettre dedans. Alors hier on a commencé le travail, enfin l'investigation avait commencé par l'affichage d'une image. Ah! J'allais oublier. Ca c'est le bouquin dont est tiré l'image. Et juste pour vous montrer, ça c'est quand il vous fait une dédicace. Je le poserai et pendant la pause vous pourrez regarder. Voilà ça donne ce genre de chose.
65		(Présentation du livre de Manchu)
66	EB	Donc on a regardé une image et par rapport à cette image vous vous êtes posé des questions et

		on a essayé d'y répondre. Je voudrais savoir si vous pourriez me dire les questions auxquelles on a répondu, si il y a des questions auxquelles on n'a pas répondu et si on a admis des choses.
67	Adrien	La Lune tourne telle sur elle même ? Voit-on toujours la même face ? La Terre sort-elle du cadre ?
68	Aurélie	Est-ce qu'on voit toujours la même face de la Terre ?
69	EB	Si on voit toujours la même face de la Terre vue...
70	Aurélie	De la Lune.
71	Adrien	La Lune change-t-elle de diamètre apparent ? Y a t-il des jours et des nuits ?
72	EB	Où ?
73	Adrien	Sur la Lune. Y a -t-il des phases terrestres ?
74	EB	Donc vu de la Lune, est-ce qu'on voit des phases de la Terre ?
75	Aurélie	Cette situation est-elle possible ?
76	EB	On l'a décomposé comment ça ? Vous vous souvenez ?
77		(Silence)
78	EB	« Cette situation est-elle possible ? » nous a ramenés à une question.
79	Estelle	De la position de l'éclairage.
80	EB	Oui, d'où vient la lumière ?
81	Estelle	Où on se situe sur la Lune ?
82	EB	Oui car on a dit que la position de la Terre dans le ciel dépendait de l'endroit où on se trouvait. On a dit autre chose, on a dit que l'inclinaison de la séparation du jour et de la nuit sur la Terre dépendait de notre l'horizon et ça dépendait aussi de notre position sur la Lune. On a répondu à d'autres questions ?
83	Jean-luc	On n'a pas répondu pour les 28 jours.
84	EB	Alors, est-ce qu'il y a des questions auxquelles on n'a pas répondu ou des choses qu'on a admises ?
85	Adrien	Il reste les éclipses de Terre en question.
86	Jean-luc	La question des jours puisqu'on n'a pas pu y répondre.
87	EB	Est-ce que ça c'est une chose à laquelle on n'a pas répondu ou quelque chose qu'on a admis ?
88	Jean-luc	On l'a admis.
89	Adrien	Aussi, sur la température
90	EB	Oui, on a admis des choses sur la température sur la Lune. Je vous ai donné des choses. On a admis que la Lune faisait un tour autour de la Terre en 28 jours. Qu'est-ce qu'on a admis d'autre ?
91	Jean-luc	On a admis que c'était un satellite de la Terre.
92	Adrien	Ben c'est-ce qu'il y a au tableau.
93	EB	La Lune a différentes phases, est-ce qu'on a admis ça ? Est-ce qu'on l'a prouvé ?
94	Adrien	On l'a vu.
95	EB	Est-ce qu'on l'a vraiment vu ?
96	Aurélie	Non.
97	Jean-luc	Oui.
98	Adrien	Après, on peut tous croire à des...
99	Aurélie	On les a déjà tous observées
100	EB	Vous les avez tous déjà observées et ce qu'on a fait, c'est que je vous ai rapporté un témoignage de ça.
101	Adrien	Rien qu'hier, on est sorti de cours, c'était une lune gibbeuse.
102	EB	Vous l'avez vue ?
103	Adrien-Aurélie-	Oui.

	Camille	
104	EB	Est-ce que vous vous souvenez une gibbeuse de quel coté ?
105	Adrien	Euh, ascendante, euh descendante.
106	EB	Ascendante, descendante, ça je ne sais pas ce que ça veut dire.
107	Adrien	On aurait pu faire un p avec.
108	EB	On aurait pu faire un p avec, vous êtes d'accord ? Une idée, ce soir et au cours de la semaine, regardez ce qui se passe. Les phases de la Lune, c'est quelque chose qu'on a déjà observé et dont on a le témoignage en image. Quoi d'autre avait-on avait admis ?
109	Mariska	Il n'y a pas d'atmosphère.
110	Aurélie	Qu'il y a une face cachée.
111	EB	Est-ce qu'on a admis ça ?
112	Adrien	Non.
113	EB	Enfin, on a prouvé, en tout cas, on a vu qu'on voyait toujours la même face de la Lune. On en a déduit que la Lune était ronde. Est-ce qu'on sait que la Lune est ronde ?
114	Patrizia	Oui.
115	EB	Et on le sait comment ?
116	Adrien	Car on est allé dessus.
117	EB	Est-ce que le fait d'aller dessus ça permet de savoir qu'elle est ronde ?
118	Aurélie	Non mais on l'a vu.
119	Jean-luc	il y a une blague là-dessus. C'est le type à l'école des colons, pendant la découverte de l'Amérique, on dit que pour voir si quelque chose est rond on n'a qu'à faire le tour et puis après revenir sur ses pas sauf que si le gars, il rate son coup et qu'il a dérivé, il peut tourner assez longtemps et dire qu'elle n'est pas ronde car il n'arrête pas de tourner. Il ne se rend pas compte qu'il tourne car il est sur du plat.
120	EB	Est-ce qu'on sait si la Lune est ronde ?
121	Adrien	Oui car on sait que tout objet dans l'espace a une forme sphérique.
122	EB	C'est vrai ça ?
123	Adrien	Je ne sais pas, c'est-ce qu'ils nous ont dit à la fête de la science. Un objet naturel est sphérique quand il y a beaucoup de matière.
124	EB	Ah, quand il y a beaucoup de matière. Est-ce que la Terre est une sphère ?
125	Adrien	Non, elle est écrasée.
126	EB	Si on regarde de loin la Terre n'est pas... Ceci dit si on la regarde de loin on ne voit pas grand chose, on a l'impression qu'elle est ronde.
127	Jean-luc	C'est aussi des objets qui tournent donc c'est des objets de révolution. Quand tu manges une barbe à papa, elle est un peu sphérique.
128	Adrien	Parce qu'il tourne le bâton et qu'il tourne dans la machine.
129	EB	Ok, est-ce qu'on a admis d'autres choses ? Vous avez admis que la Lune faisait le tour de la Terre en 28 jours, que c'est un satellite naturel. On a admis les températures, là j'ai expliqué des choses là dessus. Il y a un autre truc qu'on a admis. On a admis que la Lune tournait en sens inverse des aiguilles d'une montre et qu'elle tournait autour de la Terre dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Dans les choses qu'on a acceptées comme des témoignages, il y a des images de phases de la Lune, est-ce qu'il y en a eu d'autres ?
130	Aurélie	Pour la face cachée.
131	Jean-luc	Sur les températures aussi alors.
132	EB	Les températures, j'ai... on a admis des choses mais...
133	Jean-luc	On s'est servi des choses qu'Adrien avait dit.
134	EB	Quoi d'autres comme témoignages ?
135		(Silence)
136	EB	Il y a eu un témoignage qui était qu'on voyait la Lune pendant la journée et c'était consensuel, cela veut dire que vous étiez tous d'accord pour dire que vous aviez vu la Lune pendant la

		journée.
137		(Arrivée d'une enseignante P)
138	EB	Il y a eu un autre témoignage et c'est moi qui l'ai apporté, il me semble que Jean-luc, tu as confirmé. C'était : On voyait que la Lune bougeait dans le ciel au cours d'une nuit.
139	Jean-luc	Il y en a plusieurs qui l'ont dit.
140	EB	Oui mais tout le monde ne l'a pas dit. Est-ce que vous en avez d'autres des témoignages ? Moi j'en ai noté un de plus, c'est Patrizia qui nous en a parlé, vous vous souvenez quand on s'est posé la question de savoir si la lumière pouvait venir de la Terre ou pas, si les ombres étaient liées à la Terre, Patrizia nous a dit que lorsqu'on était sur la Terre, dans une situation de pleine Lune, on pouvait avoir des ombres dues à la Lune. Je ne sais pas si d'autres l'ont vu mais c'est un témoignage de Patrizia. A ce niveau là, je voulais vous montrer en clin d'œil la bande dessinée de la queue du Marsupilami. C'est Franquin qui l'a écrit. Je vais vous le lire.
141	Jean-luc	A oui la pleine lune.
142	EB	Oui la pleine lune. En gros le petit bout d'histoire là, il y a un idiot qui essaye d'attraper le marsupilami donc il fait une gros bestiole qui sent le piranha car le marsupilami aime bien les piranhas et le marsupilami découvre le plan et endort un bestiau et le met ici. L'idée c'est de piéger le piégeur et donc pour ça, il souhaite qu'il se réveille avant le lever du Soleil et donc... oh, je vais vous le lire.
143		(Lecture de la bande dessinée)
144	EB	Là, on voit le marsu qui plante un bâton et qui pose les cailloux. On peut voir que le marsu connait le principe du cadran solaire. Qu'est-ce qu'on voit ? Il faut repérer les ombres. On en voit ici, on en voit là. Est-ce que vous voyez quelle démarche on pourrait lancer à partir de cela ?
145	Camille	La Lune bouge dans le ciel pendant la nuit.
146	EB	Et donc ? Ce qu'on voit dans les images est …
147	Jean-luc	Possible.
148	Estelle	Réel.
149	EB	Ce n'est jamais réel, on se trouve dans une fiction. Mais est-ce qu'on pourrait faire un cadran lunaire ? Ça confirme ou ça ne confirme pas le témoignage de Patrizia ?
150	Camille	Ça confirme
151	EB	Ça confirme... C'est une fiction.
152	Jean-luc	Ça s'ajoute.
153	EB	Oui, on pourrait se lancer là dedans mais on ne va pas le faire aujourd'hui mais je voulais le montrer à partir de la bande dessinée. Ça c'était des choses qu'on avait admises. Est-ce qu'il restait des questions en suspens ? Moi j'ai noté hier soir des questions auxquelles on n'avait pas répondu et que vous aviez posées.
154	Camille	Pourquoi le ciel est bleu ?
155	EB	Oui je l'avais noté. Il y avait Mariska qui avait posé des questions : Pourquoi le ciel est-il noir alors que la Lune est en plein jour ? J'en avais rajouté une en écho : Est-ce qu'on voit les étoiles dans le ciel de la Lune ? Comment savoir si on a une atmosphère sur la Lune ou pas ?
156	Mariska	J'ai une question : Est-ce que la Lune est plus ou moins lumineuse si il y a eu du Soleil dans la journée ou pas ?
157	EB	Alors est-ce que la Lune est plus ou moins lumineuse si on a eu de la lumière dans la journée au pas ?
158	Jean-luc	Ça rejoint la question : est-ce que la Lune emmagasine de la lumière ?
159	EB	Là, l'idée c'est que la Lune emmagasine de la lumière et ensuite la réémet et qu'il existe un décalage entre les deux. C'est ça votre idée ? Et pourquoi il y aurait un décalage entre les deux ?
160	Jean-luc	Ça pourrait être lié à la température.
161	EB	Comment ça ?
162	Jean-luc	Ben quelle ne soit éclairée qu'à une certaine température.
163	EB	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? Est-ce que vous voyez la question de Mariska ?
164	Adrien	Oui.

165	EB	Comment vous répondriez à cette question ?
166	Adrien	Je laisse le professeur lui répondre.
167	EB	Non non. Quelles sont les idées que vous avez ? Comment vous chercheriez ça ? Reposez la question.
168	Mariska	Est-ce que la Lune reflète plus au moins la lumière selon qu'il y a du soleil ou pas dans la journée ?
169	EB	Donc suivant qu'il y a eu du Soleil plus ou moins, à quel endroit ?
170	Mariska	Sur la Terre.
171	Adrien	Donc en gros, est-ce qu'elle absorbe la lumière ? Pour pouvoir la restituer la nuit.
172	Jean-luc	Attention elle n'a pas dit "absorbé". Elle a dit : « elle réfléchit ».
173	Adrien	Est-ce que la Lune est plus brillante quand il fait beau ? Est-ce qu'elle est moins brillante quand il pleut ?
174	Mariska	Moi j'ai toujours cru que la Lune absorbait la lumière et que la nuit, elle la réfléchissait. Si il ne fait pas beau, la Lune n'a pas eu de Soleil, elle n'est pas très lumineuse.
175	Aurélie	Je pense qu'elle n'absorbe pas. La nuit, quand on voit la Lune, c'est la lumière du Soleil. Le Soleil éclaire la Lune et donc c'est pour ça qu'on la voit.
176	Jean-luc	Il y a aussi une question de vocabulaire.
177	P	Vous pensez qu'elle la restitue des heures après. C'est ça ?
178	Adrien	Donc est-ce que la Lune emmagasine la lumière ? Ça on est d'accord la dessus et maintenant il faut savoir comment le prouver.
179	Jean-luc	Si elle est absorbée, elle restitue, c'est pas pareil que la réfléchir.
180	Mariska	C'est vrai.
181	Jean-luc	Parce que la réfléchir …
182	EB	Est-ce qu'on peut voir la Lune quand elle ne reçoit pas de lumière du Soleil ?
183	Adrien	Si c'est nuageux sur Terre et que c'est nuageux la nuit, la Lune on ne la voit pas.
184	EB	Attendez c'est une autre question que je pose. La question que je pose c'est: on se met en situation de pouvoir voir la Lune, on éteint le Soleil, si on éteint le Soleil, est-ce qu'on peut la voir dans la nuit ?
185	Adrien-Aurélie-Mariska	Non.
186	Aurélie	Donc elle n'absorbe pas la lumière.
187	EB	Attention, je n'ai pas répondu sur la question de l'absorption de la lumière. Ça je ne sais pas pour le moment. Mais est-ce que vous faites un lien entre le fait de voir la Lune et le fait qu'elle est éclairée par le Soleil ou pas ? Comment on a expliqué les phases de la Terre et les phases de la Lune hier ?
188		(*Adrien prend deux boules: une petite et une grosse et commence à manipuler. Il met les deux boules face à face*)
189	Adrien	Là, il y a la lumière sur la Lune.
190	EB	Comment on a posé la nuit et le jour ?
191	Adrien	On a dit que le jour, c'était la face qui était éclairée par le Soleil.
192	EB	Est-ce que vous êtes d'accord pour dire que le jour c'est la face de la Terre ou de la Lune qui est éclairée par le Soleil ?
193	Simea	Oui.
194	EB	C'est-ce qu'on a dit hier. Quand on n'est pas éclairé par le Soleil, on a dit qu'il faisait...
195	Estelle	Nuit.
196	EB	Nuit, c'est à dire ?
197	Aurélie	Pas jour.
198	EB	En terme de couleur, on dirait qu'il fait noir. Il fait sombre. Vous êtes d'accord avec ça ? Donc

		nous on voit de la lumière quand on est éclairé par le Soleil et les gens qui ne sont pas éclairés par le Soleil, ils sont dans le noir. Vous êtes d'accord ?
199	Camille	Oui.
200	EB	Maintenant, comment on a expliqué que de la Lune on voyait la Terre ? Comment vous avez fait ? Montrez nous Adrien.
201	Adrien	Comment expliquer quoi ?
202	EB	Qu'on voyait ou pas une face de la Terre quand on était sur la Lune ?
203	Adrien	Ben...
204	EB	Par exemple on est ici. (E indique un point sur la grosse boule). Si la lune est ici, est-ce qu'elle voit la Terre ?
205	Mariska	Non.
206	EB	Elle ne voit pas la Terre parce que la Terre n'est pas éclairée. Vous êtes d'accord ? Jean-luc, est-ce que tu vois la Terre toi ?
207	Jean-luc	Moi je vois la Terre et la Lune.
208		(*Adrien approche puis recule la petite boule de la grande boule*)
209	Adrien	J'éclaire la Terre avec la Lune.
210	EB	Adrien... effectivement, vous voyez ? Rapprochez vous. Adrien, ce que vous êtes en train de faire... c'est éclairé. Qu'est qui se passe en fait ? Si on essaye de comprendre le phénomène, on a de la lumière qui arrive sur la Lune, quelqu'un qui est ici sur la Terre (E montre la partie non éclairée de la grosse boule) est-ce qu'il voit la Lune ?
211	Jean-luc	Oh ben oui.
212	EB	Il voit la Lune car elle est éclairée. SI j'éteins la lumière, est-ce qu'il voit la Lune ?
213	Mariska	Non.
214	EB	Il ne voit plus la Lune. Donc le fait de voir la Lune, est-ce que c'est lié au fait qu'il fasse jour ou pas sur la Terre ?
215	Mariska	Non.
216	EB	Qu'il fasse jour ou pas, qu'on puisse voir ou pas le Soleil sur la Terre...
217	Mariska	C'est lié au fait que le Soleil éclaire en fait ?
218	EB	C'est lié au fait que le Soleil éclaire et que …
219	Mariska	Et que la Lune réfléchit.
220	EB	Et que la surface de la Lune renvoie la lumière.
221	Adrien	Par contre à l'équateur ça doit être la galère.
222	EB	Pourquoi vous dites ça ?
223	Adrien	Parce qu'on fait comme ça, elle n'est pas éclairée.
224	EB	Là, vous vous mettez tout près.
225	Adrien	Mais après ça tourne et on s'éloigne aussi.
226	EB	Pour répondre à votre question, on est en train de supposer que ce qui se passe avec nos boules c'est la même chose qui se passe avec la Terre et la Lune, vous êtes d'accord avec ça ?
227	Jean-luc	Sauf qu'on n'a pas les dimensions, la distance Terre Lune …
228	EB	On n'a pas les dimensions, on n'a pas la distance, on n'a pas quoi encore ?
229	Jean-luc	On n'a pas l'atmosphère.
230	EB	On n'a pas l'atmosphère autour de la Terre, on n'a pas les matières des astres considérés. On n'a pas tout ça. Vous êtes d'accord ? N'empêche qu'on considère pour le moment, que ce que l'on est en train de construire nous permet d'expliquer. Ça c'est-ce qu'on appelle faire un … Est-ce que c'est une expérience qu'on est en train de faire ?
231	Adrien	Non.
232	Jean-luc	Non, c'est de la modélisation.
233	EB	C'est une modélisation. L'expérience qu'on est en train de faire c'est de constater que sur ma boule de polystyrène, quand j'ai la lumière située à cet endroit là, j'ai la moitié de ma boule qui

		est éclairée et l'autre moitié qui est dans l'obscurité. Ça c'est une expérience, c'est-ce que je suis en train de faire, c'est-ce que je vois et ce que je dis, vous êtes d'accord ? Par contre quand ça, je dis que c'est la Terre qui reçoit la lumière du Soleil, elle est à moitié dans la lumière et à moitié dans la nuit, là est-ce que c'est une expérience ? Là c'est un modèle, c'est à dire que je considère que ma boule c'est la Terre et que si ma Terre se comporte comme ma boule de polystyrène quand elle reçoit de la lumière et bien j'ai une moitié qui est éclairée et une autre qui est dans l'obscurité. Vous êtes d'accord avec ça ?
234	Camille	Oui.
235	EB	Et pareil pour la Lune. Est-ce qu'on a été d'accord pour le moment pour accepter ce modèle pour nous permettre de réfléchir sur le fonctionnement de la Terre et de la Lune ?
236	Mariska	Oui.
237	EB	Si on considère ce modèle comme permettant d'expliquer les phénomènes, est-ce qu'il y a un lien ...
238	Pause	
239	EB	Qu'il fasse jour ou qu'il fasse nuit, est-ce que ça a une importance sur le fait que la Lune émette de la lumière ?
240	Adrien	Non.
241	EB	Non donc c'est le Soleil. C'est bon ça ? Et Adrien nous a fait remarquer qu'avec ce que je fais là, c'est à dire, rapprocher fort ma lune, je voyais qu'il y avait un effet de la Lune sur la Terre. La lune envoie de la lumière sur la Terre et de ce fait, elle peut un peu éclairer la Terre. Ce qui m'amène à une question intéressante. Tout à l'heure, on a vu ça. On est du point de vue de qui ?
242	Jean-luc	De la Terre.
243	EB	De quelqu'un qui est sur la Terre. Effectivement si notre lune éclaire un peu, notre histoire de cadran lunaire et d'ombres, on peut l'expliquer comme ça. La lune envoie de la lumière sur la Terre et c'est pour ça qu'il y a des ombres. Encore faudrait-il vérifier qu'en pleine lune, on a des ombres.
244	Aurélie	Il y en a.
245	EB	Vous en avez déjà vues ?
246	Aurélie	Oui.
247	EB	Est-ce que tout le monde l'a vu ?
248	Camille	Oui.
249	EB	Pas tout le monde mais pour l'instant, est-ce qu'on considère ce témoignage comme valide ? Qu'est-ce qu'il faudrait pour que ça le soit plus ?
250	Adrien	Faut prendre une photo.
251	EB	On peut prendre une photo ou on pourrait tous le voir. Si tout le monde est d'accord pour dire qu'il le voit, ça devient quelque chose d'un peu plus sûr, fiable. Du coup ça c'est une question intéressante, du point de vue de la Lune, quand il fait nuit sur la Lune...
252	Mariska	Est-ce que la Terre réfléchit ?
253	EB	A votre avis.
254	P	Même les nuages.
255	Adrien	Il y a l'eau aussi.
256	EB	D'accord, est-ce que si je pose un bâton sur la Lune, est-ce que j'ai des ombres sur la Lune même quand les ombres ne sont pas liées à la présence du Soleil ? Des ombres qui seraient liées à la présence de la lumière qui vient de la Terre. Comment on fait pour savoir ?
257	Aurélie	On essaye.
258	EB	On va sur la Lune au moment de la pleine Terre et puis on plante un bâton et on regarde.
259	Camille	Futur voyage scolaire ?
260	EB	Ça en voyage scolaire c'est pas encore possible. Mariska, est-ce qu'on a répondu à votre question ?
261	Mariska	Oui.
262	EB	La question de l'absorption, c'en est une autre. La question de l'absorption, c'est... Alors la Lune

		en fait par rapport à un vers luisant, vous savez comment ça fonctionne un vers luisant ?
263		(Silence)
264	EB	Vous savez...
265	Adrien	C'est fait avec des trucs chimiques et c'est radioactif.
266	EB	Radioactif, je n'en sais rien, je n'ai jamais mis de compteur Géger mais effectivement le vers luisant, c'est quelque chose qui pendant la journée vit sa vie et puis quand il fait nuit émet de la lumière. Vous êtes d'accord ? On a deux façons de nommer les choses. On a les sources primaires de lumière et les sources secondaires. Les sources primaires c'est le Soleil. On peut considérer ma lampe comme une source primaire. Une source secondaire, c'est la boule de polystyrène. Quand on éteint la source primaire de lumière, on n'a plus de lumière émise par la source secondaire. Que dire du vers luisant ?
267	Camille	Secondaire.
268	EB	Pourquoi secondaire ?
269	Aurélie	Car il emmagasine... Si il n'y a pas de Soleil, il ne fera pas...
270	EB	Alors vous voyez, il n'y en a pas qui sont tentés de dire source primaire parce qu'il émet sa lumière ?
271	Jean-luc	Ben oui, c'est comme la luciole.
272	Adrien	La luciole, c'est des produits chimiques.
273	EB	C'est des produits chimiques mais elle émet de la lumière.
274	Adrien	Mais c'est fait avec ses produits chimiques donc on pourrait dire que c'est primaire.
275	Aurélie	Mais si tu éteins le Soleil, tu en n'auras plus.
276	EB	Vous voyez ici, on a un problème. Comme on a eu besoin du Soleil sur un moment pour émettre de la lumière, est-ce que c'est primaire ou pas ? Cela va dépendre de vos définitions. Vous êtes d'accord avec ça ? J'ai envie de vous dire, si un jour on vous pose cette question là, il va falloir être très précis, je pense que si vous justifiez en utilisant l'un ou l'autre, ça dépend comment vous allez poser la définition de source primaire et de source secondaire et comment vous allez justifier. Quelque chose de phosphorescent, vous savez c'est les machins qui emmagasinent, absorbent la lumière du Soleil, la lumière du Soleil tombe dessus et il se passe des choses et puis pendant la nuit quand il fait sombre, ils réémettent cette lumière. Phosphorescent car si ils n'ont pas récupéré de lumière du Soleil avant, ils ne peuvent pas réémettre, donc ils ont besoin du Soleil mais ils réémettent donc est-ce que c'est l'un ou est-ce que c'est l'autre, c'est très discutable. Ça dépend de comment vous définissez les choses, si vous dites les choses comme ça : « moi je suis embêtée parce que si je considère juste le moment où ça émet et pas ce qui s'est passé avant, c'est une source primaire car il émet de la lumière mais si je considère tout ce qui s'est passé pour qu'il en arrive là, j'ai eu besoin du Soleil et si je n'avais pas eu le Soleil, il n'aurait pas émis de lumière donc c'est une source secondaire. » Vous voyez le problème ?
277	Mariska-Aurélie	Oui.
278	EB	Pour votre information, on parlait de chaleur, un corps qui reçoit de la lumière en réémet d'une façon ou d'une autre. Il peut la réémettre d'une façon visible, par exemple un objet qu'on a chauffé va émettre de la chaleur... Non ça c'est autre chose, excusez moi. Vous recevez de la lumière et vous réémettez ou pas, vous vous souvenez le moment où j'ai pris le carton rouge la dernière fois ?
279	Camille-Adrien	Oui.
280	EB	On avait pris un écran blanc et un carton rouge et on avait vu que le carton rouge réémettait une partie de la lumière qu'il avait reçu. Il réémettait quoi ? Quelle couleur ?
281	Adrien	Rouge.
282	EB	Et on avait essayé avec du noir et ça faisait quoi ?
283	Adrien	Ça ne réémettait pas.
284	EB	Ça réémettait peu. Suivant la couleur du corps, il va réémettre plus au moins. On avait vu ça ?
285	Estelle-Patrizia	Oui.

286	EB	Vous avez un autre phénomène, quand vous avez des corps chauds. Quand un corps est chaud, il réémet de la lumière. Vous avez peut être vu à la télé, quand on forge quelque chose, quand on chauffe un bout de ferraille, on dit qu'il est chauffé à blanc et chauffé à blanc, cela veut dire qu'on le voit blanc. Il peut être aussi chauffé à rouge et on le voit rouge. Qu'on le voit rouge ou blanc, ça dépend de la température. Nous, nous sommes aussi des sources de chaleur, nous sommes à une certaine température, 37 degrés en général, plus ou moins. On émet aussi de la lumière. Simplement, c'est de la lumière qui n'est pas visible. Est-ce que vous avez une idée, ceux qui regardent des films militaires ?
287	Adrien	Des infrarouges.
288	Jean-luc	Infrarouges ou amplificateur de lumière.
289	EB	On émet des infrarouges, tous, et ces infrarouges, avec un appareil qui est capable de rendre ces infrarouges visibles, on voit la lumière qu'on émet.
290	Jean-luc	Les militaires ce n'est pas ça. Tu as une émission d'infrarouges, d'alarmes qui émettent des infrarouges et tu récupères... Mais tu as aussi les corps qui absorbent. L'inconvénient, c'est que quand tu as un petit détecteur, tu peux facilement tuer le type. Après tu as l'amplificateur de lumière.
291	EB	Oui, il y a deux choses. On peut observer et identifier des corps humains parce qu'ils émettent quelque chose d'un peu chaud. Vous voyez c'est-ce dont doivent se servir les …
292		(Le téléphone de E se met à sonner.)
293	EB	On parlait des infrarouges. On disait qu'on émettait des infrarouges, enfin, je disais qu'on émettait des infrarouges et qu'on pouvait les détecter à l'aide d'un appareil qui détecte ces infrarouges. C'est pratique pour les pompiers.
294	Adrien	Pour ?
295	EB	Les recherches de nuit. Est-ce que c'est pratique en cas d'incendie ?
296	Adrien	Ben non.
297	EB	On reprend le cours normal.
298	Jean-luc	En plus, ce que tu disais pour l'incendie, c'est pareil pour l'armée, ces appareils très sensibles, la technique pour les mettre hors du combat, c'est de tirer une fusée éclairante au phosphore, ça balance un éclair et les appareils sont hors service. Ils ne sont pas capable de... si tu veux leurs limites maxi de luminosité. Voilà donc.
299	EB	Ils sont rendus aveugle ?
300	Jean-luc	Oui.
301	Adrien	Le phosphore, ça fait de la grosse lumière.
302	Jean-luc	Ce n'est pas du phosphore...
303	EB	C'est du magnésium. On s'est éloigné du sujet mais je pense qu'on a appris un certain nombre de choses qui nous seront peut être utiles et ça nous a permis aussi de tester du vocabulaire: Source primaire et secondaire. On va continuer ce qu'on a fait hier par une question que je pose. Attendez, je vais vous donner un petit bout de papier et je vais le ramasser et ça va lancer le travail. Vous vous souvenez hier, on s'était quitté par une question à laquelle je n'ai pas répondu. Aujourd'hui, on commence par une question et cette question fait suite à un dessin. C'est le dessin du calendrier, enfin du cadran lunaire ou solaire donc on ne va pas le faire aujourd'hui mais si je plante un bâton dans le sol et que je regarde son ombre au cours de la journée qu'est-ce qu'il se passe ?
304	Adrien	L'ombre, elle bouge.
305	EB	L'ombre, elle bouge, oui. Elle s'allonge et se raccourcit, vous êtes d'accord ?
306	Adrien	Oui.
307	EB	Ben vous faites ça avec des enfants, des adultes et puis il y a une personne qui, suite à ça, vous dit : je cite comme ça je vais citer proprement, « les ombres se déplacent.. »
308	Mariska	C'est la question ?
309	EB	Oui enfin c'est une affirmation à laquelle je vais vous demander de réagir. « Les ombres se déplacent à mesure que le Soleil tourne autour de la Terre ». Question : Comment vous réagissez à ce que vient de vous dire cet enfant ? Maintenant, vous écrivez comment vous réagissez à ça.
310		(Les étudiants marquent leurs réponses sur une feuille)

311	Adrien	On peut le frapper et lui dire que c'est faux.
312	EB	Vous pouvez mais c'est chacun pour soi.
313	Jean-luc	Ça peut être des questions qu'on lui renvoie ?
314	EB	Oui mais si c'est des questions que vous lui renvoyez, comment vous dites vous, comment vous diriez les choses si vous n'êtes pas d'accord avec lui.
315	Adrien	Mais dans quel contexte on explique ça à un enfant ?
316	EB	Vous êtes, par exemple en centre de loisirs ou à l'école et il vous dit ça.
317	P	Il faut apporter des preuves.
318	EB	Par exemple. Essayez de justifier.
319	Adrien	On ne peut pas faire comme tout le monde et dire que c'est comme ça. C'est les justifications qu'on nous donne tout le temps.
320	EB	Alors là, on va se mettre dans une situation où on va essayer de lui faire passer un peu l'idée de ce que c'est la science.
321		(E reprend les feuilles)
322	EB	On va commencer maintenant à réfléchir à une question et pour y réfléchir, on va essayer de reconstruire le système Terre Soleil. Alors pour reconstruire le système Terre Soleil, on part de l'idée qu'on...
323	Adrien	Qu'on ne sait rien.
324	EB	Alors sur quoi peut-on s'appuyer ?
325	Aurélie	Sur le ciel.
326	Mariska	Sur ce qu'on voit.
327	EB	Sur ce qu'on voit, donc on va partir de ce qu'on a vu, de nos observations ou de témoignages d'observations parce que peut être que tout ne sera pas visible au même moment. Alors qu'est-ce qu'on sait qui nous permettrait d'essayer de voir comment fonctionnerait le système Terre Soleil ?
328	Estelle	Le Soleil se déplace dans le ciel.
329	EB	Vous êtes d'accord avec ça ?
330	Aurélie	Oui.
331	EB	Comment on sait que le Soleil se déplace dans le ciel ?
332	Adrien	Parce que Apollon tire son chariot de feu.
333	EB	Ça c'est une interprétation. C'est une explication du phénomène. Là on est en train de se poser la question sur ce qu'on voit. Une interprétation possible, ça peut être, c'est : le Soleil se déplace dans le ciel parce que Apollon... Oui mais là, c'est-ce qu'on voit. On voit le Soleil se déplacer. Est-ce qu'on a des précisions par rapport à ça ?
334	Jean-luc	Des précisions de positions ?
335	EB	Par exemple.
336	Jean-luc	Est en ouest.
337	EB	Il se déplace d'est en ouest, vous êtes d'accord ? Il se lève à l'est et se couche à l'ouest. Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?
338		(Aurélie et Camille parlent ensemble)
339	EB	Aurélie et Camille faites-nous partager ce que vous êtes en train de dire.
340	Aurélie	On cherchait la phrase qu'avait dit le garçon.
341	EB	Euh oui. « Les ombres se déplacent au fur et à mesure que le Soleil tourne autour de la Terre. ». Le soleil se déplace dans le ciel, il se lève à l'est et se couche à l'ouest.
342	Jean-luc	Ça il faudrait vérifier parce que à priori, on ne peut pas savoir si c'est bien l'est ou l'ouest.
343	EB	Alors on vérifie si c'est bien l'ouest ou l'est. Alors on le fait au cours de l'année et on se rend compte d'une chose... Est-ce que le Soleil se lève toujours au même endroit dans le ciel et se couche toujours au même endroit dans le ciel ?
344	Jean-luc	Non.

345	EB	Est-ce que vous avez déjà observé ça ?
346	Camille	Euh...
347	EB	Vous n'avez jamais fait attention à ça ?
348	Adrien	Il se lève toujours dans la même direction mais pas au même endroit.
349	EB	Pas au même endroit donc pas tout à fait dans la même direction. Si je suis toujours au même endroit, je me mets chez moi, tous les matins, le Soleil vient de se lever...
350	Jean-luc	C'est facile chez moi car la lumière, je la reçois suivant la saison, je ne la reçois pas au même endroit enfin je la reçois plus tôt ou plus tard.
351	EB	Plus tôt ou plus tard, ça c'est une autre question.
352	Jean-luc	Et puis pas tout à fait au même endroit. Il est beaucoup plus bas l'hiver que l'été.
353	EB	Vous êtes d'accord avec ça?
354	Aurélie	Oui.
355	EB	Ça, c'est autre chose. Si je me mets toujours au même endroit, je me pose les fesses devant chez moi et je regarde le Soleil se lever et je repère l'endroit où le Soleil se lève au cours de l'année. Je vois que le Soleil ne se lève pas toujours au même endroit. Un moment, il s'est levé là, j'ai toujours ma chaise au même endroit et puis un autre jour, il s'est levé là. Ça veut dire qu'il ne s'est pas levé dans la même direction. Donc le Soleil se lève plus ou moins à l'est et il se couche plus ou moins à l'ouest. Si je fais des observations régulières, je constate qu'il y a deux jours dans l'année où il se lève à l'est et il se couche à l'ouest. Ça c'est des observations que l'on pourrait faire.
356	Jean-luc	Ça historiquement on peut le savoir.
357	EB	Voilà, ça c'est des observations qui sont faites depuis longtemps. Il se lève exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest, le 21 septembre et le 21 mars, alors disons plutôt aux environs du 21 septembre et aux environs du 21 mars. Ça dépend des années. Il y a une journée dans l'année, où il se lève à l'est et se couche à l'ouest. Vous m'avez dit plus ou moins haut dans le ciel, ça c'est autre chose. Alors plus ou moins haut dans le ciel en été ou en hiver, vous m'avez dit. Ce n'est pas au cours de la journée, c'est à une heure précise.
358	Jean-luc	On le prend là où il est le plus haut dans la journée, supposons car c'est plus facile à mesurer.
359	EB	Oui. Alors, comment on sait quand le Soleil est le plus haut dans le ciel sur une journée ?
360	Jean-luc	Il faut l'observer.
361	Aurélie	On se sert de l'ombre.
362	EB	L'ombre, c'est à dire ?
363	Aurélie	Quand on ne voit pas d'ombre ?
364	EB	On ne voit pas d'ombre ?
365	Aurélie	Ben quand elle est...
366	Estelle	La plus petite.
367	EB	Alors le moment où le soleil est le plus haut dans le ciel, c'est le moment où l'ombre est la plus courte. Vous êtes d'accord avec ça ?
368	Simea	Oui.
369	EB	Donc par exemple ici, si j'ai ce cadran là, le moment de la journée où l'ombre est la plus courte, c'est ?
370	Adrien	Au milieu.
371	EB	Vous êtes d'accord ? Donc je regarde, au moment où on a l'ombre la plus courte, donc je regarde sur une journée et puis, j'ai une ombre qui est la plus courte sur une journée et je regarde celle-là. Je fais ça en hiver ...
372	Aurélie	En été.
373	Jean-luc	Il faudrait prendre une date particulière de l'hiver ou n'importe quand en fait.
374	EB	On s'en moque. Je fais ça en hiver, je fais ça ?
375	P	N'importe quand.
376	EB	Oui, je fais ça à plusieurs moments de l'année. Je fais ça en hiver, je fais ça en été et qu'est-ce que

		je constate ?
377	Adrien	Que l'ombre, c'est la plus courte entre midi et ..
378	Jean-luc	Ah oui par rapport à...
379	Adrien	Et 14 heures.
380	EB	Alors ça, c'est autre chose. Là, on était en train de se poser quoi comme question ? On était en train de se poser la question : comment vous m'avez dit qu'on pouvait avoir le Soleil plus ou moins haut dans le ciel ?
381	Adrien	Ah ben que plus l'ombre est petite, plus le Soleil est haut.
382	EB	Plus l'ombre est petit, plus le Soleil est haut. Vous êtes d'accord avec ça ?
383	Adrien	Enfin, plus le Soleil est perpendiculaire à nous.
384	EB	Qu'est-ce que vous en pensez Aurélie ?
385	Aurélie	Perpendiculaire à nous... Je dirais plutôt parallèle à nous. Les rayons sont parallèles.
386	EB	Alors les rayons nous arrivent parallèles. Ça on est d'accord, nous l'avons construit ensemble. Si le Soleil est vertical par rapport à nous, c'est à dire que le Soleil est au zénith, qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que j'ai une ombre ?
387	Jean-luc	Non, tu as un point au pied du bâton.
388	Adrien	C'est Assouan.
389	EB	Oui, c'est Assouan. Je n'ai pas d'ombre. Quand vous dites que le Soleil est plus ou moins haut dans le ciel, ça veut dire quoi ?
390	Jean-luc	Ça veut dire que les rayons sont plus ou moins inclinés.
391	EB	Que les rayons sont plus ou moins inclinés, vous êtes d'accord avec ça ? C'est à dire que vous voyez le Soleil quelque part ici, vous dites que les rayons sont comme ça et vous dites que le Soleil est par là et que les rayons sont comme ça. (E fait un dessin au tableau). Vous êtes d'accord? Et ça fait quoi là ? Comment je peux savoir que le Soleil est plus ou moins haut dans le ciel ? Je peux le regarder ?
392	Adrien	Parce que l'ombre est plus petite.
393	EB	Donc plus le Soleil est haut dans le ciel, plus l'ombre est …
394	Adrien	Petite.
395	EB	C'est-ce que vous disiez tout à l'heure. Est-ce qu'on peut avoir ça à Nice ?
396	Jean-luc	Non, on ne peut qu'avoir ça à l'équateur.
397	EB	On va se poser la question alors.
398	Jean-luc	Alors ça …
399	Adrien	C'est pas à l'équateur, Assouan.
400	EB	Assouan n'est pas à l'équateur, effectivement.
401	Aurélie	C'est parce que c'est penché.
402	Adrien	C'est possible.
403	EB	A Nice, comment on fait pour savoir ? On regarde les ombres tout le temps et on n'a jamais ça.
404	Jean-luc	Je l'ai fait avec des élèves, on n'a jamais eu ça.
405	EB	On n'a jamais eu ça à Nice. Par contre, si je regarde sur une journée et que je chope l'ombre la plus petite de la journée et que je regarde la taille de l'ombre la plus petite en été et en hiver, qu'est-ce que je constate ?
406	Patrizia	En hiver, c'est plus long.
407	EB	En hiver, c'est plus long et en été, c'est plus court. Le Soleil est plus ou moins haut dans le ciel suivant les saisons. Vous savez bien ça, en été vous cherchez de l'ombre, il n'y en a pas et puis en hiver, vous aimeriez être au Soleil et il y a des grandes ombres. Ça c'est des choses qu'on peut voir. Qu'est-ce qu'on peut voir d'autre ?
408	Jean-luc	On ne pourra pas vérifier mais on a l'impression en hiver que le Soleil est moins chaud qu'en été.
409	EB	Alors si on regarde les températures...
410	Jean-luc	Ce n'est pas une impression, c'est une réalité.

411	EB	On a, en France, il fait moins chaud en hiver qu'en été. Vous êtes d'accord ? Ça marche aussi pour la Suisse. Qu'est-ce que vous savez d'autre ? Qu'est-ce qu'on observe ? On a parlé de la hauteur du Soleil dans le ciel qui varie suivant les saisons, est-ce qu'il y a autre chose ?
412	Aurélie	La durée de la journée.
413	EB	Ah, la durée de la journée. Qu'est-ce qu'on peut en dire ?
414	Estelle	Elle varie selon les saisons.
415	EB	Comment ?
416	Aurélie	En hiver, les journées sont plus courtes.
417	EB	Hiver, journée courte.
418	Estelle	C'est plus court ou c'est décalé ?
419	EB	Hiver, journées courtes. Été ?
420	Adrien	Journée longues.
421	Jean-luc	En plus, vu ce qu'on a regardé sur le déplacement du Soleil, on s'aperçoit que sa course est plus courte.
422	EB	Oui parce qu'en hiver, ça fait comme ça et puis en été, ça fait quelque chose comme ça et c'est plus haut dans le ciel. C'est ça que tu veux dire ?
423	Jean-luc	Oui.
424	EB	Euh la durée de la journée varie, est-ce que vous pouvez m'apporter des précisions par rapport à ça ? Est-ce que vous savez quelle est la journée la plus courte de l'année et la plus longue ?
425	Camille	La plus longue, c'est le 21 juin.
426	Jean-luc	21 décembre.
427	EB	Donc la plus longue, 21 juin et la plus courte, 21 décembre. C'est le jour de l'hiver. Ça a des petits noms ça.
428	Jean-luc	C'est les solstices
429	EB	Et les autres c'est quoi ?
430	Jean-luc	Les équinoxes.
431	EB	Ça correspond à quoi ?
432	Adrien	Il y a autant de jour que de nuit.
433	EB	12 heures jour et 12 heures de nuit et c'est le 21 mars et le 21 septembre. Ça va ? Juste pour jouer : en hiver, les jours rallongent ou raccourcissent ?
434	Jean-luc	Ils rallongent à partir du 21 décembre.
435	Aurélie	Ils rallongent vu qu'on se rapproche de l'été.
436	EB	Et en été ?
437	Aurélie	Les journées raccourcissent.
438	EB	Donc on a les journées les plus longues en été mais en été les journées raccourcissent. On a les journées les plus courtes en hiver mais les journées rallongent. Ne vous faites pas piéger par ça.
439	Jean-luc	Ça tu le sens, à l'automne, le soleil le soir se couche de plus en plus tôt.
440	EB	Les journées rallongent de quand à quand et raccourcissent de quand à quand ? A Nice.
441	Jean-luc	Le 21 décembre au 21 mars. Après elles sont égales.
442	EB	Est-ce qu'après elles sont égales ?
443	Jean-luc	Non au 21 mars tu as égalité. Après le 21 mars, tu...
444	Camille	Non , c'est à partir du 21 juillet, non juin.
445	EB	Alors de quand à quand les journées rallongent et de quand à quand les journées raccourcissent. ?
446	Adrien	Du 21 juin au 21 décembre et du 21 décembre au 21 juin.
447	Jean-luc	Non mais en même temps, elles passent à l'égalité.
448	Adrien	Oui c'est égalité mais après...

449	EB	Donc du 21 décembre au 21 juin, les journées rallongent en passant par un point remarquable qui est le 21 mars où on a autant de jour que de nuit et puis ensuite, on a l'inverse. Pour travailler ça avec des enfants, on peut prendre un calendrier, on peut faire du découpage, on regarde les heures de lever et de coucher du Soleil et puis on a fait un diagramme comme ça avec plein de barres et puis je mets des dates : janvier, février, mars, avril et puis on a des heures: 6, 7, 8 etc. Avec les enfants, ils regardent sur le calendrier, le Soleil se lève à 6 heures et se couche à telle heure puis il se lève à telle heure et se couche à telle heure. On écrit sur les barres ce qu'on a fait puis on découpe les barres et on les colle les unes à coté des autres. On constate qu'il y a deux jours où c'est 12h, ici, et puis il y a des jours en dessous et des jours au dessus. Est-ce que vous voyez ce que je fais ?
450	Simea	Oui.
451	EB	C'est une autre façon de représenter les choses.
452	Jean-luc	Sauf que pour l'observation, ce n'est pas évident avec les élèves.
453	EB	On fait l'observation mais...
454	Jean-luc	Sur le journal, t'as les heures de lever et de coucher, tu peux te servir de ça.
455	EB	Voilà, vous pouvez utiliser un éphéméride. Qu'est-ce qu'on sait d'autre ?
456	Adrien	Le Soleil, ça brûle.
457	EB	Oui mais là on est en train d'essayer de construire le système Terre Soleil.
458	Adrien	Des fois, il y a des éclipses solaires.
459	EB	Ok, que sait-on d'autre encore ? Est-ce que c'est l'été partout en même temps sur la Terre ?
460	Aurélie	Non.
461	EB	Non, c'est à dire ?
462	Camille	Quand c'est l'été dans l'hémisphère sud, c'est l'hiver dans l'hémisphère nord et après on inverse.
463	EB	Quand c'est l'été dans l'hémisphère nord, c'est l'hiver dans l'hémisphère sud et réciproquement. Est-ce qu'il y a un endroit particulier sur le globe où on n'a pas d'été et d'hiver ?
464	Adrien	Au pôle nord.
465	EB	Au pôle nord, alors au pôle nord il n'y a pas d'été ni d'hiver ?
466	Adrien	Au pôle sud.
467	Jean-luc	Mais non, ça c'est plutôt à l'équateur.
468	EB	A l'équateur qu'est-ce qu'il se passe ?
469	Jean-luc	Il y a égalité.
470	EB	Si je me mets sur l'équateur et que je regarde les couchers et les levers tous les jours, c'est très pénible quelque part, ou très pratique, le Soleil se lève tous les jours à 6h et il se couche tous les jours à 18h. A l'équateur, on a toujours 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Au pôle nord et au pôle sud puisque vous en parliez ?
471	Adrien	Au pôle, il y a 12 mois de nuit et 12 mois de jour.
472	EB	Au pôle nord, on a ?
473	Adrien	Moi je fais des années de 24 mois !
474	EB	Donc, on a 6 mois de jour et 6 mois de nuit. Et au pôle sud ?
475	Jean-luc	Ben l'inverse.
476	Adrien	On a 6 mois de nuit et 6 mois de jour.
477	Jean-luc	Quand il y a la nuit au nord, il y a le jour au sud.
478	EB	Au nord, c'est la même chose mais inversée. Ça, comment on fait pour savoir ? On y va.
479	Adrien	Donc à l'équateur, il n'y a qu'une seule saison ?
480	EB	Attention, on n'a pas qu'une seule saison mais on a toujours le Soleil qui se lève et qui se couche à la même heure mais ils regardent les saisons différemment, ils ont la saison des pluies et la saison où il pleut moins. C'est lié au climat.
481	Jean-luc	On a des aurores boréales sur les pôles.
482	EB	On a des aurores boréales aux deux pôles mais on ne les voit pas en même temps parce qu'il faut

		qu'il fasse noir.
483	Estelle	Madame, ça veut dire quoi HN et HS ?
484	EB	Hémisphère nord et hémisphère sud. Qu'est qu'on peut voir encore ?
485	Aurélie	D'un côté du globe, quand il fait jour et l'autre coté, il fait nuit.
486	EB	Oui, on n'en a pas encore parlé de ça. On a dit que le Soleil se levait et se couchait, ça veut dire qu'il y a l'alternance jour nuit et que quand il y a une moitié du globe dans le jour, on a une moitié du globe qui est dans la nuit. Est-ce que le Soleil se lève partout à la même heure ?
487	Estelle	Non, il y a des fuseaux horaires.
488	EB	Oui. Même sans fuseaux horaires, est-ce que le Soleil se lève en même temps à Nice et à Brest ?
489	Jean-luc	Non.
490	EB	Non, comment on peut savoir ça ?
491	Jean-luc	On téléphone à des gens qui habitent sur Brest.
492	EB	On peut passer un coup de fil. A Nice, on voit le Soleil se lever, on passe un coup de fil à un copain de Brest et on lui demande si le Soleil est levé.
493	Jean-luc	Mais il n'y a pas des éphémérides par villes ?
494	EB	On a des éphémérides par villes mais effectivement, on peut faire comme ça, on peut passer un coup de fil. Est-ce qu'on se met à la montagne ?
495	Aurélie	Non car sinon il y a les montagnes.
496	EB	On se met à un endroit où on regarde à l'horizon. On va se mettre au niveau de la mer. On constate que le Soleil se lève plus tard à Brest qu'à Nice.
497	Pause	
498	Adrien	Donc il se couche plus tard.
499	EB	Et il se couche plus tard aussi.
500	Adrien	Donc après ça ne donne pas la même heure que nous.
501	EB	Ils ne voient pas le Soleil en même temps que nous.
502	Adrien	Ils ont un décalage de 3 minutes.
503	EB	Moi, mes parents sont dans le nord, très souvent ils me disent: « il fait jour chez nous » et nous il fait déjà nuit car ils sont plus à l'ouest.
504		(Patrizia et Camille parlent ensemble)
505	Camille	Je ne suis pas d'accord.
506	EB	Camille, expliquez nous.
507	Camille	Non non, rien.
508	Patrizia	Non, je disais à Camille qu'en été, les jours du sud sont plus courts que les jours dans le nord.
509	EB	Oui.
510	Patrizia	Et vice versa.
511	EB	En été, les jours sont plus courts dans le nord que dans le sud et inversement. Cela revient à dire ça. Que quand on est en été dans l'hémisphère nord, on est en hiver dans l'hémisphère sud puisqu'on a dit que quand on avait des jours longs en été et qu'on avait des jours courts en hiver, on avait un Soleil haut dans le ciel d'un côté et on avait le Soleil bas dans le ciel de l'autre. C'est ça que ça veut dire.
512	Adrien	Donc à Bordeaux c'est pareil ?
513	EB	Pareil que quoi ?
514	Adrien	Qu'à Brest puisque c'est à l'ouest.
515	EB	Alors si on regarde l'heure de lever et de coucher du Soleil à Brest et à Bordeaux, on se rend compte que c'est la même car les villes se trouvent sur la même …
516	Jean-luc	Je sais plus le dire.
517	EB	Donc on verra. On s'est posé des questions, en latitude...
518	Aurélie	En longitude.

519	EB	En longitude pardon. On peut se poser des questions en latitude.
520	Jean-luc	Est-ce que les villes sur un même méridien ?
521	EB	Est-ce que les villes sur un même méridien ont le Soleil qui se lève à la même heure ?
522	Jean-luc	Ouais mais alors ça voudrait dire qu'au pôle nord, là où arrive le méridien...
523	EB	Attends, là c'est une question ?
524	Jean-luc	Oui.
525	Adrien	C'est parce que la rotation de la Terre est inclinée.
526	EB	Ça on ne sait pas encore. Est-ce que le méridien a une influence sur l'heure pour une même latitude ? Même longitude excusez moi.
527	Jean-luc	Pas une influence sur l'heure, mais attends c'est quoi la question ?
528	EB	La question qui se pose c'est: Est-ce que pour Brest et Bordeaux, qui sont à la même longitude sur un globe, est-ce que l'heure du lever du Soleil est la même à Brest et à Bordeaux ? Pour Patrizia et Simea, longitudes, latitudes, méridiens, parallèles. Je ne pense pas que ce sont des mots que vous utilisez beaucoup.
529		(E prend le globe)
530	EB	On va faire un apport de vocabulaire.
531		(E montre les latitudes)
532	EB	Ça ça s'appelle des ?
533	Jean-luc	Des parallèles.
534	EB	Il y a deux mots. Ça s'appelle des parallèles
535	Mariska-Aurélie-Camille	Des longitudes.
536	Adrien	C'est latitude mais vous vous êtes trompée quand vous nous l'avez dit.
537	Aurélie-Camille.	Oui
538	Adrien	C'est latérale, c'est latitude.
539	EB	On va se mettre d'accord tout de suite.
540	Adrien	Je sais qu'au milieu, il y a l'équateur, qu' au dessus il y a le tropique du cancer et en dessous le tropique du capricorne.
541	EB	Alors les méridiens c'est quoi ?
542	Jean-luc	Les méridiens ce sont des lignes artificielles. C'est des lignes imaginaires qui relient les deux pôles.
543		(Recherche des notions sur internet)
544	EB	Donc la latitude c'est bien ça. C'est aussi les parallèles.
545	Adrien	Donc les latitudes c'est les parallèles.
546	EB	Latitudes et parallèles c'est dans ce sens là. Dans l'autre sens, c'est les …
547	Camille	Longitudes.
548	EB	Ce sont les longitudes et c'est-ce qu'on appelle aussi les méridiens. On s'est donné un zéro à chaque fois. Le zéro qu'on s'est donné pour les méridiens, c'est Greenwich du coté de l'Angleterre.
549	Jean-luc	Ils ont mis un laser vert.
550	EB	Le zéro des latitudes c'est l'équateur. C'est bon, on est d'accord sur ce vocabulaire ? Et donc la question que posait Adrien, c'était Brest Bordeaux ?
551	Adrien	Ils sont à peu près sur le même méridien.
552	EB	Ils sont à peu près sur le même méridien ou la même longitude et la question qu'on se pose c'est: Est-ce que ça change si on n'est pas sur la même latitude ?
553	Jean-luc	Tu prends sur un même méridien. Tu prends le pôle nord et l'équateur.

554	EB	Attendez là, ça c'est une question, on ne va pas forcément répondre tout de suite à celle ci.
555	Adrien	Pour l'instant, on se pose des questions.
556	EB	On n'a pas pensé à ce qui se passait la nuit. Qu'est-ce qu'on voit la nuit ?
557	Adrien	Les étoiles.
558	EB	On voit les étoiles et qu'est-ce qu'on peut dire sur les étoiles ?
559	Adrien	Que c'est la réflexion de la lumière...
560	EB	Non, pas d'interprétations.
561	Jean-luc	Elles bougent.
562	Patrizia	On voit la grande ours.
563	EB	Oui. On peut reconnaître... On sait donner des noms. Arbitrairement parlant, on a dit que ce groupe là d'étoiles on allait l'appeler comme ça. La grande ours, la petite ours...
564	Adrien	Les constellations.
565	Mariska	Elles n'apparaissent pas en même temps.
566	EB	Oui, c'est à dire que les étoiles …
567	Adrien	Elles tournent autour de la Terre.
568	EB	On les voit tourner autour de nous, est-ce que c'est vrai ?
569	Adrien	Oui.
570	Camille	Tu prends un appareil photo.
571	Jean-luc	Mais tu ne les vois pas tourner.
572	Camile-Adrien.	Ben si
573	Jean-luc	Tu les vois faire un arc de cercle mais pas tourner.
574	Adrien	Non mais il joue sur les mots mais ça se déplace dans le ciel.
575	Jean-luc	Ben oui.
576	Camille	Elles se déplacent.
577	Jean-luc	Je ne sais pas. Elles font une rotation complète ?
578	EB	On va regarder.
579	Aurélie	Ben oui, elles tournent autour de l'axe.
580	Jean-luc	Ben oui, elles se lèvent et elles se couchent. Elles font un arc de cercle.
581	Adrien	Normalement, tu en as une qui ne bouge pas.
582	EB	Ça m'intéresse ce que vous dites Adrien.
583	Jean-luc	Ben en fait, on ne les voit pas se coucher car il y a le Soleil qui se lève.
584	Adrien	Il y en a une qui ne bouge pas, tu la vois tout le temps. Je suis allé à l'astrorama avec mes enfants cet été.
585	EB	C'est une photo qui a été prise. On regardera où elle a été prise après. Non en fait les étoiles ne font pas un tour complet mais on voit qu'elles entament un arc de cercle donc si on restait suffisamment longtemps, on pourrait sans doute voir un tour complet mais le problème c'est quoi ?
586	Camille	Il y a le jour.
587	EB	Mais si je me mets au pôle nord, où il fait nuit tout le temps, je vois des cercles.
588	Jean-luc	Je te dirai qu'au pôle nord oui car tu es sur l'axe de la Terre, c'est à cause de …
589	EB	Si je suis ailleurs, je vois aussi des débuts d'arcs de cercle. Je vois un rond au pôle nord et des arcs de cercle ailleurs. Donc on voit les étoiles tourner.
590	Jean-luc	Mais par contre, les positions des unes par rapport aux autres, ce n'est pas toujours la même.
591	EB	Attendez, on se met d'accord sur les choses qu'on voit. C'est des témoignages. On peut voir les étoiles tourner autour d'une même étoile. On voit un endroit où ça ne tourne pas, on voit un point.

592	Adrien	Oui.
593	EB	Ici, c'est dans l'hémisphère nord.
594		(E montre une photo)
595	Jean-luc	C'est l'étoile du berger ?
596	EB	Ce n'est pas l'étoile du berger car l'étoile du berger, c'est une planète, c'est Vénus. Donc dans le ciel, on voit une étoile qui ne bouge pas et toutes les étoiles qui tournent autour, ça c'est au cours de la nuit. Si je regarde une constellation particulière au cours de la nuit, je vois la constellation qui tourne comme ça. Au niveau de l'horizon, je vois des étoiles qui apparaissent, qui se lèvent et j'en vois d'autres qui se couchent. Ça c'est une première observation. Est-ce qu'on a les mêmes étoiles en été et en hiver ?
597	Adrien-Mariska	Non.
598	EB	Non, je ne vois pas les mêmes étoiles dans le ciel. Il y en a que je vois la même façon, par exemple la grande ours et il y en a que je ne vois pas.
599	Adrien	C'est le cas de la constellation d'Hercule qu'on voit en été mais pas en hiver.
600	EB	Ça vous l'avez entendu à l'astrorama. On vous l'a montré c'est ça ?
601	Adrien	Non je l'ai vu à la campagne.
602	EB	Vous arrivez à la reconnaître parce que …
603	Adrien	Parce qu'il y a la ceinture d'Orion.
604	EB	Ok. Bon, il y a d'autres constellations plus faciles à reconnaître, comme la constellation en W qu'on appelle...
605	Adrien	Manchester.
606	EB	Cassiopée. On voit Cassiopée en été mais pas en hiver. Je suis sure que vous connaissez votre signe astrologique ?
607	Adrien-Simea	Oui.
608	EB	Vous êtes taureau, bélier ou machin... Est-ce que vous avez une idée d'où ça vient ?
609	Adrien-Aurélie	Des étoiles.
610	EB	Et oui, ça vient du fait que ces constellations sont visibles ou non au moment de votre naissance. On ne voit pas les mêmes étoiles dans le ciel suivant la saison.
611	Pause	
612		(Mise en place de la caméra)
613	EB	On va y aller progressivement sur cette démarche là. C'est moi qui vais guider le questionnement. La première question que je vais vous poser est simple. C'est : comment expliquer que quand il fait jour à Nice, il fait nuit à Singapour ? Je vais vous éteindre la lumière pour que vous puissiez manipuler. Le fonctionnement de base, c'est que chaque groupe imagine son idée, vérifie son idée et ensuite l'exprime et la fait partager aux autres. Ce qu'on va faire, c'est qu'on va écouter un groupe puis les deux autres nous diront s'ils sont d'accords ou pas.
614		
615		Discussion du groupe 1 (Aurélie et Camille)
616	Au	C'est normal parce que la Terre est ronde.
617	C	La Terre tourne sur elle même.
618	Au	C'est surtout qu'elle tourne autour du Soleil et qu'elle soit ronde.
619	C	Oui mais qu'elle tourne sur elle même aussi.
620	Au	Oui mais quand il fait jour ici et nuit ici.
621	C	Oui donc elle tourne sur elle même.
622	Au	Mais on ne sait pas.
623	C	On me l'a toujours dit.
624		

625		Discussion du groupe 2 (Estelle, Mariska et Patrizia)
626	Es	Quand Nice est au Soleil, Singapour est à l'ombre.
627	M	Mais comment l'expliquer ?
628		(Pa tourne la Terre sur elle même et la fait tourner autour du Soleil)
629	Pa	La Terre tourne. Une fois par année, elle tourne autour du Soleil.
630		
631		Discussion du groupe 3 (Jean-Luc, Simea et Adrien)
632		(J fait tourner la Terre sur elle même)
633	J	Si là c'est Nice, Singapour sont dans le black et inversement.
634		
635		(Mise en commun des modèles)
636	EB	Alors c'est bon vous avez trouvé ?
637	Ad-Au	Oui.
638	EB	On va laisser le groupe 3 nous expliquer pourquoi quand il fait jour à Nice, il fait nuit à Singapour ?
639	S	ici c'est Nice et là c'est Singapour. Maintenant c'est jour à Nice et nuit à Singapour et on tourne. (S fait tourner la Terre sur elle même)
640	EB	On ne s'est pas posé cette question. On s'est juste posé la question : Comment expliquer que d'un coté il fasse nuit et de l'autre coté il fasse jour ?
641	Ad	Car ils sont du mauvais coté de la boule.
642	EB	Alors verbalisez et formalisez
643	Ad	Quand Nice est face au Soleil et qu'il est sur la partie éclairée de la sphère. Étant donné que Singapour est symétriquement opposé alors dans le coté ombrageux de la sphère.
644	EB	Qu'est que vous en pensez les autres de cette explication ? C'est comme ça que vous auriez dit ?
645	M	Oui.
646	EB	Vous reformulez ce que vous avez dit.
647	Ad	Donc nous avons Nice d'un coté de la sphère et nous avons Singapour de l'autre coté de la sphère. Quand nous avons la sphère qui est éclairée sur Nice, vu que symétriquement Singapour est de l'autre coté, Singapour se trouve dans la partie non éclairée.
648	EB	Vous êtes d'accord ?
649	M	Oui.
650	EB	Est-ce que c'est nécessaire que ça soit symétrique ?
651	Ad	Non c'est juste que là, ça tombait bien.
652	EB	D'accord. Quand Nice est dans la demi- sphère éclairée par le Soleil.
653	Ad	Singapour est dans la demi sphère ombragée.
654	J	Si on aurait pris Moscou on aurait été plus embêtés
655	EB	Pourquoi ?
656	J	Parce qu'il y a un moment où les deux auraient été éclairés ensemble.
657	Ad	Si on avait pris Bordeaux aussi.
658	EB	Donc j'ai pris des villes suffisamment éloignées pour que, d'une façon générale, quand l'une est dans la lumière, l'autre soit dans l'ombre. Est-ce qu'on a besoin que ça soit symétrique ? Non. Donc dans la réponse, est-ce que je dis que c'est symétrique ?
659	M	Non.
660	EB	Quand il fait jour dans une moitié de l'hémisphère de la boule, il fait nuit quand l'autre moitié. Vous devinez la question suivante que je vais vous poser. Vous étiez tentée d'y répondre Simea. Quand je vous ai arrêtée, vous étiez en train d'expliquer quoi ?
661	S	Parce que le monde tourne.
662	EB	Là, vous étiez en train de répondre à quelle question, quand vous vouliez faire tourner la Terre ?

		L'alternance du jour et de la nuit. Vous étiez en train de répondre à la question : Comment expliquer que sur un coin du globe il fait jour puis il fait nuit puis il fait jour puis il fait nuit ? Donc la question suivante, c'est celle-là. Attention, il y a peut être plusieurs façons d'interpréter le fait qu'on voit une alternance du jour et de la nuit. Estelle, reformulez-moi la question.
663	Es	Qu'est-ce qui se passe si la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil ?
664	EB	Est-ce que c'est ça la question que je pose ? Non. On ne sait pas tout ça, on est en train d'essayer de le construire. Qu'est qui se passe si la Terre tourne sur elle même et autour du Soleil ? Là c'est le contraire, c'est déjà interpréter ce que je vois. Moi ce n'est pas ça que je cherche. Quelle est la question ?
665	C	Pourquoi y a t-il alternance du jour et de la nuit en un point ?
666	EB	Pourquoi y a t-il alternance du jour et de la nuit en un point ? Qu'est que vous en pensez les autres ? C'est plus proche déjà. Alors moi, plutôt qu'une question en pourquoi je préfère poser les questions en comment. Donc comment ?
667	Ad	Comment y a t-il alternance jour nuit ?
668	J	Comment expliquer l'alternance jour nuit ?
669	EB	Gagné. Comment expliquer l'alternance jour/nuit en un point de la Terre ? Donc maintenant, vous n'avez besoin que d'un bonhomme. Il y a plusieurs façons d'expliquer. Je veux que vous me les trouviez toutes.
670		
671		(Discussion par groupes)
672		
673		Discussion du groupe 1
674	Au	Comment tu expliques ça Camille ? Et hop, la Terre tourne.
675	C	Première solution, la Terre tourne sur elle même.
676	Au	On peut même imaginer des trucs qui ne sont pas vrais ?
677	EB	Je ne sais pas ce qui est vrai maintenant.
678	Au	Ah on ne sait pas, d'accord.
679	EB	On ne sait pas, on est en train de construire.
680	Au	Peut être parce qu'elle fait comme ça. Il peut y avoir aussi quelque chose qui vient cacher le Soleil aussi.
681	C	Il y a combien de solutions ?
682	Au	On en a trouvé trois mais qui sont improbables. Ah mais non en fait ça, ça ne marche pas parce que c'est sphérique.
683	C	Mais on ne sait pas.
684	EB	On sait que le Soleil éclaire dans toutes directions.
685		
686		Discussion du groupe 2
687	Pa	On peut dire que c'est parce que la Terre tourne sur elle même mais aussi que le Soleil tourne autour de la Terre. Je ne sais pas moi.
688		(M prend une petite boule)
689	M	Ça c'est la Lune. Elle se met entre les deux. La Terre, elle tourne et la Lune tourne autour de la Terre.
690		(M met la Lune entre la Terre et le Soleil)
691	M	Là, ça fait de la nuit mais ça ne fait pas jour et nuit.
692	Pa	Bon on en a deux.
693	EB	Vous en avez trouvez une ?
694	M	On en a deux.
695	EB	Il y a en encore une.
696	M	Je suis sûre que c'est la Lune.

697	C	Vous avez trouvé quoi comme solutions ?
698	M	La Terre tourne sur elle même et le Soleil tourne autour de la Terre. Enfin, la Terre tourne autour du Soleil. C'est pas le soleil qui tourne.
699	Pa	Non, on sait mais c'est une explication.
700	M	Ah, on dit des trucs pas vrais.
701		
702		Discussion du groupe 3
703	Ad	Alors tu as la Terre qui reste fixe et le Soleil qui lui tourne autour. Tu as aussi le Soleil qui tourne comme ça.
704		(Ad fait des arcs de cercle dans le plan horizontal de la Terre)
705	Ad	Tu as aussi la Terre qui peut tourner sur elle même et le Soleil qui tourne autour. La Terre peut aussi tourner comme ça et le Soleil comme ça (Ad fait tourner les deux dans le sens inverses). On se sert des hypothèses qu'on pourrait faire avec la lampe.
706	J	inaudible
707	Ad	On n'a pas décidé qu'elle était fixe.
708	EB	Combien vous en avez trouvée ?
709	Ad	J'en ai trouvé 4.
710	EB	Attendez, il faut qu'elles soient différentes les unes de autres.
711	Ad	Elles sont différentes mais c'est des différences subtiles. Il nous en faut une autre.
712	J	Tu pourrais éteindre le Soleil et le rallumer ?
713		(Ad éteint la lumière et la rallume)
714	Ad	Jour, nuit, jour. Le problème avec ça, c'est que ça ne fait pas le jour partout. En faisant comme ça, Singapour reste dans la nuit tout le temps.
715	S	Ben avec deux soleils.
716	J	Tu inventes deux Soleils opposés.
717	Ad	Mais il n'y a pas deux soleils. Quoique on n'a pas la preuve.
718	P	Mais on sait qu'on a qu'un Soleil ? Car là j'entends parler de deux soleils.
719	EB	si ils ont envie de prendre deux soleils, on va prendre deux soleils.
720	Ad	Et si on avait deux soleils et un drap avec pleins de petits trous qui tombait dessus.
721		
722	EB	On va voir tout ça en commun et on va commencer par le groupe 2.
723	Pa	Alors une explication pour nous, c'est que la Terre tourne autour de soi.
724		(*Pa tourne la Terre sur elle-même*)
725	EB	Est-ce que les autres vous êtes d'accord avec cette solution ?
726	Au-C	Oui.
727	J	Mais ça pourrait être le Soleil qui tourne autour.
728	EB	Mais attendez.
729	Pa	C'était une solution !
730	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec cette solution ?
731	J	Non.
732	EB	Est-ce que ça ne marche pas ça ?
733	J	Si ça marche.
734	EB	Donc vous êtes d'accord.
735	J	Ça marche mais j'ai dit que je n'étais pas d'accord.
736	Pa	Mais j'ai dit que c'était qu'une solution.
737	EB	Est-ce que ça permet d'expliquer l'alternance du jour et de la nuit sur le globe ?

738	J	Oui.
739	EB	Donc, ma question c'était ça.
740	J	Non, tu nous a demandé si on était d'accord.
741	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'elle dit ? Et est-ce que ça répond à la question de l'alternance jour nuit ?
742	J	Oui ça répond à la question.
743		(*Pa prend une petite boule qui représente le Soleil*)
744	Pa	Deuxième solution, la Terre est fixe et le Soleil tourne autour.
745	EB	Allez-y faites le.
746		(*Pa prend la lumière et la fait tourner autour de la Terre*)
747	EB	Là, pour le moment votre personnage est dans le ?
748	Pa	Dans le jour. Maintenant le Soleil tourne, il est dans la nuit.
749	EB	Et puis ensuite ?
750	Pa	Le soleil tourne et il refait jour.
751	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec la solution qui est proposée ?
752	Au-C-Ad	Oui.
753	EB	Donc une deuxième possibilité c'est que la Terre ne bouge pas et que le Soleil tourne autour. Qu'est-ce que vous avez d'autre ?
754	Pa	Oui.
755	M	Avec la Lune.
756	EB	Il n'y avait pas besoin de la Lune.
757	M	Ben nous, c'est-ce qu'on avait dit en troisième. Si la Lune... Non en fait.
758	C	Non mais c'est pas bête nous aussi on y avait pensé. Il faudrait avoir un truc qui cache le Soleil.
759	J	mais là, tu as le jour et la nuit sur tous les points de ta Terre.
760	EB	Ici, on est sur l'alternance du jour et de la nuit. Idéalement partout sur la Terre et on n'utilise pas la Lune pour le moment. Est-ce que vous en avez d'autres d'explications ?
761	M	Non.
762	EB	A vous le groupe 1.
763	Au	Nous on en a qu'une de différente.
764		(*Au fait un cercle autour du Soleil dans un plan vertical*)
765	Au	Si la Terre elle fait comme ça.
766	Pa	Oui mais le Soleil brille dans toutes les directions.
767	Au	Oui mais ça va changer.
768	Ad	Oui enfin ça tourne autour du Soleil.
769	Pa	Alors qu'elle est la différence si il tourne comme ça (*dans un plan horizontal*) ou comme ça ?
770	C	Oui c'est vrai.
771	Au	Parce qu'au début on avait dit ça.
772		(*Au descend puis remonte la boule dans un plan vertical*)
773	Au	Mais on avait oublié qu'il était sphérique le Soleil. Donc ça ne marche pas.
774	EB	Quelle différence vous dites avec quoi Patrizia ?
775	Pa	Tourner autour du Soleil comme ça (de manière horizontale) ou comme ça (de manière verticale).
776	EB	Est-ce que vous êtes d'accord que ça revient au même ?
777	Au	Oui.
778	EB	On va voir, est-ce que ça marche ? Est-ce que c'est une solution différente de celle que vous avez proposée ?

779	Au	Ben ça ne revient pas au même pour les pays. Ça va être le pôle nord qui va être beaucoup éclairé pendant un moment.
780	EB	Ce que vous nous proposez, c'est de faire tourner la Terre autour du Soleil. Que je la fasse tourner comme ça (de manière verticale) ou que je la fasse tourner comme ça (de manière horizontale) est-ce que ça change quelque chose ?
781	C	C'est la même chose.
782	EB	C'est la même chose, vous êtes d'accord les autres ?
783	Ad	Ben ça change les parties ensoleillées au cours de la journée.
784	J	ça change juste la manière dont le soleil va se lever. Il va se lever du nord au sud.
785	EB	Ce que vous me dites, c'est que vous faites tourner le Soleil autour de la Terre. Est-ce que ça marche ? Pour le moment, j'ai votre étoile (en pâte à modeler) qui est dans l'ombre.
786		(*E tourne le Soleil autour de la Terre de manière horizontale*)
787	EB	Pour le moment, je vois un bout de l'étoile qui est illuminé. Maintenant, elle est dans la nuit et puis vous commencez à voir la lumière sur l'étoile. Est-ce qu'on a alternance du jour et de la nuit ?
788	Ad-J	Oui.
789	Ad	Mais madame, vous n'avez pas des lampes de poche ?
790	EB	Je vais vous montrer pourquoi ce n'est pas pratique.
791		(E va chercher une lampe de poche)
792	EB	Le problème, c'est qu'elle n'éclaire pas la demi-sphère Ceci dit, est-ce que ça marche ce qu'elles ont fait ?
793	J	Oui.
794	EB	Donc on a trouvé quoi : la Terre qui tournait sur elle même, la Terre qui tourne autour du Soleil et le Soleil qui tourne autour de la Terre. Est-ce que vous en avez trouvé d'autres vous ?
795	J	Ben si la Terre faisait des demi-tours.
796		(*J fait des demi- tours en tournant la Terre sur elle même*)
797	J	Ça pourrait être ça. On pourrait avoir un coup la Terre est comme ça et un coup la Terre est comme ça, on a le jour sur l'autre coté. Elle ferait ça.
798	Ad	Ou sinon le Soleil ferait comme ça.
799		(*Ad fait des demi-tours avec le Soleil qui tourne autour de la Terre*)
800	EB	Là, il ne tourne pas il fait un demi-tour.
801	J	Là, on a bien alternance du jour et de la nuit. On n'a pas parlé du matin et du soir.
802	EB	Alors est-ce qu'on a alternance du jour et de la nuit partout sur la Terre ?
803	Ad-J	Oui.
804	EB	Ok. Quoi d'autre ?
805	Ad	Ben quand le Soleil arrive là, il repart. Le Soleil oscille.
806	EB	Donc le Soleil ferait des allers retours.
807	J	Après le Soleil pourrait être clignotant aussi.
808	Ad	On mettrait deux Soleils et on ferait jour nuit.
809	EB	Pourquoi deux soleils ?
810	J	Parce que si on avait deux Soleils face à face. Quand on éteint l'un, l'autre s'allume comme ça on aurait alternance du jour et de la nuit sur les deux cotés de la Terre.
811	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?
812	C-Au	Oui.
813	EB	Est-ce que vous en avez d'autres encore ?
814	Ad	Après il y a tout qui est éclairé et on a un drap qui tombe.
815	EB	Oui mais dans ce cas là, de l'autre coté il fait toujours noir.
816	Ad	A non car il y a deux Soleils.

817	EB	Oui mais ça revient au même que d'éteindre. Là, vous rajoutez des éléments.
818	J	Oui.
819	EB	En général, quand on a le choix entre plusieurs solutions, l'une présentant un niveau de complexité plus importante que l'autre, qu'est-ce qu'on a tendance à faire ?
820	Ad	A prendre la plus complexe et scientifique.
821	J	A prendre la plus simple.
822	EB	Le coup du drap, c'est un peu tiré par les cheveux.
823	J	Par contre à la place d'avoir un deuxième Soleil en face, on peut avoir une planète qui fasse réflecteur et qui joue le rôle. Cependant, on n'aurait pas l'alternance du jour et de la nuit.
824	Ad	Ben si, parce que tu peux avoir une planète qui arrive là et qui cache et derrière tu as un truc qui fait réflecteur.
825	EB	Qui réfléchit comment et qui réfléchit quoi dans ce cas là ?
826	Ad	Ben les rayons du Soleil.
827	EB	Si vous cachez la lumière du Soleil...
828	J	Ça ne marche pas.
829	Ad	Ben non, on cache juste sur la Terre sur la demi-sphère éclairée donc là les rayons continuent et ça converge. Genre un grand miroir convergent ou concave et puis au fur et à mesure que la Terre tourne, ça cache à chaque fois.
830	EB	Donc ici, vous introduisez des éléments supplémentaires à chaque fois par rapport aux éléments avec lesquels on avait décidé de travailler.
831	Ad	On n'a pas dit qu'on ne pouvait pas rajouter des éléments.
832	EB	C'est vrai mais votre solution nécessite l'emploi de quelque chose en plus.
833	J	Sauf le coup de la Terre qui ferait un demi-tour, là ça marche.
834	EB	Vous êtes d'accord avec ce qu'ils ont dit ? Est-ce que ça pourrait marcher ?
835	M	Oui.
836	EB	Alors qu'est-ce qu'on pourrait faire pour essayer de voir si tous ces modèles peuvent fonctionner complètement ?
837	Ad	On va à l'astrorama.
838	EB	A part l'astrorama.
839	Ad	A la NASA ?
840	EB	A part la NASA. Ça vous a choqué leurs histoires d'aller retour. Comment est-ce qu'on pourrait faire pour leur dire : votre modèle ne marche pas ?
841	J	Ça, ça ne peut pas marcher car on aurait le Soleil qui se lèverait alternativement un coup d'un coté et un coup de l'autre.
842	C	Oui.
843	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça les autres ?
844	J	Donc là, ça ne marcherait pas.
845	Ad	Attention, on n'a pas parlé de la vitesse du demi-tour.
846	J	La vitesse on ne s'en occupe pas. C'est plutôt que la position du Soleil serait alternée. Un coup le Soleil se lèverait à l'est et l'autre coup il se lèverait à l'ouest. A chaque fois, on inverse la rotation. C'est donc incompatible avec la réalité.
847	EB	Vous êtes d'accord ?
848	Es	Oui.
849	EB	Donc là, ce qu'on fait c'est de rajouter une observation : le Soleil se levait à l'est et se couchait à l'ouest et qu'avec ce phénomène là on ne peut pas voir. Vous êtes d'accord ?
850	C	Oui.
851	EB	Donc on élimine ce modèle d'aller retour que ça soit du Soleil ou de la Terre parce que ça ne permet pas d'expliquer une observation. Question : Est-ce qu'avec les trois autres modèles, on arrive à avoir le Soleil qui se lève à l'est et se couche à l'ouest ?

852	J	Le leur tombe aussi car le Soleil se lèverait au nord et il se coucherait au sud ou l'inverse.
853	EB	Ben non.
854	J	Oui car on n'a pas bougé l'axe de la Terre.
855		(*E reprend le matériel pour manipuler*)
856	EB	Déjà où est l'est, où est l'ouest ?
857	J	Le nord et le sud c'est par rapport à l'axe de rotation.
858	EB	Si on considère que ça c'est notre axe de rotation, pour nous le nord est ici et le sud ici. Pour mon bonhomme où est l'est et l'ouest ?
859	Au	L'est à gauche.
860		(E marque l'ouest et l'est)
861	EB	Ici, c'est l'est et de l'autre coté, c'est l'ouest. Pour mon bonhomme, la question c'est : Est-ce que je peux m'arranger avec les modèles que vous m'avez présentés pour que le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest ? Groupe 2, vous regardez avec le modèle la Terre tourne sur elle même. Groupe1, vous regardez si ça marche avec le modèle le Soleil tourne autour de la Terre. Groupe 3, vous regardez si ça marche avec le modèle la Terre tourne autour du Soleil.
862		
863		Discussion du groupe 3.
864	Ad	Dans quel sens elle tourne ?
865	EB	Vous vous débrouillez. Est-ce qu'on peut réussir en faisant tourner la Terre autour du Soleil, à avoir un Soleil qui se lève à l'est et se couche à l'ouest ?
866	J	Il faut qu'elle tourne en 24 heures. Il faut qu'elle fasse le tour en 24 heures.
867	EB	Il faut d'abord distinguer votre est et votre ouest.
868	J	Déjà, un truc qui ne tient pas. Pour que ça marche, il faudrait qu'elle fasse un tour en 24 heures. Elle aurait une grande vitesse.
869	Ad	Ou alors le Soleil est tout petit. Si c'est un petit Soleil, tu fais facilement le tour.
870	J	Donc il faudrait une vitesse phénoménale ou que le Soleil soit petit. Ça marche mais il y aurait un problème sur la durée.
871		
872		Discussion du groupe 1
873	Au	Hop regarde ça marche. Ça se couche à l'ouest et ça se lève à l'est. Nous c'est bon on a trouvé.
874	EB	Est-ce que ça marche ?
875	C	Oui.
876	EB	Quand vous avez testé votre modèle, vous regardez celui des autres.
877	C	La Terre tourne sur elle même.
878	Au	Ça marche. Après il y a la Terre tourne autour du Soleil. Ça marche aussi.
879	C	Ah bon ?
880	Au	Ben oui, le Soleil est sphérique donc tu fais ça et hop.
881	C	Mais si la Terre tourne autour du Soleil, il faut qu'elle tourne aussi sur elle même. Tu as deux conditions. Regarde si elle ne tourne pas sur elle même, le Soleil il reste comme ça donc elle doit tourner sur elle même.
882	Au	Oui. Si elle reste comme ça ?
883	C	Tu n'as pas de lever ni de coucher.
884	Au	Ben tout à l'heure, ça ne marchait pas non plus.
885	EB	Qu'est que vous avez fait ?
886	Au	On a fait la Terre qui tourne autour du Soleil.
887	EB	Est-ce qu'elle tourne sur elle même en même temps ou pas ?
888	Au	Si elle tourne, ça marche et si elle ne tourne pas, ça ne marche pas.
889	EB	Ah bon ? Recommencez.

890		(*Aurélie et Camille manipulent*)
891	Au	Si elle tourne sur elle même ça marche et si elle ne tourne pas sur elle même, ça marche aussi.
892	EB	Attention, mettez vous d'accord toutes les deux. Qui tourne par rapport à quoi ?
893	Au	Donc là, elle tourne sur elle même.
894	C	Ça marche.
895	Au	Et quand elle ne tourne pas sur elle même. Ça marche aussi.
896	C	Ah oui ! Il se lève à l'est et se couche à l'ouest. C'est bon.
897		
898		Discussion du groupe 2
899	EB	Est-ce que ça marche vous ?
900	M	Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Ouais c'est bon.
901	EB	C'est bon ?
902	M-Pa	Oui.
903	EB	Quand vous avez testé votre modèle, vous regardez celui des autres.
904	M	Elle tourne autour du Soleil.
905		(M manipule)
906	Pa	Le problème c'est que c'est lumineux de tous les cotés. Donc ça ne dépend pas si la Terre tourne autour du Soleil.
907	EB	Et vous les trois solutions qu'est-ce que ça donne ?
908	M	Tourne autour du Soleil, ça ne marche pas.
909	EB	Ah bon ?
910	M	Ben si le Soleil éclairait partout.
911	EB	Qui tourne ? Et comment la Terre tourne ?
912	M	On a pris comme solution que la Terre est fixe et elle tourne autour du Soleil.
913	EB	Tourner autour du Soleil, vous faites comment ?
914		(*Pa tourne la Terre autour du Soleil dans un plan horizontal*)
915	EB	Vous êtes d'accord ? Ça c'est tourner autour du Soleil. Alors quand elle tourne autour du Soleil, est-ce que le Soleil se lève et se couche ?
916	Es	Oui mais il se lève à l'ouest.
917	Pa	On peut tourner comme ça. (*dans le sens inverse des aiguilles d'une montre*)
918	Es	Oui ça dépend dans le sens dans laquelle tu l'as fait tourner.
919		
920		Mise en commun
921	EB	Alors vous allez nous expliquer le groupe 2, ce qui vous pose problème. Qu'est-ce que vous faites ?
922	Pa	On est en train de faire tourner la Terre autour du Soleil.
923	EB	Vous faites tourner la Terre autour du Soleil. Est-ce que la Terre tourne sur elle même ?
924	Ad	Non.
925	EB	Est-ce qu'on a une alternance de jour et de nuit ?
926	Pa-Es	Oui.
927	EB	Est-ce qu'on a le Soleil qui se lève d'un coté et se couche de l'autre ?
928	Pa	Oui.
929	Es	Ça dépend dans le sens dans lequel on tourne.
930	EB	C'est à dire ?
931	Es	Quand on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.
932	EB	Quand on fait ça, qu'est qui se passe ?

933	Es	Le Soleil se lève bien à l'est et se couche bien à l'ouest.
934	EB	Et dans l'autre sens ?
935	Es	C'est l'inverse.
936	EB	Est-ce que vous avez constaté ça les autres ?
937	Ad-Au	Oui.
938		(*E recommence la manipulation. Elle tourne la Terre dans le sens des aiguilles d'une montre*)
939	EB	Pour mon bonhomme, il est midi. Maintenant ici, le soleil est en train de se coucher. Il se couche à l'ouest. Je continue, il fait nuit et puis il commence à faire jour, c'est le matin et c'est à l'est.
940	J	Donc ça marche.
941	EB	La Terre tourne autour du Soleil, est-ce que ça marche ?
942	M	Oui.
943	EB	Ça ça marche à condition de faire tourner la Terre uniquement autour du Soleil et dans le sens des aiguilles d'une montre, on arrive à voir le Soleil qui se lève et qui se couche comme il faut par rapport à nos observations. Camille et Aurélie, quand la Terre tourne sur elle-même, ça donne quoi ?
944	Au	Ça marche. Donc ici il y a l'est. On tourne dans le sens inverse et ça marche.
945	EB	Dans le sens inverse de quoi ?
946	C	Des aiguilles d'une montre.
947	EB	D'accord. Vous êtes d'accord les autres ?
948	Ad-Es	Oui.
949	EB	Donc le modèle de la Terre qui tourne sur elle même est bon mais il faut que la Terre tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre pour qu'on ait le Soleil qui se lève à l'est et qui se couche à l'ouest. Il en reste une. À vous le groupe 3. C'est le modèle où le Soleil tourne autour de la Terre.
950	J	Mais nous la Terre tournait aussi, on a pris les deux.
951	EB	Si on prend le cas de la Terre qui tourne sur elle même et le cas de la Terre qui tourne autour du Soleil, par exemple comme la Lune, elle tourne sur elle-même en même temps qu'elle tourne autour du Soleil.
952	J	Mais on a le même problème. On a une face cachée.
953	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?
954	J	Donc on n'a pas alternance du jour et de la nuit.
955	EB	Vous le refaites doucement pour tout le monde.
956	J	La Terre va tourner mais elle reste tout le temps orientée vers le Soleil. C'est toujours la même phase qui est au jour.
957	Pa	Mais si la Terre tourne plus vite ?
958	J	Attends, pour l'instant on fait ça. Ici, il n'y a pas alternance du jour et de la nuit donc on élimine le truc.
959	EB	Vous êtes d'accord avec ça ?
960	G1-G2	Oui.
961	J	Après le problème c'est de la manière dont on va tourner. Suivant le sens... J'y comprends plus rien.
962	Ad	Essaye de la faire tourner.
963	J	Si elle tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, ça marche. Mais on a pensé prendre l'axe de la Terre dans le sens horizontale à la place du sens vertical.
964	EB	Qu'est-ce que ça change ?
965	J	Ben ça change plein de choses.
966	EB	Là, vous êtes en train de rajouter des modèles par rapport aux modèles qu'on s'était fixés.
967	Ad	Non, on avait fait la Terre qui ne tourne pas sur elle-même et qui tourne autour du Soleil en 24 heures. On avait soit la Terre qui tournait très vite soit un petit Soleil.

968	EB	Expliquez moi.
969	J	Si on avait la Terre qui tournait autour du Soleil...
970	EB	C'est-ce qu'on vient de faire et que vous m'avez dit que ça marchait.
971	Ad	Comme elle doit faire le tour en 24 heures, soit elle irait très très vite soit on aurait un tout petit Soleil.
972	EB	Est-ce que c'est un tout petit Soleil ou c'est la Terre qui est plus près du Soleil ? Qu'est que vous voulez dire par un tout petit Soleil ?
973	Ad	Ben si il est plus petit, ça veut dire qu'il a une plus petite orbite et donc il va plus vite.
974	EB	Est-ce que la taille du Soleil a à voir avec la taille de l'orbite de la Terre ?
975	Ad	Si c'est comme ça il parcourt plus de chemin. (Ad prend une grosse boule) Si c'est comme ça, il en parcourt moins. (Ad prend une petite boule)
976	EB	Ce que vous voulez c'est coller la Terre au Soleil ?
977	Ad	Ou rétrécir le Soleil.
978	EB	Donc vous pensez que si on rapproche la Terre, on aura un périmètre à parcourir plus petit.
979	Ad	Oui ou on a la Terre qui va très vite.
980	EB	Là pour le moment l'idée du groupe 2, quand on a fait tourner la Terre autour du Soleil et qu'on a vu que le Soleil se levait à l'est et se couchait à l'ouest, ça veut dire que ce mouvement de la Terre autour du Soleil, il se fait en combien de temps ?
981	C-M	En 24 heures.
982	EB	Point.
983	Au	Mais on a dit que ça ne marchait pas quand elle tournait sur elle-même, donc si elle tourne plus vite ça marche.
984	EB	Attendez, on va prendre chaque cas à la fois. On a vu le cas où la Terre tourne autour du Soleil sans tourner sur elle même. On a vu que ça marchait. Il fallait que la Terre tourne autour du Soleil sans tourner sur elle même en 24 heures.
985	J	Oui.
986	EB	On a vu la Terre qui tourne sur elle même et le Soleil qui ne bouge pas. Ça ça marche en 24 heures. Ils nous ont dit que si la Terre tournait sur elle même en 24 heures et qu'elle tournait autour du Soleil en 24 heures, le Soleil voit toujours la même face de la Terre et ça ne marche pas. Vous êtes d'accord ?
987	Au	Oui.
988	EB	Ensuite ils nous disent que si on fait un mélange des deux, c'est à dire qu'on fait tourner la Terre sur elle même et en même temps on la fait tourner autour du Soleil, ça devient compliqué mais on doit pouvoir y arriver. Ensuite, ce qu'ils nous disent, c'est que la distance pourrait changer quelque chose mais ce n'est que dans le cas où on tourne à la même vitesse. C'est très fluctuant donc ce n'est pas pertinent pour ce qu'on est en train de dire. On a ce modèle mixte qui mélange les deux. On avait encore un quatrième modèle. C'était la Terre qui ne bouge pas et le Soleil qui tourne autour de la Terre en 24 heures. Est-ce qu'on peut arriver à le faire de façon à avoir le Soleil qui se lève à l'est et qui se couche à l'ouest ?
989	J	Oui.
990	EB	Dans ce cas là, je fais tourner le Soleil dans quel sens ? Je veux avoir un sens.
991	Ad	Dans le sens des aiguilles d'une montre.
992	EB	Montrez moi.
993	Ad	Comme ça.
994	EB	Montrez où est votre est et votre ouest.
995	Ad	Ici et ici.
996	EB	Si je commence à tourner. Ici, c'est midi après il fait nuit et le Soleil se couche à l'ouest. Le Soleil se lève à l'est. Vous êtes d'accord ?
997	M	Oui.
998	EB	Donc je fais tourner le Soleil dans les aiguilles d'une montre et dans ce cas là mon modèle

		marche. Conclusion de tout ça. Est-ce que pour le moment je choisis entre nos modèles ?
999	J	Non.
1000	Pause	
1001	EB	Non je ne peux pas choisir entre mes modèles. Est-ce que vous avez une idée de la façon avec laquelle on va s'en sortir ?
1002	Ad	Non.
1003	Au	On appelle Galilée ou Copernic.
1004	EB	En tout cas là, on a trois modèles qui marchent de la même façon. Qu'est-ce qu'il faudrait faire pour pouvoir trancher entre tous ces modèles ?
1005	J	Ceux par exemple où la Terre est fixe, il faudrait trouver un moyen pour prouver que la Terre tourne.
1006	EB	Vous êtes d'accord ?
1007	C	Oui.
1008	EB	Est-ce que si on montre que la Terre tourne sur elle-même, est-ce que ça élimine le modèle où la Terre tourne autour du Soleil et le modèle où le Soleil tourne autour de la Terre ?
1009	Ad	Non.
1010	J	Non ça n'élimine que le modèle où la Terre est fixe.
1011	EB	Tourne sur elle-même on a dit.
1012	Ad	Mais si elle tourne, ça ne change rien. A part si elle tourne à la même vitesse que le Soleil.
1013	EB	Recommencez.
1014	Ad	Si la Terre tourne sur elle-même et que le Soleil tourne autour, ça ne change rien car on a un point qui reste toujours face au Soleil.
1015	EB	Là, vous êtes en train de rajouter un modèle supplémentaire. On va reprendre et tout écrire. Au départ, on a fait quoi ? On a fait un modèle où on a la Terre qui ne bouge pas et le Soleil qui tourne autour. Dans quel sens ?
1016	Ad	Des aiguilles d'une montre.
1017	EB	Quel modèle on avait ? Le modèle où la Terre est fixe et le Soleil lui tourne autour. Dans quel sens ?
1018	M-Ad	Dans le sens inverse.
1019	Au	Ben non, c'était dans le sens des aiguilles d'une montre.
1020	EB	Et on a fait un autre modèle où c'était la Terre qui tournait en sens inverse des aiguilles d'une montre. Vous nous avez proposé un modèle mixte qui était la Terre qui tourne et en même temps qui tourne autour du Soleil.
1021	J	Celui qu'on peut éliminer, c'est-celui où la Terre est fixe si l'on prouve que la Terre tourne.
1022	EB	Si l'on prouve que la Terre tourne sur elle-même, attention il faut toujours préciser.
1023	Ad	On peut même éliminer les deux du haut.
1024	EB	Si on montre ça, qu'est-ce qu'on élimine ?
1025	J	Les deux.
1026	EB	On élimine celui-ci et celui-ci. Vous êtes d'accord?
1027	Pa	Oui.
1028	Au	Si la Terre tourne sur elle-même. Ben non.
1029	J	Ben oui parce que là haut la Terre ne tourne pas sur elle-même.
1030	Au	Si la Terre tourne autour du Soleil ça marche.
1031	Ad	Mais la Terre ne fait pas un tour complet.
1032	Au	Mais si elle tourne sur elle-même, elle peut tourner plusieurs fois, on ne l'a pas prouvé.
1033	C	Mais c'est-celui qui est en bas ça.
1034	EB	Vous êtes en train de me parler de celui ci.
1035	J	Mais on a un autre mixte aussi.

1036	EB	Jean-Luc propose un nouveau modèle. La Terre qui tourne sur elle-même en même temps que le Soleil tourne autour de la Terre. Ok ?
1037	M-Ad	Oui.
1038	EB	Quand on a le choix entre des modèles explicatifs simples et des modèles explicatifs compliqués, on essaye déjà de se focaliser sur les modèles simples. Ceux là on va les mettre entre parenthèses pour le moment.
1039	Ad	Le problème c'est que le modèle le plus simple, c'est le Soleil fixe et la Terre tourne toute seule.
1040	EB	Le problème vous me dites ?
1041	Ad	Le plus simple, c'est la Terre qui tourne sur elle-même face au Soleil.
1042	J	Le plus simple serait celui du milieu.
1043	EB	Ces deux modèles là en termes de simplicité se valent. Il n'y a qu'un mouvement et pas de mouvements composés. Ces trois là, ils ont juste un seul mouvement et sur ceux là il y a des mouvements composés. Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?
1044	Pa	Oui.
1045	EB	Mariska vous êtes d'accord aussi ?
1046	M	Oui.
1047	EB	Les mouvements composés on doit se dire qu'on peut les réduire à des choses plus simples. On se retrouve donc avec ces trois là. Si on montre que la Terre tourne sur elle-même, on élimine ces deux là. Est-ce que vous êtes d'accord ?
1048	S	Oui.
1049	EB	Je vais vous amener une expérience. C'est Foucault. Ça vous dit quelque chose ?
1050	J	C'est pas le pendule de Foucault ?
1051		(*E installe un tabouret avec un pendule au dessus*)
1052	EB	C'est une expérience que Foucault a proposé. Ceci est un tabouret et ceci est un pendule. Ceci est un tabouret qui tourne. Je vais vous demander d'observer un phénomène maintenant. Je vais faire osciller mon pendule dans une direction proche de la ligne faite par les carreaux par terre.
1053	Ad	Es- ce qu'on le fait osciller selon le théorème des petites oscillations ?
1054	EB	C'est quoi le théorème des petites oscillations ?
1055	C	Si c'est un petit angle...
1056	EB	Est-ce qu'on a besoin de cela pour ici ?
1057	Ad	Je ne sais pas.
1058	EB	Bon on va le faire osciller. Ce que je vais faire c'est le lâcher en essayant de lui donner aussi peu d'élan possible. Je le fais osciller. Qu'est-ce que je constate ?
1059	P	Il y a un frottement.
1060	EB	Oui. Je vais couper le bout de la ficelle. On va éviter de faire des frottements.
1061	J	Mais il nous faut un repère.
1062	EB	Qu'est-ce qu'on peut avoir comme repère ?
1063	J	Le point de départ.
1064	EB	Ce que je voudrais que vous regardiez c'est s'il reste toujours dans la même direction par rapport aux traits du sol. Jean-Luc est-ce que c'est bon ?
1065	J	Oui.
1066	EB	Et vous les filles ?
1067	M	Oui.
1068	EB	Il faut au minimum double check. Si il n'y en a qu'un qui n'est pas d'accord, qu'est-ce qu'on fait ?
1069	Ad	On invalide.
1070		(E fait osciller le pendule)
1071	EB	Est-ce que c'est dans l'axe ?
1072	C	Oui.

1073	EB	Vous le voyez toujours osciller dans l'axe ?
1074	C	Oui.
1075	EB	Foucault s'est rendu compte que ça oscillait toujours dans le même plan et il a fait tourner son tabouret.
1076	J	Oh c'est marrant ça reste.
1077	C	Ça reste.
1078	EB	Vous êtes d'accord des deux côtés ?
1079	Au	Non ici, ça commence à bouger.
1080	EB	Oui, on a des problèmes de frottements.
1081	J	Au fur et à mesure que tu déplaces là, tu as un petit angle qui se forme là mais c'est à peu près dans l'axe.
1082	EB	On recommence ?
1083	J	Non décale toi un petit peu et là c'est bon. (*Mise en place de l'expérience*)
1084	EB	Au début quand je l'ai fait tourné, j'ai constaté que le plan dans lequel le pendule oscille était le même. C'était le même ?
1085	M-C	Oui.
1086	EB	On peut imaginer que, si on n'a pas tous ces frottements...
1087	J	Il faudrait que tu aies une rotule.
1088	EB	Donc si j'avais une rotule, qu'est-ce qui se passerait ?
1089	J	Ça resterait niquel.
1090	EB	Ça a été fait avec du matériel plus perfectionné. Comment on sait que c'est toujours au même endroit ? Vous, vous l'avez fait à l'œil, est-ce qu'on pourrait être plus précis ?
1091	J	Si on prenait un faisceau.
1092	Ad	Avec un faisceau laser.
1093	EB	Effectivement, on peut mettre une lumière ou un petit point de lumière sur le pendule et à chaque passage, on regarde si ça passe au même endroit. Vous êtes d'accord ?
1094	C	Oui.
1095	EB	Si on fait ça proprement, on voit toujours que ça passe au même endroit. Je vais mettre un bout de papier sous le pendule. On a vu que par rapport au sol, on a vu que c'était dans cette direction là .
1096		(*E fait un trait sur la feuille*)
1097	EB	Maintenant, quand je fais tourner mon tabouret...Par rapport à mon tabouret, si je suis sur le tabouret, mon pendule oscille dans cette direction là.
1098		(*E fait un autre trait*)
1099	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?
1100	M	Oui.
1101	EB	Si je tourne encore plus, je vais voir mon pendule qui tourne dans cette direction.
1102		(*E trace un nouveau trait*)
1103	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?
1104	Es	Oui.
1105	EB	Si je prenais une caméra, je la mets sur le dessus du pendule et j'observe les traces de mon poids. Au fur et à mesure, ce que je verrai c'est ça et puis ça et on arrivera à ça.
1106		(*E dessine des cercles*)
1107	J	Pourquoi tu fais des cercles ?
1108	EB	Ça tourne en même temps que ça avance.
1109	J	D'accord.
1110	EB	Est-ce que je vois toujours le mouvement dans la même direction ?

1111	M	Non ?
1112	EB	Non, je vois que ça change de direction. Je prends un pendule, je regarde par rapport à mon sol. Par rapport à mon sol, ça fait un trait et par rapport à mon tabouret, je vois que ça bouge. Ça c'est si j'ai fait tourner mon tabouret. Si je ne fais pas tourner mon tabouret, je vois un trait tout le temps. Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?
1113	C-Au	Oui.
1114	EB	Il s'est dit : et si mon tabouret, c'était ma Terre, est-ce que mon pendule posé sur ma Terre ça pourrait me dire quelque chose ?
1115	J	Au pôle nord.
1116	EB	On peut le mettre au pôle nord car on a tourné dans l'axe de rotation de mon tabouret. On se met au pôle nord et puis on lance son pendule et on regarde ce qu'il se passe. Est-ce que je peux savoir comme ça si mon tabouret tourne ou pas ?
1117	J	Oui, si j'ai le dessin et que je reproduis les courbes, ça veut dire qu'on est dans la même situation.
1118	EB	Ce qu'il s'est dit c'est : Si je lance mon pendule au pôle nord et que je regarde la trace de mon pendule, si la trace de mon pendule, c'est un trait ?
1119	Ad	La Terre ne tourne pas.
1120	EB	La Terre ne tourne pas sur elle-même. Si ma trace, c'est quelque chose comme ça ?
1121	Ad	La Terre tourne sur elle-même.
1122	J	Comment il a pensé à ça ?
1123	EB	Il a beaucoup travaillé sur ça avant. C'est un peu plus compliqué quand on n'est pas au pôle nord mais c'est à peu près la même chose. Il a fait ça à Paris, dans une église, il s'est dit que si la Terre tourne, elle tourne en 24 heures donc pour voir le mouvement, il faut que ça dure longtemps donc il faut que le pendule batte longtemps et il ne faut pas le pousser. Pour qu'un pendule batte longtemps, c'est mieux s'il est grand et si la masse est lourde. Première expérience, 5 kilos et 20 mètres de haut.
1124	J	Et il a battu 24 heures ?
1125	EB	Et il a oscillé pendant longtemps et devinez ce qu'il s'est passé ?
1126	C	Il a vu le même dessin.
1127	J	Oui mais attention là, on a une double rotation.
1128	EB	Sur 24 heures, il a observé quelque chose qui n'était pas un trait.
1129	J	Mais ça ne lui suffisait pas pour dire.
1130	EB	Alors si ce n'était pas un trait...
1131	J	C'est qu'il y a quelque chose.
1132	EB	Il en a donc conclu que la Terre tourne. Ça c'est Foucault. Une façon de regarder la Terre tourner, c'est de regarder les traces.
1133	J	Les précédents, ils ont fait comment ?
1134	EB	Est-ce qu'ils ont tranchés entre les modèles ?
1135	Au	Ben oui.
1136	Ad	Galilée a dit que la Terre tournait autour du Soleil.
1137	EB	Oui mais est-ce qu'il a démontré des choses pour ça ?
1138	Ad	Je ne sais pas. Galilée et Copernic, c'est les premiers modèles.
1139	EB	C'est des modèles mais est-ce qu'ils ont montré que ces modèles marchaient mieux qu'un autre ?
1140	J	Ils n'avaient fait aucune démonstration de ça ? Si, ils ont fabriqué des systèmes.
1141	EB	Ils ont fait comme nous, mais eux ont dit : je préfère ce modèle là à un autre.
1142	P	Ils n'étaient pas surs à 100 % ?
1143	EB	On va revenir là-dessus. On revient à ce qu'on était en train de dire. Dans ces conditions, si je fais tourner le tabouret, je constate que je n'ai pas la même marque que si je ne fais pas tourner mon tabouret par rapport à mon sol. Ce que fait Foucault, c'est de dire : mon tabouret, c'est ma Terre, mon pendule c'est mon pendule et puis je regarde les marques sur la Terre plutôt que sur le tabouret. Je remarque que ce n'est pas un trait, cela veut dire que ma Terre tourne. Ça va ça ?

1144	C-Ad	Oui.
1145	EB	Pour le moment, on en reste là et du coup, ça nous permet de faire quoi ?
1146	Ad	D'éliminer les deux d'en haut.
1147	EB	Ça permet d'éliminer les deux modèles d'en haut et de rester sur une Terre qui tourne sur elle-même. Nous en sommes là.
1148		(*Discussion sur le matériel à utiliser*)
1149	EB	On considère le modèle où le Soleil ne bouge pas pour le moment et où la Terre tourne sur elle-même. C'est comme ça qu'on explique l'alternance des jours et des nuits. La Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On a d'autres façons de montrer cela. Je vais vous montrer. On va dire que Simea est notre Soleil et puis que Camille, Aurélie, Adrien, Jean-Luc et Patrizia, vous pouvez vous lever et vous allez faire une ronde en mettant votre tête vers l'extérieur du cercle. Adrien, vous êtes la France, Aurélie vous êtes l'Europe de l'est jusqu'à la Chine, Camille vous êtes l'océan pacifique, Patrizia vous êtes l'Amérique et Jean-Luc tu es l'océan atlantique. Si on regarde comment les uns et les autres voient le Soleil apparaître dans le ciel. On voit le Soleil où en premier ? On a dit qu'on voyait en premier le Soleil à Nice. Adrien, vous êtes la France et Nice se situe sur Votre épaule gauche. Après on a dit qu'on voyait le Soleil à Brest. Brest se situe sur votre épaule droite. Vous allez vous débrouiller pour que l'épaule gauche voit d'abord le Soleil puis l'épaule droite après.
1150	Ad	D'accord.
1151	EB	Les observateurs disent s'ils sont d'accords avec ce qu'ils voient.
1152		(*La ronde se met à tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre*)
1153	EB	Épaule gauche qui voit le Soleil d'abord et épaule droite qui le voit après. Vous avez tourné dans quel sens ?
1154	Ad	Vers la gauche.
1155	EB	Vous avez tourné dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. J'ai une question pour vous: Simea, levez-vous et les autres ne bougez plus, vous les avez vus l'un après l'autre, maintenant est-ce que vous pouvez essayer de faire la même chose sans qu'eux ne bougent ?
1156		(*Simea se lève et se met en face d'Adrien*)
1157	EB	L'idée, c'est que vous voyez Simea comme tout à l'heure mais vous ne bougez plus.
1158		(*Simea tourne autour de la ronde dans le sens des aiguilles d'une montre*)
1159	EB	Est-ce que vous voyez le Soleil apparaître du même coté de votre même épaule que tout à l'heure ?
1160	Au-C-Pa	Oui.
1161	EB	Continuez Simea.
1162		(*Simea revient face à Adrien*)
1163	EB	Retournez où vous étiez tout à l'heure et on va refaire les deux.
1164		(*La ronde tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre*)
1165	EB	Regardez bien les épaules qui voient en premier le Soleil. Stop maintenant, Simea bougez. Est-ce que vous voyez la même chose ?
1166	C	Non ça ne marche pas car Simea voit mon épaule par là... Ah ben non, c'est bon.
1167	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec les deux ?
1168	C	Oui.
1169	EB	Pourquoi on ne peut pas savoir de la Terre ?
1170	Ad	Car on n'est pas dans le même sens.
1171	EB	De votre point de vue, que vous tourniez vous ou que Simea tourne, est-ce que vous voyez la même chose ?
1172	Ad	Oui.
1173	EB	On ne pouvait pas trancher entre les modèles parce que, que Simea tourne autour de vous sans que vous bougiez ou que vous tourniez vous sans que Simea ne bouge, on voit la même chose vue de la Terre. Donc une façon de faire avec les enfants, c'est de faire une ronde à la place des boules.

1174		(Tout le monde revient à sa place.)
1175	EB	On a choisi un modèle pour expliquer l'alternance du jour et de la nuit. Il nous reste encore plein de choses à faire. On reste sur ce modèle. La question que je vais vous poser c'est : est-ce qu'on peut trouver différentes explications au fait que quand on a une journée longue à Nice, on a une journée courte en Afrique du sud ? Car on a dit quand on était en été d'un côté, c'était l'hiver de l'autre côté et été/hiver c'est lié à la durée des jours. Je choisis l'Afrique du Sud parce que c'est sur le même méridien.
1176	Ad	C'est peut être une question d'inclination.
1177	EB	La durée du jour c'est entre le moment où le Soleil se lève et celui où le Soleil se couche. Je vous laisse construire des modèles.
1178		
1179		(Discussion par groupes)
1180		
1181		Discussion groupe 1 (Adrien-Simea- Jean-Luc)
1182	J	Il faut se mettre des repères.
1183	Ad	Nice et Afrique du Sud. C'est l'inclinage. De mon côté j'ai l'Afrique du Sud dans l'ombre et Nice dans la lumière. Et toi de ton côté ?
1184	J	Moi j'ai Nice dans l'ombre puis le Soleil se lève à Nice. C'est pas évident.
1185	Ad	Toi tu as les deux en même temps ?
1186	J	Non non je ne vois pas l'autre. Reviens en arrière. Dans quel sens tu tournes ? Le Soleil se lève à Nice, l'Afrique du Sud est dans le nuit. Continue. Ah, le Soleil se lève en Afrique du Sud. Il se couche et il s'est aussi déjà couché à Nice donc ça ne va pas.
1187	Ad	Non c'est de mon côté qu'il se couche. Il est couché en Afrique du Sud et Il se couche maintenant à Nice.
1188	J	Donc le Soleil s'est levé plus tôt à Nice ?
1189	Ad	Oui s'est ça. Il se lève plus tôt à Nice et il se couche plus tard à Nice.
1190	S	En Afrique à 18h, c'est noir.
1191	EB	Vous en avez trouvé combien ?
1192	Ad	Un.
1193	J	Il faut que le Soleil soit décalé au dessus.
1194	Ad	Oui après ça tourne de la façon que ça veut du moment que l'axe de rotation est incliné.
1195		
1196		Discussion groupe 2 (Aurélie et Camille)
1197	Au	Regarde là, le Soleil va se lever. Il se lève d'abord ici après hop il se lève et il se couche avant.
1198	C	Vas y continue.
1199	Au	Il se couche avant où ?
1200	C	Ben c'est en France qu'il se couche avant.
1201	Au	Donc c'est court.
1202	C	Là, il se lève en France, il se lève en Afrique du Sud, il se couche en Afrique, il se couche en France.
1203	Au	Ça marche ou pas ?
1204	C	Non.
1205	EB	Vous en avez trouvé combien ?
1206	Au	Zéro.
1207	EB	Qu'est-ce que vous avez essayé ?
1208	Au	On a essayé de pencher.
1209	EB	Et alors ?
1210	Au	Ça ne marche pas.

1211	EB	Alors là, effectivement ça se lève en même temps et ça se couche en même temps. Comme ça, ça ne marche pas, est-ce qu'on peut essayer autrement ? Est-ce qu'on peut pencher autrement le globe ?
1212	Au	Comme ça mais ça ne marchera pas.
1213	EB	Et si on penche comme ça. Ici, j'ai changé l'axe d'inclinaison. On essaye. Est-ce que ça se lève au même moment ?
1214	Au	On avait ça mais on trouvait l'inverse.
1215	EB	Ça veut dire que la journée est plus courte en Afrique du sud qu'en France. Est-ce qu'on peut essayer autre chose ?
1216	C	Si on penchait de l'autre coté.
1217	Au	Ah mais c'était ça.
1218	EB	Est-ce que là elle est plus courte en Afrique ?
1219	Au	Non là elle est plus longue. Non mais c'est bon.
1220	EB	C'était quoi la question.
1221	C	Il fallait que la journée soit plus longue à Nice qu'en Afrique.
1222	EB	Ça veut dire que le Soleil se lève après en Afrique. Et si on regarde de l'autre coté lequel se couche en premier ?
1223	Au	En Afrique.
1224	EB	Donc ça c'est une façon de faire qui marche. Est-ce qu'il y en a une autre de solution ?
1225		
1226		Discussion groupe 3 (Mariska Estelle et Patrizia)
1227	Es	Il ne tourne pas pareil. Il ne tourne pas à la même vitesse.
1228	Pa	Il y a plusieurs solutions ?
1229	M	Oui.
1230	Pa	Je ne connais que le juste.
1231	M	Alors toi tu dis quoi ?
1232	Pa	Comme ça.
1233	M	Il faudrait faire un deuxième bonhomme.
1234	Es	Ah d'accord, moi je n'avais pas compris ça comme ça.
1235	Pa	Ça ne change pas.
1236	M	Si quand tu la mets comme ça. C'est bon on a trouvé.
1237	Pa	Mais le pôle nord il fait toujours jour.
1238	M	Après je ne sais pas les autres solutions. Si c'est le Soleil qui tourne.
1239	Es	On est resté sur le principe que le Soleil ne bouge pas.
1240		
1241		(*Mise en commun des informations*)
1242	EB	Aurélie, expliquez nous le modèle que vous avez trouvé.
1243	Au	On a mis la France là et l'Afrique du sud ici. En inclinant comme ça (*Incline la boule vers la lumière*) ça marche.
1244	EB	Alors expliquez nous un peu plus. Vous inclinez dans quelle direction ? Vous inclinez l'axe en direction ?
1245	Au	Du Soleil
1246	EB	Donc le pôle nord est incliné vers le Soleil.
1247		(*Au fait tourner la Terre sur elle-même*)
1248	Au	Donc là, le jour se lève à Nice puis en Afrique et il se couche en Afrique puis à Nice.
1249	EB	Est-ce que les autres vous avez fait quelque chose de similaire ?
1250	M-Ad	Oui.

1251	Ad	Le problème, c'est que j'ai le pôle tout le temps dans la nuit.
1252	EB	Alors là, le pôle nord est tout le temps dans le jour et le pôle sud dans la nuit. Est-ce que ça colle avec ce qu'on a dit ?
1253	Ad	Non car il restera tout le temps dans la nuit.
1254	M	Oui.
1255	EB	C'est-ce qu'on avait tout à l'heure ?
1256	Ad	Ce qu'on a dit tout à l'heure, c'est qu'on avait 6 mois de jour et 6 mois de nuit.
1257	EB	Ça veut dire quoi 6 mois de jour et 6 mois de nuit ?
1258	Ad	Ça veut dire qu'il tourne autour du Soleil ou que c'est le Soleil qui tourne autour de lui.
1259	EB	Non, ce n'est pas ça que ça veut dire. Il fait 6 mois de jour et 6 mois de nuit, ça veut dire que pendant 6 mois il y a tout le temps de la lumière et ensuite pendant 6 mois, il y a tout le temps de l'obscurité.
1260	Au	Ben pour l'instant, ça fait ça et après ça fait ça. (*Aurélie incline l'axe dans le sens opposé*)
1261	Ad	Mais ça ne se désaxe pas la Terre.
1262	EB	Attendez là, vous êtes en train de vous mélanger plein de choses. Quand on a dit tout à l'heure qu'il y avait 6 mois de jour et 6 mois de nuit au pôle nord, ça voulait dire que pendant 6 mois je voyais toujours le Soleil et que pendant 6 mois, j'étais tout le temps dans la nuit. On a essayé de faire un modèle pour qu'on puisse avoir une durée de la journée plus longue à Nice qu'en Afrique du sud. Cela veut dire qu'à Nice, on est en été et qu'en Afrique on est en hiver. Pour faire ça vous avez incliné votre globe, êtes-vous d'accord ?
1263	Pa	Oui.
1264	EB	Quand vous avez incliné votre globe comme ça, vous avez constaté que le pôle nord est toujours dans la lumière et que le pôle sud est toujours dans le noir. Est-ce que ça c'est contradictoire avec le fait qu'on a toujours du jour au pôle nord et toujours de la nuit au pôle sud et réciproquement ?
1265	Au	Au bout de 6 mois ça va changer.
1266	J	C'est parce qu'on s'est fixé l'été dans l'hémisphère nord.
1267	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce modèle ?
1268	Au	Oui.
1269	EB	Est-ce que ce modèle est compatible avec les informations qu'on a ?
1270	J	Oui.
1271	EB	C'est important, si il n'est pas compatible, qu'est-ce qu'on fait ?
1272	Ad	On en cherche un autre.
1273	M	On le supprime.
1274	EB	On en cherche un autre. Là, on a trouvé quelque chose qui est compatible avec l'histoire du pôle nord et du pôle sud. C'est bien d'en avoir parlé, comme ça on a pu vérifier. Est-ce qu'il y a un autre modèle que celui là qui permet d'avoir la même chose ?
1275		(silence)
1276	EB	Plutôt que de pencher l'axe de la Terre ?
1277	J	On pourrait incliner le Soleil.
1278	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?
1279	M	Oui.
1280	EB	Est-ce que ça marche dans ce cas là ? Je voudrais que vous vérifiiez. Dans ce cas là, est-ce que vous faites bouger l'axe ?
1281	Au	Non.
1282	EB	Donc vous laissez l'axe vertical et maintenant vous inclinez le Soleil. Est-ce que ça marche toujours ?
1283	M	Oui.
1284	J	Elle tourne sur elle-même ?

1285	EB	On incline le soleil et la Terre tourne sur elle-même. Est-ce que ça marche ?
1286	C-J-Ad	Oui.
1287	EB	Donc j'ai deux modèles possibles pour expliquer le fait que le jour est plus long en été qu'en hiver. Qu'est-ce que vous pensez de ses deux solutions ?
1288		(silence)
1289	EB	Première solution c'était ça et deuxième solution c'était ça.
1290	Pa	C'est la même chose.
1291	EB	Pourquoi ?
1292	Au	Ça dépend de quel axe on regarde. Si on est sur l'axe du Soleil, ça sera la Terre qui est penchée.
1293	M	Car l'angle Terre Soleil c'est le même.
1294	J	Là, comme tu es, si on se place du coté du Soleil, on voit la Terre inclinée mais si tu te places du côté de la Terre c'est le Soleil que tu vois incliné.
1295	EB	Vous êtes d'accord avec ça les autres ?
1296	Pa	Oui.
1297	EB	Effectivement, si je regarde les choses du point de vue du Soleil, c'est l'axe de la Terre qui est inclinée. Si je regarde les choses du point de vue de la Terre, c'est le Soleil qui est incliné. C'est juste une histoire de point de vue. Laquelle on choisit pour continuer ?
1298	C	La Terre inclinée.
1299	EB	Donc on garde le Soleil qui ne bouge pas et la Terre qui est inclinée. Maintenant la question qu'on se pose c'est : On veut l'hiver à Nice et l'été en Afrique du Sud, comment faire ? Et tant qu'à faire on veut l'automne et le printemps. L'automne à Nice, c'est 12 heures de jours et 12 heures de nuits. Mais attention, ce n'est pas qu'à Nice, c'est partout sur le globe.
1300	Pause	
1301		(Discussions diverses sur l'organisation de la journée)
1302	Ad	J'ai deux hypothèses.
1303	EB	Comment expliquer l'alternance des saisons ? Attention l'alternance des saisons, ce n'est pas plus chaud plus froid pour moi. L'alternance des saisons, c'est des durées du jour et de la nuit qui sont longues en été, pareilles à l'automne et au printemps et courtes en hiver. Tout le monde est d'accord ? C'est à vous.
1304		(Installation du matériel pour les 3 groupes)
1305		
1306		Discussion groupe 1 (Adrien, Jean-luc et Simea)
1307	S	C'est quoi la question ?
1308	Ad	Il faut que tu expliques l'alternance des saisons.
1309	J	Ben en fait là, il n'y a rien qui bouge. C'est en tournant qu'elles se positionnent différemment.
1310	Ad	Si, elle tourne quand même.
1311	J	Sur elle-même. Oui je veux dire que son axe ne bascule pas.
1312	Ad	Si il bascule son axe, ça veut dire qu'on se désaxe et on explose.
1313	EB	Vous en avez trouvé combien de modèles ?
1314	J	On n'en a trouvé qu'un.
1315	Ad	C'est comme ça.
1316	EB	Comme un mouvement de toupie. Est-ce que ça marche ? Donc été, printemps, hiver et automne. Donc est-ce que ça marche ?
1317	Ad	Oui.
1318	EB	Essayez de m'en trouver d'autres.
1319	Ad	Il y a aussi celui là.
1320	EB	Donc vous gardez l'axe fixe et on fait tourner la Terre autour du soleil. Est-ce que ça marche ?
1321	J	Été, automne, hiver et printemps.

1322	EB	Donc ça vous en fait deux. Il y en a trois.
1323		Discussions diverses)
1324	EB	Vous avez trouvez la troisième ?
1325	Ad	On réfléchit encore.
1326		
1327		Discussion groupe 2 (Camille et Aurélie)
1328	Au	Il faut l'éloigner et le rapprocher.
1329	C	Non.
1330	Au	Ça va s'incliner alors. Là c'est à Nice c'est long et après là c'est l'inverse.
1331		(*Camille manipule et fait un mouvement de toupie autour du Soleil)*
1332	C	On part comme ça, on a la Terre qui tourne.
1333	Au	Non mais on a dit qu'elle ne tournait pas la Terre.
1334	C	Non c'est le Soleil qui ne tourne pas.
1335	Au	On dit juste que la Terre tourne sur elle-même.
1336	EB	On a ce qu'on a construit pour le moment. On a la Terre qui tourne sur elle-même et on a choisit d'incliner la Terre maintenant, tout le reste est libre.
1337		(*Aurélie manipule et conserve le même angle inclinaison de la boule en faisant tourner la Terre autour du Soleil*)
1338	EB	Est-ce que ça ça marche?
1339	Au	Oui.
1340	EB	Là on est en ?
1341	Au	En été, en Afrique et en hiver à Nice.
1342	EB	Et comment je fais pour être au printemps ?
1343	Au	Il faut être comme ça.
1344	EB	Est-ce que comme ça, ça marche ? Est-ce qu'on voit le jour apparaître au même moment ?
1345	C	Oui.
1346	EB	Est-ce qu'on le voit disparaître au même moment ?
1347	C	Oui.
1348	EB	Donc été, automne, hiver, printemps. On parle de l'hémisphère nord. Est-ce que ce modèle là marche ?
1349	Au	On a dit qu'on pouvait la faire tourner.
1350	C	Non elle doit rester sur place.
1351	Au	Mais si elle tourne, elle tourne sur elle-même quand même. Je regarde l'axe, il ne bouge pas, c'est la Terre qui tourne.
1352	C	Là on a dit qu'on était en été dans l'hémisphère nord, on ne parle que de l'hémisphère nord. On tourne.
1353	Au	Après quand on est là, ça va être le printemps.
1354	C	Attends je tournais dans le mauvais sens.
1355	Au	Tourne dans l'autre sens. Là, ça va être égal. Il faut toujours viser vers là. Tu le tournes l'axe là.
1356	C	Vas-y, fais-le.
1357	Au	Regarde, si tu laisses l'axe tranquille, ça marche.
1358	C	Vas-y, fais-le au ralenti.
1359	EB	Vous en avez trouvé combien ?
1360	C	Deux. Soit l'axe bascule, soit on garde la même inclinaison et on tourne autour du Soleil.
1361	EB	Il y en a une troisième.
1362	Au	Ben on change le sens.

1363	EB	C'est à dire ?
1364	Au	Ben l'axe reste pareil mais on va dans l'autre sens.
1365	EB	C'est la même chose mais il faut en trouver une troisième. C'est comme dire qu'au lieu de le regarder d'en haut, vous le regardez en bas.
1366		
1367		Discussion du groupe 3 (Estelle Mariska et Patrizia)
1368	M	Il faut expliquer quoi là ?
1369	Es	Il faut expliquer que là, on est en été et en hiver et puis qu'après on est 12 heures de jour et 12 heures de nuit puis l'hiver en haut et l'été en bas.
1370	M	Là, ce qu'on a fait c'était l'été car les jours étaient longs.
1371	Pa-Es	Oui.
1372	M	Ben on incline d'une façon différente.
1373	Pa	Ça veut dire que tu es là, derrière le Soleil...
1374	M	Voilà. Donc inversement avec le soleil qui est en bas.
1375		(*Pa prend la boule et l'incline une fois vers la droite et une fois vers la gauche*)
1376	Pa	Si tu inclines comme ça, tu as 12 heures et 12 heures.
1377	M	Ah ouais.
1378	Pa	Donc ça veut dire que si tu es ici, tu auras 12/12.
1379	M	Voilà on a trouvé.
1380	EB	Vous avez trouvez ?
1381	M	ici, c'est l'hiver en France et l'été en Afrique.
1382	Pa	Ça tourne autour du Soleil.
1383	EB	Et l'axe n'a pas bougé. Donc là maintenant c'est quoi ?
1384	M	C'est 12/12.
1385	EB	D'accord.
1386	M	Quand on est ici, c'est l'été en Afrique et l'hiver à Nice.
1387	Pa	Et là, c'est 12/12 .
1388	EB	Est-ce que ça, ça marche comme modèle ?
1389	M	Oui.
1390	EB	Est-ce que vous en avez trouvé un autre ?
1391	M	Non.
1392	EB	Il y en a encore deux autres.
1393		(*Estelle prend la boule et la fait balancer sans la faire tourner*)
1394	Es	On peut faire aussi comme ça, là c'est l'été et là c'est l'hiver.
1395	Pa	C'est une autre solution. Il en reste encore une. On peut faire l'axe de la Terre qui change.
1396	EB	Vous avez trouvé la troisième ?
1397	Pa	Ben on peut incliner le Soleil mais c'est la même chose.
1398	EB	Oui donc il vous en reste une troisième.
1399		
1400	EB	Un indice pour vous : Vous avez fait essentiellement bouger la Terre, est-ce qu'on pourrait pas bouger autre chose ?
1401	Ad	Ben oui car il y a toujours la réciproque avec le Soleil.
1402	EB	La réciproque avec le Soleil, c'est-celle où vous avez incliné la Terre comme ça. Est-ce qu'on pourrait faire autre chose ?
1403		(*Aurélie et Camille manipule et font tourner le Soleil autour de la Terre en laissant la Terre fixe)*
1404	EB	Ah je vois quelque chose d'intéressant Est-ce que ça marche ?

1405	Au	Ça revient au même.
1406	EB	Ça revient au même que quoi ?
1407	Ad	Que le Soleil tourne.
1408	Au	Que la Terre qui tourne autour du Soleil.
1409	EB	Est-ce que ça revient au même que dire la Terre tourne autour du Soleil et que le Soleil tourne autour de la Terre ?
1410	Ad	C'est le même mouvement.
1411	Au	Ça marche.
1412	EB	On va faire un bilan. Quelles sont les solutions que vous avez trouvées ?
1413	Ad	Dans notre première modèle, on a notre Terre qui est inclinée et qui tourne.
1414	EB	Elle tourne sur quoi ?
1415	Ad	Elle tourne sur elle-même. Elle continue à tourner.
1416	EB	Soyez précis Adrien.
1417	Ad	L'axe décrit un cône.
1418	EB	Est-ce que les autres comprennent ?
1419	Pa	Oui.
1420	Ad	Nous sommes en été puis en automne puis en hiver.
1421	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec le modèle qu'il propose ?
1422	Au	Non.
1423	EB	Adrien, ré-expliquez à Aurélie.
1424		(*Adrien refait son expérience*)
1425	EB	Est-ce que ça marche ?
1426	Au	Oui.
1427	EB	Est-ce que d'autres ont un modèle similaire à celui là, même si il est un peu différent ?
1428	Au	Oui.
1429	EB	Montrez-nous.
1430	Au	Nous on l'a fait tourner sur elle même et en même temps elle fait un mouvement de balancier. (*L'axe se penche d'un coté puis de l'autre*)
1431	EB	Vous êtes d'accord ? Est-ce que ça marche aussi ?
1432	Ad	Oui.
1433	EB	Vous, vous avez rajouté à ce mouvement de bascule un mouvement de rotation autour d'autre chose. Le groupe 3 par rapport à celui là, avait fait quelque chose dont on avait dit que c'était équivalent. C'était quoi ?
1434	Es	On bougeait le Soleil.
1435	EB	Vous êtes d'accord que ça dépend du point de vue qu'on prend mais dire que je bouge mon Soleil ou dire que je bouge mon axe, c'est deux façons différentes de dire la même chose, vous êtes d'accord ?
1436	C	Oui.
1437	EB	D'un coté, quand je bouge le Soleil je regarde les choses du point de vue de ?
1438	J	De la Terre.
1439	EB	Si j'incline l'axe de la Terre, je vois les choses vues du Soleil. Quelle autre solution vous avez trouvé ?
1440	Ad	La Terre tourne autour du Soleil ou le Soleil tourne autour de la Terre.
1441	EB	Ce n'est pas assez précis pour moi.
1442	Ad	Sans bouger l'inclinaison de la Terre.
1443	EB	Sans bouger l'inclinaison de l'axe de la Terre. Est-ce que vous êtes d'accord avec ce modèle ?
1444	M	Oui.

1445	Es	En tournant sur elle-même.
1446	EB	Est-ce que vous en avez trouvé un autre ?
1447	J	Ben le Soleil.
1448	EB	Le Soleil tourne autour de la Terre en 365 jours. Qu'est-ce que vous m'aviez dit Aurélie ?
1449	Au	Que c'était pareil.
1450	EB	Et pourquoi c'était pareil ?
1451	Au	Ça dépend de quel point de vue.
1452	EB	Si je fais tourner ma Terre sur elle-même et que je fais tourner ma Terre autour, je regarde les choses de quel point de vue ?
1453	Au	De la Terre.
1454	EB	Et dans l'autre sens ?
1455	Ad	Du soleil.
1456	EB	On a combien de modèles qui marchent pour le moment ?
1457	Ad	On en a deux.
1458	EB	Donc on a le modèle qui bascule et puis on a le modèle où ça tourne. Ou la Terre tourne autour du Soleil ou le Soleil tourne autour de la Terre. Qu'est-ce qui reste à faire maintenant ?
1459	P	Éliminer
1460	EB	Essayez de voir si on peut en éliminer.
1461	Pause	
1462	EB	Allez, on revient sur tout ce qu'on a fait avant le repas. On fait un bilan. On a fait quoi au départ ?
1463	Adrien	On ne devait pas faire quelque chose sur l'air ?
1464	EB	C'est après quand on aura fini ça. Je préfère terminer quelque chose que de commencer autre chose. On va jusqu'au bout de sa pensée.
1465	Adrien	On essayait de prouver si c'était la Terre qui tournait autour du Soleil ou si c'était le Soleil qui tournait autour de la Terre.
1466	EB	Alors, est-ce que c'est ça qu'on a essayé de faire pour vous ? Moi je ne suis pas d'accord avec vous.
1467	Mariska	On a essayé de comprendre comment ça se fait que d'un coté de la Terre, il fait jour et de l'autre coté, il fait nuit. Pourquoi quand il fait jour d'un coté, à un autre endroit il fait nuit.
1468	EB	D'accord donc ça c'est lié à quoi ? Quelle question on s'est posée ?
1469	J-L	Comment fonctionner le couple Soleil-Terre.
1470	Adrien	Comment expliquer l'alternance jour nuit.
1471	EB	Comment expliquer l'alternance jour nuit ? Ça c'est une des questions qu'on s'est posée. L'objectif de ce matin, c'était …
1472	Estelle	De trouver le sens de rotation...
1473	EB	Est-ce que c'était juste trouver le sens de rotation ?
1474	Estelle	Comment ..... Je ne sais plus.
1475	EB	Il y a de ça, vous êtes dedans.
1476	Mariska	Est-ce qu'il y a des parties de la Terre qui sont illuminées plus longtemps que d'autres ?
1477	EB	Oui, ça se sont les étapes qu'on a suivi. Tout cela a été fait dans quel objectif ?
1478	Estelle	Le mouvement de la Terre et du Soleil, l'une par rapport à l'autre.
1479	EB	Vous êtes d'accord ? Là je guide un peu la réponse. Mon objectif ce matin, c'était : on voit des choses dans le ciel et par rapport à ce qu'on voit, est-ce qu'on peut construire un modèle qui permette d'expliquer ce qu'on voit ? On est parti pour expliquer ce qu'on voyait dans le ciel, on est parti sur différentes étapes et ça c'est moi qui vous les ai imposées. Donc la première étape qu'on a posé c'est : je prends une boule pour la Terre et je prends une lumière pour le Soleil et j'essaye de voir avec ça si je peux reconstruire, je peux imaginer un modèle qui permette d'expliquer tous les phénomènes que j'ai vus. Le premier phénomène sur lequel on a travaillé,

		c'était lequel ?
1480	Adrien	Qu'à Nice il fait soleil et qu'à Singapour il ne fait pas soleil.
1481	EB	Trouver un moyen d'expliquer pourquoi d'un coté il fait jour et pourquoi de l'autre coté il fait nuit. Ensuite ?
1482	Aurélie	Une journée courte en Afrique et une journée longue à Nice.
1483	EB	Une journée courte d'un coté et une journée longue de l'autre. Ensuite?
1484	Aurélie	Les saisons.
1485	EB	Donc au niveau des saisons, pour faire ça, on a éliminé des modèles au passage. On a éliminé des modèles rigolos d'Adrien car on a dit qu'on ne voyait pas le Soleil se lever et on ne le voyait pas se coucher. Donc ça ne collait pas avec ce qu'on avait observé. Comme ces modèles là ne collaient pas avec ce qu'on avait observé, on les a fait passer à la trappe. Ensuite on en avait trois, on ne savait pas comment faire et qu'est-ce qu'on a fait ?
1486	Aurélie	On a essayé de montrer que la Terre tourne pour pouvoir éliminer les deux où la Terre tourne.
1487	EB	Donc on a essayé de voir si on pouvait en éliminer et puis on s'est retrouvé avec ce modèle là. Ensuite, qu'est-ce qu'on a fait ? On en a encore construit de nouveaux, vous vous souvenez pour expliquer que le jour était plus ou moins long d'un coté que de l'autre, qu'est-ce qu'on a fait ?
1488	Mariska	On pouvait incliner.
1489	EB	On a dit qu'on pouvait incliner la Terre ou incliner le Soleil et ce qu'on a dit c'est que ça revenait à la même chose et que c'était un point de vue différent. Ensuite qu'est qu'on a fait ? On a fait l'alternance des saisons. Au moment où on est en arrivé là, on avait le modèle qui basculait (*de gauche à droite*), le modèle qui bascule comme ça (*fait un rond*). Vous m'avez dit que ce modèle là (*axe qui va de droite à gauche*) c'était pareil que ce modèle là (*on bouge la lumière de haut en bas*). C'était regardé les choses d'un autre point de vue. Vous m'avez trouvé ce modèle là (*le Soleil ne bouge pas et la Terre tourne autour*) et ce modèle là où c'est non plus la Terre qui garde le même axe et qui tourne autour du Soleil mais le Soleil qui tourne autour de la Terre. On en était arrivé là et qu'est-ce qu'il faut faire maintenant ?
1490	P	Choisir.
1491	EB	Vous êtes d'accord ?
1492	Aurélie	Oui.
1493	EB	Alors qu'est qu'on peut faire ? Comment on peut faire pour choisir entre ces modèles ? Ce modèle là qu'est-ce que vous en pensez ? (*E montre le modèle où l'axe de la Terre se balance de gauche à droite*)
1494	Aurélie	Je pense qu'on aurait le tournis.
1495	EB	En même temps, vous m'avez dit qu'on tournait sur nous-même.
1496	Aurélie	On ferait comme ça. (*Aurélie se balance d'avant en arrière*)
1497	Adrien	Ben non, ce n'est pas des gros à coup. On élimine.
1498	J-L	On aurait un balancement par rapport au Soleil. On serait marron.
1499	EB	Attention, ça s'est sur combien de temps ?
1500	Adrien-Aurélie	Une année.
1501	EB	Un aller-retour, c'est un an et pendant ce temps là tous les jours ça tourne un petit peu. Si on refait les choses, je tourne en même temps que je bascule d'une coté et de l'autre.
1502	J-L	Mais sur un an, il y aurait des points fixes dans le ciel qu'on n'aurait pas.
1503	EB	Ah, qu'est-ce que tu veux nous dire par là ? Des points fixes dans le ciel, tu penses à quoi ?
1504	J-L	Tout à l'heure on a parlé de... comment elle s'appelle ?
1505	Adrien	L'étoile du Nord.
1506	J-L	Oui.
1507	EB	L'étoile polaire. Et alors?
1508	J-L	Est-ce que dans l'année, elle bouge dans le ciel elle ? Ou est-ce qu'on l'a toute l'année dans le ciel ? La question c'est ça quoi. Si elle ne bouge pas dans le ciel, ça veut dire que ce modèle ne marche pas.

1509	EB	Alors si j'ai l'étoile polaire...
1510		(*E représente l'étoile polaire avec son doigt*)
1511	J-L	Alors il faudrait qu'il fonctionne avec et ça serait compliqué.
1512	EB	Vous suivez les autres ce qu'il raconte ou pas ?
1513	Patrizia	Oui.
1514	EB	On va dire que l'étoile polaire, c'est le détecteur incendie au plafond.
1515	J-L	Si elle est orientée. On suppose qu'un moment de l'année, je ne sais pas où elle est, on va dire au nord...
1516	EB	Regardez. Si je suis au pôle nord, qu'est-ce qui se passe ? J'ai l'étoile polaire ?
1517	Adrien	Au dessus de la tête.
1518	EB	Vous êtes d'accord avec ça ?
1519	J-L	La position oui.
1520	EB	Et comment vous savez ça ? C'est aligné avec le pôle nord ?
1521	J-L	Oh, ben ça. Il faut le vérifier.
1522	EB	On a dit qu'on voyait toutes les étoiles dans l'hémisphère nord. Elles tournaient toutes autour de la polaire.
1523	J-L	Oui.
1524	EB	Vous avez vu l'image que je vous ai montrée ?
1525	Estelle	Oui.
1526	EB	Est-ce que ça colle avec ce mouvement là ?
1527	Aurélie	Oui.
1528	EB	Je vais me mettre au pôle nord. Si je suis au pôle nord.
1529	J-L	Si on est au pôle nord ça ne colle pas parce qu'elle ne va pas bouger... Ah mais oui, au pôle nord ça marche il y a tout qui tourne autour de l'étoile polaire.
1530	EB	Alors au pôle nord, il y a tout qui tourne autour de l'étoile polaire. L'étoile polaire je la vois où ?
1531	J-L	Au dessus de ta tête, à la verticale.
1532	EB	Vous êtes d'accord ?
1533	Mariska	Oui.
1534		(*E prend une boule en polyester et de la pâte à modeler pour manipuler*)
1535	EB	Là, je suis au pôle nord. J'ai l'étoile polaire ?
1536	Adrien	Au dessus de la tête.
1537	EB	Pendant la nuit, est-ce que je vois les autres étoiles tourner autour de moi ?
1538		(Tout le monde dit oui)
1539	EB	C'est vrai ça ?
1540	Aurélie	Oui oui.
1541	EB	On va dire que vous êtes des étoiles. Je vais mettre des bras et des yeux à mon bonhomme. Ses yeux sont dirigés vers Aurélie. A gauche de mon bonhomme pour le moment, j'ai Estelle. Au dessus de sa tête, j'ai l'étoile polaire. A droite, j'ai Jean-Luc. On est dans une situation où il fait tout le temps nuit, on est donc en hiver. On a dit que la Terre tournait sur elle-même en 24 heures. Pour le moment on est dans cette situation. On fait tourner la Terre maintenant.
1542		(E fait tourner la Terre sur elle même)
1543	EB	Hop, maintenant à gauche, quelle étoile voit le bonhomme ?
1544	Mariska	Aurélie.
1545	EB	A sa gauche, il voit Aurélie. Au dessus de sa tête il voit ?
1546	Patrizia	L'étoile polaire.
1547	EB	Et à sa droite, il voit quelque part vers le tableau.
1548		(E tourne la Terre sur elle même)

1549	EB	Et maintenant, au dessus de sa tête, il voit ?
1550	Estelle-J-L	L'étoile polaire.
1551	EB	A sa gauche, il voit ?
1552	Mariska	Jean-luc.
1553	EB	A sa droite, il voit ?
1554	Aurélie-Camille	Estelle.
1555	EB	Ça veut dire que si je me mets à sa place, à un moment, il voit qu'il y a une étoile à gauche. Après il l'a vue ?
1556	Adrien	Face à lui.
1557	EB	Face à lui puis il l'a vue à droite ensuite il l'a vue derrière lui. Si j'ai vu quelque chose à gauche puis en face puis à droite, c'est que j'ai vu ?
1558	J-L	Ça veut dire que ça tourne.
1559	EB	Ça veut dire que ça a tourné. Il a vu tourner cette étoile autour de lui et c'est valable pour toutes ?
1560	Mariska	Les étoiles.
1561	EB	Sauf ?
1562	Adrien	La polaire.
1563	EB	Sauf la polaire qui est toujours au dessus de la tête. Est-ce qu'avec la situation d'un axe incliné et puis juste comme ça... (E fait tourner la Terre sur elle-même) Là je suis sur une journée. Sur une journée, est-ce que je vois la même chose dans le ciel nocturne avec ce modèle que pour nous ?
1564	Adrien	Oui.
1565	EB	Oui. Alors ça c'était le cas de quelqu'un qui est au pôle nord. Nous, on n'est pas au pôle nord.
1566	J-L	On est décalé.
1567		(*E prend de la pâte à modeler et modélise un bonhomme se trouvant sur Nice*)
1568	EB	Alors est-ce qu'il voit l'étoile polaire au dessus de sa tête ?
1569		(Tout le monde dit non)
1570	EB	Effectivement, il la voit avec un certain angle.
1571		(*E va prendre une baguette et modélise l'angle entre le bonhomme et l'étoile polaire*)
1572	EB	Il la voit avec un angle qui est comme ça. Vous êtes d'accord ?
1573	Camille	Oui.
1574	EB	Il voit la polaire avec cet angle là, par rapport à quoi ? C'est toujours pareil. C'est par rapport à son horizon. Donc par rapport à son horizon, l'étoile est plus bas dans le ciel que pour l'autre bonhomme. Il la voyait au dessus de lui et l'autre la voit plus bas. Vous suivez ou pas ça ?
1575	Simea	Oui.
1576	EB	Alors là, il voit Estelle à sa gauche et puis Jean-Luc à sa droite. On tourne.
1577		(*E tourne la boule*)
1578	EB	Maintenant, il ne voit plus Estelle. Il voit Patrizia à sa gauche, il voit quelqu'un au niveau du tableau à sa droite et l'angle sous lequel il voit la polaire, est-ce qu'il a changé ?
1579	Estelle	Non.
1580	EB	Et ben non, ça ne change pas parce que ça c'est la direction de la polaire et ça c'est sa direction à lui et quand il tourne, ça fait comme si vous faisiez une toupie. Il voit toujours la polaire sur le même angle. Cela veut dire quoi ?
1581	J-L	Que c'est comme un point fixe.
1582	EB	Oui, elle ne bouge pas. Par contre les autres étoiles, il les voit ?
1583	J-L	Bougez autour de lui.
1584	EB	Donc une photo prise dans l'hémisphère nord où je vois la polaire plus basse et les autres étoiles qui tournent autour, est-ce qu'avec ce modèle là, je peux avoir ça ?

1585	J-L	Ben oui.
1586	EB	Question pour vous: si mon bonhomme se met au niveau de l'équateur ?
1587	Mariska	Il ne voit pas d'étoiles.
1588	EB	Si il voit toujours des étoiles. Il voit quelles étoiles ? Il voit les étoiles qui sont au dessus de l'horizon. Regardez, l'horizon pointe vers quoi là ? L'horizon est parallèle à l'axe. L'horizon pointe vers la polaire ici donc la polaire il la voit à ras de l'horizon. Du coup, si il est dans l'hémisphère sud ?
1589	Estelle	Il ne voit rien.
1590	EB	Est-ce qu'on voit les mêmes étoiles si nous sommes dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud ?
1591	Mariska-Estelle	Non.
1592	EB	Est-ce qu'on peut voir l'étoile polaire dans l'hémisphère sud ?
1593	Aurélie-Camille	Non.
1594	EB	Les images que je vous ai montrées, elles ont été prises dans l'hémisphère nord. Pas de bol, on pourrait se dire dans l'hémisphère sud, il pourrait y avoir une étoile "polaire", il faudrait qu'elle soit où ?
1595	Adrien	Il faudrait qu'elle soit dans l'alignement.
1596	EB	Mais il n'y en a pas.
1597	J-L	Une phrase du livre les conquérants dit : « où penché à l'avant de blanche caravelle, il regardait monter dans un ciel inconnu du fond de l'océan des étoiles nouvelles. »
1598	EB	C'est beau. Vous voyez cela peut permettre de travailler. On est d'accord avec ce que ce monsieur nous racontait. Maintenant cette histoire de saisons si on l'incline comme ça ? (*mouvement d'avant en arrière de l'axe*)
1599	Adrien	L'étoile polaire n'est plus un point fixe.
1600	EB	Est-ce que l'étoile polaire c'est un point fixe maintenant ?
1601	Adrien	Non.
1602	EB	Sur 6 mois dans l'hémisphère nord au pôle, quand il fait tout le temps nuit, si j'ai ce mouvement là, l'étoile polaire n'est plus fixe. Donc est-ce qu'on a un moyen simple de savoir si on a ce mouvement ou pas ?
1603	Adrien	C'est de regarder l'étoile polaire.
1604	EB	On va demander à nos esquimaux, s'ils voient l'étoile polaire bouger ou pas ou s'ils voient toujours une étoile fixe parce que là, d'un coté il y a une étoile fixe et de l'autre coté il y a une étoile fixe aussi. Vous savez ce qu'ils nous répondent nos esquimaux ?
1605	Estelle	Qu'elle ne bouge pas.
1606	EB	Ils nous disent qu'ils voient toujours l'étoile polaire au même endroit dans le ciel. Ils voient toujours la même étoile polaire, elle est immobile et les autres étoiles tournent autour d'elle. Conclusion ?
1607	J-L	Ce n'est pas possible.
1608	EB	Est-ce que ce modèle est possible ?
1609	Estelle	Non.
1610	EB	Ce modèle n'est pas compatible avec les observations. Il nous reste quoi ?
1611	Aurélie	Celui qui tourne où le Soleil tourne autour de la Terre.
1612	Adrien	Il tourne bizarrement
1613	Aurélie	Il tourne autour de la Terre mais l'axe reste pointé.
1614	J-L	Où le Soleil qui tourne autour.
1615	EB	Donc il nous reste celui où on a la Terre qui tourne autour du Soleil et celui du Soleil qui tourne autour. Qu'est-ce qu'on a dit par rapport au Soleil qui tournait autour ?
1616	Camille	Que c'était la même chose.

1617	EB	Est-ce qu'on a dit que c'était la même chose ?
1618	Aurélie	Non, ce n'est pas la même chose mais...
1619	EB	C'est un point de vue différent. Donc c'est regardé du point de vue de la Terre ou de regarder du point de vue du Soleil. C'est deux points de vue. Comme c'est des points de vue, est-ce qu'on peut dire qu'il y en a un qui est bon et l'autre non ?
1620	J-L	Non parce que c'est des positions relatives.
1621	EB	Ça veut dire que ça dépend de l'endroit où on se met. Quand je fais tourner la Terre autour du Soleil, ça veut dire que je regarde les choses de quel point de vue ?
1622	J-L	Du Soleil.
1623	EB	Du point de vue du Soleil. Du point de vue de la Terre qu'est-ce que je dis ? Que le Soleil tourne autour de la Terre. C'est une histoire de point de vue.
1624	Aurélie	Et par rapport à la question qu'on devait répondre ?
1625	EB	La question de ce matin c'était : J'ai le soleil qui tourne autour de la Terre ou la Terre qui tourne autour du Soleil ?
1626	Aurélie	Tout dépend du point de vue.
1627	EB	Comment on va répondre à ça ?
1628	Aurélie et Adrien	Ça dépend du point de vue.
1629	EB	Si je dis que le Soleil tourne autour de la Terre, je regarde les choses du point de vue de la Terre. Si je dis que la Terre tourne autour du Soleil, je regarde les choses du point de vue du Soleil. Est-ce qu'il y en a un qui a raison et l'autre qui a faux ?
1630	Aurélie	Donc on nous a appris n'importe quoi.
1631	EB	Ce qu'on vous a appris c'est quoi ?
1632	Aurélie	On nous a appris du point de vue du Soleil.
1633	EB	Oui et on vous a toujours parlé du point de vue du Soleil sans vous parler du point de vue de la Terre.
1634	J-L	C'est curieux, ce qu'on observe c'est le point de vue de la Terre.
1635	EB	Oui, on regarde les choses du point de vue de la Terre. Du point de vue de la Terre, qu'est-ce qu'on voit ? Sur une journée, on voit le Soleil...
1636	J-L	Se lever et se coucher.
1637	EB	Donc du point de vue de la Terre sur une journée, je vois le Soleil qui tourne autour de moi et sur une année ce que je vois, c'est le Soleil qui tourne autour de moi en apparaissant plus ou moins haut et plus ou moins bas dans le ciel. Pour dire que le Soleil tourne autour de la Terre, il faut juste préciser quoi ?
1638	J-L	Le point de vue.
1639	EB	Est-ce que vous pourriez, en regardant tout ce qu'on a fait, repérer un moment où dans ce que j'ai dit j'ai légèrement triché ?
1640		(Les étudiants recherchent dans leurs notes)
1641	Mariska	Le soleil se déplace dans le ciel ?
1642	EB	Est-ce que le Soleil se déplace dans le ciel ?
1643	Mariska	Oui.
1644	EB	Ça c'est-ce qu'on voit. Sur les observations, on n'a pas oublié de choses. Ça ne porte forcément pas sur les observations mais plutôt sur les interprétations de ce qu'on a dit. A quel endroit a-t-on pu faire quelque chose qui était scabreux ?
1645		(*Silence. E va chercher le dispositif expérimental pour l'expérience du pendule de Foucault*)
1646	J-L	Par rapport à la rotation de la Terre ?
1647	EB	Qu'est-ce qu'on a dit tout à l'heure ? L'expérience qu'on a faite, c'est de faire basculer un pendule.
1648	J-L	Il restait toujours dans le même plan.
1649	EB	On a dit qu'il restait dans le même plan que...

1650	J-L	Que...
1651	EB	C'est là où il manque quelque chose.
1652	J-L	La position du plan ? Il est perpendiculaire au plateau qui tourne.
1653	EB	Au plateau ?
1654	J-L	Au sol.
1655	EB	Quand j'ai décrit le mouvement tout à l'heure, dans mon expérience, j'ai utilisé combien de points de vue différents ?
1656	J-L	Ben oui comme il y a le plateau, il y a le sol …
1657	EB	Il y a le plateau, le sol, le mouvement du pendule. Et par rapport au mouvement de mon pendule ?
1658	J-L	Il est rectiligne.
1659	EB	Il est rectiligne à quoi ?
1660	J-L	Est-ce qu'il décrit un plan ?
1661	EB	Quand on a décrit un mouvement, est-ce qu'on peut dire les choses : ça tourne, ça bouge ? Qu'est qu'on vient de dire ?
1662	Aurélie	Le point de vue.
1663	EB	Oui, on vient de dire que pour décrire un mouvement, il fallait avoir un point de vue. On a dit que pour dire que le Soleil tourne autour de la Terre, il fallait dire que ça dépendait de où on regardait et qu'on regardait du point de vue de la Terre.
1664	J-L	Mais on ne peut pas se mettre du point de vue du pendule.
1665	EB	Quand on fait ces histoires là, on a dit que la trace du pendule c'était un trait. On regarde ça de où ? C'est un trait par rapport à quoi ?
1666	Adrien	Par rapport à nous.
1667	EB	Par rapport à nous, c'est à dire, par rapport au sol. On a dit que ça faisait des trucs bizarres par rapport à quoi ?
1668	J-L	Au plateau du tabouret.
1669	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?
1670	P	Oui.
1671	EB	Donc la description du mouvement dépend de l'endroit où je regarde. Si je regarde par rapport au sol, ça fait un trait. Si je regarde par rapport au tabouret, ça fait des mouvements bizarres. Est-ce que ça va pour tout le monde ?
1672	Simea	Oui.
1673	EB	Ensuite, j'ai dit... je suis passée à la Terre qui tourne comment ?
1674	J-L	Tu as dit que si il décrivait des choses comme ça, ça voulait dire que la Terre tournait puisqu'on a fait une analogie par rapport au tabouret en disant que quand on a tourné le tabouret, on a eu des dessins donc si...
1675	EB	On a fait une analogie, on a dit que le tabouret c'était ?
1676	J-L	La Terre.
1677	EB	Vous êtes d'accord ?
1678	Patrizia	Oui.
1679	EB	On a conclu de cette histoire là que la Terre tournait. Qu'est-ce qui manque là dedans ?
1680	Adrien	Sur elle même.
1681	EB	Il manque quelque chose.
1682	Aurélie	Du point de vue...
1683	EB	Du point de vue de qui ?
1684	Mariska	De la Terre.
1685	EB	On a fait une analogie mais on a dit que le tabouret c'était la Terre et qu'est-ce qui manque ?
1686	Aurélie	Le soleil.

1687	EB	Le Soleil c'est quoi ? Il est où ?
1688	Aurélie	L'extérieur.
1689	EB	La question c'est : quand on fait une analogie, on a dit que notre tabouret c'était la Terre, et mon sol c'est quoi ?
1690	Aurélie	Le soleil.
1691	Adrien	C'est tous les astres.
1692	EB	Qu'est-ce que ça pourrait être d'autre que tout le reste ? donc quand je dis que l'un tourne par rapport à l'autre, le tabouret tourne par rapport au sol, la Terre tourne par rapport à quelque chose.
1693	J-L	Autour de son axe.
1694	EB	Elle tourne autour de son axe mais son axe tourne par rapport à quelque chose. Ce quelque chose ce sont les étoiles fixes. Ça veut dire que l'on considère, quand la Terre tourne sur elle-même, que les étoiles autour de nous sont fixes. Si quand je regarde sur une journée, je vois des arcs de cercle, ça veut dire que les distances entre les étoiles restent les mêmes. Je peux regarder ça sur plusieurs années, la distance entre les étoiles ne bouge pas. On appelle ça la sphère céleste, les étoiles ne bougent pas les unes par rapport aux autres. On a considéré que les étoiles ne bougeaient pas et, par rapport aux étoiles qui ne bougent pas, ma Terre tourne. Si je considère mes étoiles comme fixes, la Terre tourne sur elle-même. Est-ce que j'aurais pu dire les choses autrement ?
1695	Patrizia	Que tout le reste tourne autour de la Terre.
1696	EB	Le pendule de Foucault montre que la Terre tourne par rapport aux étoiles fixes mais je pourrais très bien considérer que la Terre ne tourne pas sur elle-même et que toutes les étoiles tournent autour. Est-ce que j'ai le droit de faire ça ?
1697	Adrien	C'est le point de vue.
1698	EB	C'est une question de point de vue. Je pourrais faire ça mais est-ce que je le fais ?
1699	Aurélie	Non.
1700	EB	Pourquoi ?
1701	J-L	Parce qu'on est sur la Terre et au niveau de l'observation, c'est plus facile de se mettre au niveau de la Terre.
1702	EB	Ce que je vois c'est les étoiles qui tournent autour de moi. J'ai deux choix et j'en choisis un par rapport à l'autre. Est-ce que je peux éliminer des choses ? (E montre le tableau)
1703	Aurélie	Oui en précisant le point de vue.
1704	EB	Oui, il aurait fallu que je précise le point de vue. Dès le départ, j'ai éliminé des problèmes en jouant sur ça. J'ai triché. Donc je peux tout reprendre en prenant une Terre immobile et en reconstruisant tout le reste. On serait arrivé à la même chose car ça dépend du point de vue. Est-ce qu'il y en a qui serait incompatible quand même ?
1705		(E va au tableau)
1706	EB	Pour ces deux là, de quel point de vue on regarde les choses ?
1707	Adrien	Du Soleil.
1708	EB	On regarde les choses du point de vue du Soleil. Est-ce que ces deux là du point de vue du Soleil sont compatibles entre eux ?
1709	Aurélie	Non car il y en a un où c'est la Terre qui tourne autour du Soleil et un où la Terre tourne sur elle même.
1710	EB	Et ça en combien de temps ?
1711	Aurélie	En 24 heures. Est-ce que ces deux là sont compatibles entre eux ?
1712	Mariska	Non.
1713	EB	Est-ce que celui là est compatible avec celui là ?
1714	J-L	Oui car si c'est en 24 heures ça marche. La Terre tourne sur elle même en 24 heures et le Soleil ferait le tour de la Terre en 24 heures.
1715	Adrien	Mais non car dans le ciel, tu vois la Terre passer quand tu as le soleil qui tourne alors que là, le Soleil voit juste la Terre tourner sur elle même.

1716	EB	Attendez on va tout reprendre. Là c'est de quel point de vue ?
1717	Adrien	Du Soleil.
1718	EB	Du Soleil, je vois la Terre qui tourne sur elle même. Ici, c'est du point de vue de la ?
1719	J-L	De la Terre.
1720	EB	Est-ce que c'est compatible ou pas ?
1721	Adrien	Non.
1722	EB	On va essayer.
1723		(Aurélie et Jean-Luc vont au milieu de la salle)
1724	Adrien	Dans les deux cas, le soleil voit la Terre tourner.
1725	EB	Alors est-ce que c'est compatible ou pas ? Aurélie vous êtes le Soleil et Jean-luc, vous êtes la Terre. Donc première solution, le Soleil ne bouge pas et la Terre tourne sur elle même.
1726		(Jean-Luc tourne sur lui même pendant que Aurélie ne bouge pas)
1727	EB	Donc le Soleil a vu toute la Terre et la Terre a vu le Soleil. Alors est-ce que c'est compatible ?
1728	Estelle	Oui.
1729	EB	On recommence. Le Soleil ne bouge pas et la Terre tourne sur elle même. Alors tu as le Soleil devant toi puis le Soleil en face de ton épaule droite, tu tournes le dos au Soleil, tu vois le Soleil épaule gauche puis le Soleil en face. Alors maintenant le Soleil qui tourne, est-ce qu'on peut voir la même chose vue de la Terre ?
1730		(Aurélie tourne autour de Jean-Luc qui reste immobile)
1731	J-L	Là c'est épaule gauche, le dos, l'épaule droite est en face.
1732	Adrien	Oui mais là le Soleil tourne autour de lui même.
1733	EB	Ce n'est pas grave, dans les deux cas ça marche. Donc les deux modèles sont compatibles, c'est juste deux points de vue différents. Par contre celui-ci et celui-ci non car, en 24 heures, je vois ça ou je vois ça. Est-ce qu'on peut éliminer des choses là ?
1734	Adrien	Un des deux compatibles.
1735	EB	Quand je dis que la Terre tourne autour du Soleil ou que je dis que la Terre tourne sur elle même ?
1736	Adrien	Un des deux.
1737	EB	Ça on a dit que ça revenait finalement à quoi ?
1738	Adrien	Au même.
1739	EB	On a dit que ça revenait au même. C'est deux points de vue différents de la même chose.
1740	J-L	L'autre qu'on a éliminé c'était par rapport au point fixe des étoiles.
1741	EB	L'autre pourquoi on l'élimine ?
1742	J-L	C'est par rapport à l'histoire des étoiles fixes.
1743	Adrien	Parce que ça tourne comme ça (Adrien fait un cercle avec la boule inclinée) et que l'étoile polaire n'est pas fixe.
1744	Aurélie	Là, ce que tu viens de faire c'est fixe.
1745	Adrien	Le truc c'est que l'étoile polaire est fixe comme ça.
1746		(Adrien montre un angle grâce à la baguette et fait un mouvement de toupie avec la boule)
1747	Adrien	Si on tourne comme ça elle n'est plus fixe.
1748	EB	Attention.
1749	Adrien	Elle est parallèle mais plus fixe.
1750	EB	Dans ce cas là, ça veut dire qu'on ne peut pas faire tourner la Terre autour du Soleil. C'est une bonne question délicate que vous posez Adrien.
1751	Adrien	Et ben l'étoile polaire est au dessus du Soleil.
1752	EB	Ben non. Vous voyez le problème d'Adrien, c'est une bonne question qui nous pose. Ce qu'il est en train de nous dire, c'est que quand je fais tourner comme ça (La Terre fait un cercle mais son axe est toujours dirigé dans le même sens), l'axe est dans la direction de l'étoile polaire.

1753		(E fait tourner la Terre)
1754	EB	Est-ce que maintenant il est dans la direction de l'étoile polaire ?
1755	Camille-Aurélie	Ben oui.
1756	J-L	Non.
1757	EB	Ben non, oui il est dans la direction mais est-ce qu'il pointe vers l'étoile polaire ?
1758	P	Oui parce que c'est très loin.
1759	Adrien	Oui mais c'est comme le Soleil, les rayons arrivent parallèles.
1760	EB	Voilà. Effectivement, l'étoile polaire est très très loin et donc du coup pour nous, on ne voit pas ça. On peut mais ce n'est pas simple.
1761	Adrien	Mais on n'a toujours pas trouvé la raison.
1762	EB	Et oui.
1763	Adrien	Ça ne change pas les saisons.
1764	EB	Pour justifier le jour et la nuit, si on a la Terre qui tourne autour du Soleil en 24 heures.
1765	Adrien	Il n'y a que 2 saisons.
1766	EB	On va essayer de construire ensemble. Là j'ai jour/nuit. (E dessine un cercle avec la boule autour du Soleil). Alors maintenant le fait qu'on ait plus de jour d'un coté que de l'autre.
1767	Aurélie	Il faut incliner
1768	EB	Si j'incline, est-ce que j'ai plus de jour d'un coté que de l'autre en tournant sur 24 heures ?
1769	Adrien	Oui.
1770	Camille	Là, c'est l'été pour hémisphère nord.
1771	EB	On reprend. Ça c'est sur une journée. Ici le soleil se lève, ici le Soleil se couche, ici il fait nuit. Il se lève et il se couche pour le Nord et le Sud. Est-ce qu'il se lève et se couche en même temps pour les deux ?
1772	Adrien	Non.
1773	EB	Si je mets un point ici et un point ici, si. Est-ce que je peux l'incliner autrement ?
1774		(E change d'inclinaison)
1775	EB	Si j'incline comme ça, est-ce qu'il voit se lever et se coucher en même temps ?
1776	Adrien	Non.
1777	EB	Bon là, ça a l'air de marcher. Maintenant il faut que je change de saison. Il faut que je fasse quelque chose pour que j'aie un jour long long ici et un jour court ici.
1778	Adrien	On doit changer l'axe et on repère l'étoile polaire.
1779	EB	Il faut tout reconstruire.
1780	Pause	
1781		(Mise en place du Dispositif d'astronomie. E a une boule qui représente la Terre et une lumière qui représente le Soleil)
1782	EB	Donc l'explication jour nuit, on a dit qu'on tournait comme ça. (La boule fait un cercle horizontal autour de la lumière) On incline comme ça. Pour le moment, ils voient le Soleil tous les deux. Vous devez me dire ce qu'il se passe.
1783	Ad	Là, ils voient le soleil tous les deux puis ils sont le soir.
1784	C	Le soleil se couche.
1785	EB	Pour tous les deux aussi.
1786	Ad	Oui.
1787	EB	Mais attendez, j'ai fait quelque chose dont on avait déduit que cela ne marchait pas.
1788		(E bouge la boule)
1789	EB	Est-ce qu'il y en a un qui voit le soleil et pas l'autre ?
1790	M	Oui.

1791	EB	Lequel voit le Soleil ?
1792	M	Celui d'en bas.
1793	EB	Celui d'en bas voit encore le Soleil et celui d'en haut ne le voit plus.
1794		(E bouge la boule)
1795	EB	Et maintenant ?
1796	Es	Ils ont tous les deux le soleil.
1797	EB	Est-ce que la durée du jour est différente pour l'un et pour l'autre ?
1798	C	Oui.
1799	EB	Donc si j'incline comme ça et en faisant tourner comme ça sur une journée, j'ai des saisons différentes dans un hémisphère et dans l'autre. Vous êtes d'accord ?
1800	Pa	Oui.
1801	Ad	Maintenant il faut changer de saisons.
1802	EB	Oui.
1803	Ad	Le problème c'est que si on change l'axe, on ne voit plus l'étoile polaire.
1804	EB	Oui.
1805	J	Oui mais c'est la solution du soir.
1806	Ad	Ben non, il faut trouver un autre modèle qui convienne.
1807	J	Sur ce modèle ?
1808	Ad	Sur ce modèle oui. La seule solution c'est de changer l'axe.
1809	EB	Est-ce que c'est la seule solution ?
1810	Ad	Ou de changer le Soleil d'axe mais …
1811	EB	Si on change le soleil d'axe ?
1812		(E monte et baisse le Soleil)
1813	Ad	Le Soleil est plus près des pôles.
1814	EB	Plus près on ne sait pas mais sur le chaud ou froid, on est sur les durées d'éclairement. Est-ce que si je change le truc comme ça, est-ce que ça peut marcher ?
1815	Ad	Si on lève le Soleil, il y a une partie de l'hémisphère sud qui va être dans le noir tout le temps.
1816	EB	Est-ce que c'est un problème ?
1817	Ad	Ben oui.
1818		(E baisse la lampe)
1819	EB	Ici, il y a une partie de l'hémisphère nord qui reste tout le temps dans le noir. Pourquoi c'est un problème ?
1820	Ad	Car en Alaska, il y a des gens qui y habitent.
1821	EB	Et alors ?
1822	Ad	Et il reste dans le noir pendant 6 mois ?
1823	EB	Ben on n'a pas dit ça tout à l'heure ?
1824	Ad	Non on a dit le pôle nord.
1825	EB	Oui ben on va s'arranger pour que ça soit le pôle nord. Mais est-ce que c'est que le pôle nord ?
1826	J	Non, c'est le cercle polaire.
1827	Au	Ils vivent 6 mois dans le noir ?
1828	EB	Oui, ils ont 6 mois de jour et 6 mois de nuit. Effectivement, il y a des gens qui vivent comme cela. Donc est-ce qu'on peut y arriver ?
1829	Ad	Oui.
1830	EB	A priori oui. Pour le moment, on fait monter le Soleil et avec les étoiles, est-ce qu'on arrive à faire des choses ?
1831	Ad	Il faut les faire monter aussi.

1832	EB	On a dit qu'on avait l'étoile polaire qui restait à peu près au même endroit. Est-ce que ça change par rapport à tout à l'heure ?
1833	Ad	Non.
1834	EB	Donc ça, ça marche toujours. On a le Soleil qui monte et qui descend.
1835	Ad	On ne tient pas compte de la force gravitationnelle entre les planètes. En montant, Le soleil va désaxer l'axe de l'orbite et ...
1836	EB	Ça a l'air un peu compliqué. Bon on abandonne pour le moment mais vous voyez qu'il nous reste des problèmes à régler.
1837		(E pose le matériel)
1838	EB	Pourquoi il a une incompatibilité évidente qu'on n'a pas vue ? A mon avis, je le sens gros comme une maison, il y en a une. Vous voyez la complexité, est-ce que l'on peut éliminer un modèle qui ne nous arrange pas ?
1839	Ad	Non.
1840	EB	Fondamentalement, on pourrait. On peut dire, moi je préfère celui là. Si mes deux modèles marchent de la même façon et expliquent de la même façon, est-ce que je peux en choisir un plutôt qu'un autre ?
1841	J	Oui en disant que tu choisis un point de vue.
1842	EB	Choisir le point de vue qui m'arrange, est-ce que ça j'ai le droit ?
1843	M	Oui.
1844	EB	Choisir un modèle qui m'arrange, est-ce que ça j'ai le droit ?
1845	Ad	Moins.
1846	EB	C'est à dire ? J'ai le droit tant que quoi ?
1847	Ad	Tant que ça reste exact pour l'autre.
1848	J	Tant que c'est explicable.
1849	EB	Tant que les deux modèles expliquent de la même façon les choses ?
1850	J	On doit les prendre tous les deux.
1851	EB	Et si il y en a un qui explique plus de choses que l'autre ?
1852	Au	On garde celui qui explique le plus.
1853	EB	Si les deux expliquent de la même façon et qu'il y en a un plus compliqué que l'autre, qu'est-ce qu'on va faire ?
1854	Ad	On prend le plus simple.
1855	EB	Et si on a pris le plus simple et qu'on se rend compte qu'à un moment, le plus compliqué explique des choses en plus que celui qui était le plus simple ?
1856	Ad	Ni vu ni connu, on change.
1857	EB	Est-ce que c'est ni vu ni connu ?
1858	J	Non.
1859	EB	Est-ce qu'on a le droit de changer d'avis ?
1860	Au	Oui.
1861	Ad	Tu fais comme en optique.
1862	EB	C'est à dire ?
1863	Ad	Descartes avait fait une erreur que Snell avait quelque chose de juste. Descartes a pris le résultat de Snell.
1864	EB	Vous êtes sûr de ça ?
1865	Ad	C'est-ce que la prof d'optique nous avait dit l'année dernière.
1866	J	Changer d'avis fait partie de la démarche.
1867	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?
1868	M	Oui.
1869	EB	Est-ce qu'on a déjà changé d'avis là ?

1870	Ad	Oui.
1871	EB	On a changé d'avis pour ?
1872	Ad	Pour se rapprocher de l'exactitude.
1873	P	On a vu des points de vue différents. On a éliminé le point de vue qui n'allait pas avec les autres.
1874	EB	Est-ce qu'on a éliminé des points de vue ou est-ce qu'on a éliminé des choses qui ne correspondaient pas aux observations ?
1875	J	On a éliminé ce qui ne correspondait pas aux observations.
1876	EB	Est-ce que ce qu'on a fait, permet d'expliquer toutes les observations que l'on a faites ? Alors alternance jour nuit, on a expliqué.
1877	J	Oui ça c'est bon.
1878	EB	Le Soleil se déplace dans le ciel, se lève plus ou moins à l'est et se couche plus ou moins à l'ouest, est-ce qu'on l'a vu ça et vérifié ?
1879	Ad	Oui.
1880	EB	C'est vrai ?
1881	P	Non ce n'était pas assez précis avec la boule.
1882	Ad	On a montré qu'il se levait à l'est et se couchait à l'ouest. On l'a considéré comme admis.
1883	EB	Est-ce que notre modèle fait que suivant les saisons on voit le soleil se lever à peu moins ou un peu plus à l'est ?
1884	J	Non on ne l'a pas vu.
1885	EB	On n'a pas regardé si notre modèle nous permettait d'observer ça. Comment on peut faire ça ?
1886	Au	On fait des petites séparations.
1887	EB	Le soleil se lève à l'est ou sud ouest ou au sud est, comment je peux savoir ça à partir de ma Terre ?
1888	Au	Avec une boussole.
1889	EB	Il me faut une boussole et une orientation nord sud et après comment je sais que mon Soleil se lève plutôt à l'est ?
1890	J	On regarde.
1891	EB	En regardant le Soleil directement ?
1892	Ad	Non, on pose la boussole dans l'alignement de l'ombre et on fait coïncider le nord avec l'aiguille rouge.
1893	EB	Vous suivez ? Vous avez tous déjà utilisé une boussole ?
1894	M	Non.
1895	EB	On va regarder avec les boussoles de vos portables.
1896		(E dessine des traits sur une feuille par terre)
1897	EB	Ça c'est les traces de mon bâton.
1898	Ad	Ça change tout, on parlait du Soleil qui se levait.
1899	EB	Quand le Soleil se lève mon ombre est ici. Ici, c'est en été. Quand le Soleil se lève en hiver, l'ombre est ici. Quand le Soleil se lève au printemps, il est ici. Comment je fais pour savoir ? Il faut que je connaisse le nord et le sud.
1900	Au	On pointe le nord avec la boussole.
1901	EB	Ok, on oriente la feuille, on met une petite direction pour représenter le nord.
1902	Au	Et après on regarde l'ombre qui tombe à 90 degrés au nord.
1903	EB	Aurélie, réexpliquez votre méthode pour qu'on comprenne. Pour savoir où le Soleil se lève, je trace le relevé de mon ombre suivant les mois.
1904	Ad	Moi je ne me serais pas pris la tête comme ça. Je mets le cadran avec la flèche et la flèche du nord pour que ça coïncide, on met tout dans le sens de l'ombre. L'aiguille du nord va bouger et là on recadre avec le cadran et on connaîtra la direction.
1905	EB	Ce que vous faites c'est que vous mesurez cet angle là et vous voyez qu'il est différent selon les saisons. J'ai orienté mon tracé pour avoir toujours la même direction du nord, je regarde mes

		ombres aux mois de janvier, février, avril au lever du Soleil et puis je me rends compte que la direction de mon ombre change. Ça veut dire quoi ? Si je fais ça avec ma boule, je dois voir sur ma boule, selon les saisons si je reprends un système où je regarde les choses du point de vue du Soleil, que mon ombre est différente au moment du lever du Soleil. Comment on fait pour savoir ?
1906	Ad	On essaye.
1907	EB	On va faire ça avec des grosses boules.
1908		(Installation du matériel)
1909	EB	On est dans quelle situation ?
1910	J	C'est l'été dans l'hémisphère nord.
1911	EB	Si on regarde l'été dans l'hémisphère nord, le Soleil se lève où ?
1912	Ad	A l'est.
1913	EB	Je tourne dans quel sens ?
1914	Ad	Dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
1915	EB	Donc là, on a le Soleil qui se couche.
1916		(E tourne la boule et marque sur la boule)
1917	EB	Là on a le Soleil qui se lève. Je trace la direction puis ensuite je trace les différentes ombres. Ici, c'est le nord, ici, c'est le sud. Le Soleil s'est levé à l'est mais l'est comment ? Il s'est levé où le Soleil ?
1918	J	De l'autre coté.
1919	EB	Donc le Soleil s'est levé par ici et c'est quelle direction ?
1920	J	Nord-est.
1921	EB	Donc en été, le Soleil se lève au nord-est. Pour avoir l'hiver comment je peux faire ?
1922	Ad	Faut tourner la Terre.
1923	EB	Ou je fais tourner la Terre autour de ma lumière et je me mets à l'opposé et une autre façon de faire ?
1924	Au	C'est de retourner la boule.
1925	EB	En réalité ce n'est pas ce qu'il se passe mais ça revient au même, vous êtes d'accord ?
1926	J	Oui.
1927		(E tourne la boule sur elle même)
1928	EB	Maintenant, je suis en situation d'hiver. On recommence avec une autre couleur. On dessine.
1929		(E marque sur la boule)
1930	EB	Donc ça, c'est le lever. On regarde ce que ça donne. Ça c'était au moment du lever, si elle est ici, ça veut dire que le Soleil s'est levé ?
1931	J	De l'autre coté.
1932	EB	Donc le Soleil se lève au sud-est. Donc on voit que le Soleil se lève au nord est en été et au sud est en hiver. On regarde si l'observation nous dit bien ça. Est-ce que le Soleil change de direction ? Est-ce qu'on ne voit pas le Soleil se lever au même endroit en été et en hiver avec mon modèle ?
1933	S	Oui.
1934	EB	Est-ce que ça colle avec mes observations ?
1935	J	Oui.
1936	EB	On avait dit autre chose. On avait dit que le Soleil était plus ou moins haut dans le ciel selon les saisons.
1937	J	C'est la longueur de l'ombre.
1938	EB	Je vais regarder ça à quelle saison ?
1939	Ad	Au moment où on voit la plus grande.
1940	Au	La plus courte.
1941	EB	La plus courte car dans les deux cas, c'est midi solaire. C'est à dire quand le Soleil est plein sud.

		Ici, je suis en hiver. La taille de mon ombre, où mon ombre est la plus courte, c'est ici.
1942		(E fait un trait avec la craie)
1943	EB	Elle est grande comme ça. Et maintenant qu'est-ce qu'il faut que je fasse ?
1944	J	La même chose mais en été.
1945		(E tourne la boule sur elle même)
1946	EB	Vous voyez la différence ?
1947	J	Il n'y a pas photos.
1948	EB	Elle est toute petite, ici. Est-ce qu'on a vérifié avec notre modèle que notre Soleil est plus ou moins haut dans le ciel à une heure donnée pendant les différentes saisons ?
1949	Pa	Oui.
1950	EB	Est-ce qu'on a vu les équinoxes, 12 heures de nuit et 12 heures de jour de partout ?
1951	Ad	Non.
1952	EB	Pour les équinoxes, il nous faut combien de points pour comparer les choses ?
1953	J	Deux.
1954	EB	Il m'en faut un qui soit dans l'hémisphère nord et un qui soit dans l'hémisphère sud. Comment je déplace ma boule pour être au printemps ou en automne ?
1955	J	Un quart de tour.
1956	Ad	C'est bon, il y a le jour qui se couche de partout.
1957	EB	Est-ce qu'on avait vérifié que pendant les équinoxes on avait autant d'heures de jour et de nuit de partout ?
1958	C	Oui.
1959	EB	Donc notre modèle colle t-il à nos observations ?
1960	Au	Oui.
1961	EB	Équateur, 12 heures de jour et 12 heures de nuit tout le temps. L'équateur est ici.
1962	Ad	Ben ils font tous un tour en 24 heures, ils sont à la bonne limite là.
1963	EB	La question c'est : à l'équateur, est-ce qu'on a toujours 12 heures de jour et 12 heures de nuit quelle que soit la saison ? Au moment des équinoxes, la réponse est oui.
1964	Ad	Deux points de chaque coté de l'équateur.
1965	EB	Maintenant, on se met en été. Moi je suis sur la séparation jour nuit et vous ?
1966	Au	C'est bon.
1967	EB	On se met en hiver maintenant.
1968	Ad	C'est bon aussi.
1969	EB	Est-ce qu'on a toujours 12 heures de jour et 12 heures de nuit à l'équateur ?
1970	J	Ça marche.
1971	EB	Est-ce que notre modèle marche bien ?
1972	C	Oui.
1973	EB	On vient de construire un modèle qui rend compte de toutes nos observations. Du coup, question subsidiaire, je vous redonne de nouvelles feuilles blanches et je voudrais que maintenant par rapport au deux questions que je vous avais posées hier et aujourd'hui, je voudrais que vous m'écriviez comment vous formaliseriez votre réponse pour un gamin qui vous dit la même chose que tout à l'heure.
1974		(Remise en place de la salle et distribution des feuilles)
1975	EB	La première question c'était: le Soleil tourne autour de la Terre, la Terre tourne autour du Soleil, il vous demande votre avis, que répondez vous ? Vous écrivez comme vous voulez et c'est chacun pour soi.
1976		(Les élèves répondent à la question)
1977	EB	La deuxième question quand vous avez fini, c'était : un enfant dit que les ombres se déplacent à mesure que le Soleil tourne autour de la Terre, comment réagissez vous ?

1978		(Les élèves répondent à la question)
1979	EB	Est-ce que vous avez encore des questions sur l'astro ?
1980	Es	Non.
1981	EB	Plutôt que d'en rediscuter maintenant, ce que je vais faire c'est de vous demander d'y réfléchir ce soir.
1982	Pause	
1983		(Installation du matériel pour les expériences sur l'air)
1984	EB	On revient sur ce qu'on avait vécu la première séance. Ce qu'on va chercher à faire c'est un peu différent car vous l'avez vécu. Je voudrais qu'à chaque fois vous réfléchissiez quelques instants et que vous me formuliez les choses proprement.
1985	Pa	Elle est avantagée car elle connaît l'expérience par cœur
1986	EB	Oui mais ça arrive. La manip avec le mouchoir. Vous vous souvenez de la question ?
1987	Ad	Il fallait mettre un mouchoir au fond de l'aquarium sans le mouiller.
1988	EB	Est-ce que ça c'est une question ?
1989	Ad	Comment faire pour mettre le mouchoir au fond de l'aquarium sans le mouiller ?
1990	EB	Est-ce que c'était au fond de l'aquarium ?
1991	Ad	Sous l'eau.
1992	EB	Est-ce que c'est dans l'eau ou entièrement dans l'eau ?
1993	Ad	Le mouchoir dans le pot entièrement dans l'eau.
1994	EB	Écrivez chacun pour vous, par groupe, la formulation de la question et puis la formulation de la réponse.
1995	Au	En faisant comme si on s'adressait à des enfants ?
1996	EB	La question formulée de façon correcte, de façon pertinente pour qu'on puisse la travailler avec les enfants. La formulation de la réponse, vous pourriez la faire à un enfant ou un adulte.
1997		
1998		Discussion entre les différents groupes
1999		
2000		Discussion groupe 1 (Adrien, Simea, Jean-Luc)
2001	J	On peut dire : Comment plonger le pot sous l'eau... Plutôt dans l'eau ?
2002	Ad	C'est pareil.
2003	J	Sans mouiller le mouchoir ?
2004	Ad	Le problème, c'est que sans mouiller le mouchoir, c'est bien. Je pose le pot dans l'eau et je le garde dans ma main. On pourrait dire comment immerger le pot avec le mouchoir sans le mouiller ?
2005	J	Oui tu as raison. Comment plonger le gobelet au fond de l'eau dans lequel on met un mouchoir sans le mouiller ?
2006	Ad	C'est compliqué ça.
2007	J	Oui.
2008	Ad	Comment mettre le gobelet... Non.
2009	J	Mettre ça veut tout et rien dire.
2010	Ad	Comment mettre le pot avec le mouchoir dans l'eau sans que le mouchoir soit mouillé ?
2011	J	Pas mettre, plonger.
2012	Ad	Oui c'est plus simple. Plonger, ça laisse entendre qu'il doit être entièrement dessous. Au préalable, on avait défini qu'il y avait de l'air ?
2013	EB	On a dit qu'il y avait de l'air dans le sac.
2014	Ad	D'accord. Donc on bouche le haut du pot avec la main et on la met sous l'eau avec le pot.
2015	J	Non mais il faut donner la bonne réponse.

2016	Ad	Ça ce n'est pas une mauvaise réponse.
2017	J	On met direct la bonne réponse.
2018	Ad	Oui elle a dit qu'il fallait faire comme ça. On doit expliquer comment et pourquoi.
2019	J	Notre pot est plein d'air. Quand on l'enfonce, l'air s'oppose à la pénétration de l'eau.
2020	Ad	L'air ne pouvant pas sortir, il bloque l'eau et l'empêche de rentrer.
2021	J	Oui, c'est bien.
2022	Ad	C'est simple et clair.
2023	J	Donc on plonge le pot retourné.
2024	Ad	Où à l'envers.
2025	J	Je préfère on retourne le pot.
2026	Ad	Tu comprends Simea ?
2027	S	Oui. Tu peux répéter ?
2028	Ad	On retourne le pot.
2029	S	Pas on plonge le pot ?
2030	J	Non, il faut d'abord le retourner. Ou alors on plonge le pot retourné. L'air emprisonné, on peut mettre ça ?
2031	Ad	Oui ou l'air ne pouvant pas sortir. Attention, il n'est pas emprisonné car si tu retournes le pot, il sort. Donc c'est juste, là, qui ne peut pas sortir.
2032	J	Oui tu as raison.
2033	Ad	L'air ne pouvant pas sortir du pot.
2034	J	S'oppose à l'entrée de l'eau dans le pot.
2035	Ad	L'air ne pouvant pas sortir empêche l'eau de rentrer.
2036		
2037		Discussion groupe 2 (Aurélie et Camille)
2038	Au	Comment pouvez vous plonger le mouchoir dans l'eau sans le mouiller ?
2039	C	Comment faites-vous pour mettre le mouchoir dans l'eau sans le mouiller ?
2040	Au	Ouais mais il faut mettre « Comment pouvez-vous » parce qu'il faut qu'ils émettent plein d'hypothèses.
2041	C	Donc on part en « comment pouvez-vous »
2042	Au	Donc comment pouvez-vous plonger le mouchoir dans l'eau sans le mouiller ?
2043	C	Oui.
2044	Au	Maintenant la réponse.
2045	C	On met le mouchoir dans un pot de yaourt, on le retourne et on le plonge dans l'eau.
2046	Au	Droit, enfin à la verticale.
2047	EB	Attention, ils savent qu'il y a quelque chose dans le sac et que c'est de l'air.
2048	Au	Mais on leur pose les questions ?
2049	EB	Ici, c'est la question de départ et la réponse à la fin. Ils ont fait une recherche et à la fin de la recherche, on est d'accord sur la réponse et la façon dont on écrit les choses.
2050	Au	Donc l'eau ne rentrera pas dans le pot car il y a de l'air.
2051	C	Tu ne peux pas dire comme ça.
2052	Au	Il y a quelque chose dedans.
2053	C	J'ai dit qu'il a quelque chose qui fait obstacle.
2054	Au	Car l'air est coincé dans le pot et fait une barrière.
2055		
2056	EB	C'est bon vous avez fini ? Bon on commence avec la formulation du premier groupe.
2057	S	La question, c'est « comment plonger le pot avec le mouchoir dans l'eau sans qu'il soit mouillé

		? »
2058	EB	Vous êtes d'accord ?
2059		(Silence)
2060	EB	A cette question là, je fais ça.
2061		(E prend le gobelet et le plonge à la vertical. L'ouverture du pot est vers le haut)
2062	EB	Vous voyez j'ai plongé mon verre dans l'eau et mon mouchoir aussi, et mon mouchoir n'est pas mouillé.
2063	Ad	Comment plonger entièrement …
2064	J	On a dit sous l'eau.
2065	EB	Sous l'eau... excusez moi. Pour vous le groupe 2.
2066	Au	Comment pouvez-vous plonger le mouchoir dans l'eau sans le mouiller ?
2067	Ad	Moi je te prends un sac plastique du début de l'expérience.
2068	EB	Et vous, groupe 3 ?
2069	M	Comment immerger le pot contenant le mouchoir sans mouiller le mouchoir ?
2070	EB	Ça vous convient ?
2071	J	Oui.
2072	EB	Quitte à expliquer aux enfants, ce que veux dire le mot immerger. Maintenant formulation de réponse. Groupe 3.
2073	Pa	Le mouchoir est au fond du pot, on retourne le pot au dessus de l'eau, on le plonge sous l'eau. Le pot était rempli d'air, il empêche l'eau de rentrer.
2074	EB	Qu'est-ce que vous en pensez ?
2075	Ad	Regardez. (Adrien a fait la manipulation en même temps)
2076	EB	Comment on vérifie les choses ? Vous dites que ça fonctionne car vous faites ce qu'elle dit en même temps. Répétez Patrizia.
2077	Pa	Le mouchoir est au fond du pot, on retourne le pot au dessus de l'eau, on le plonge sous l'eau. Le pot était rempli d'air, il empêche l'eau de rentrer.
2078	EB	Qu'est-ce qui vous empêche de plonger le pot comme ça ? (à l'horizontal)
2079	Ad	Elle a dit qu'on le retournait au dessus de l'eau et qu'on le plongeait comme ça.
2080	EB	Pour vous, retourner cela veut dire à la verticale ?
2081	Pa	Oui.
2082	EB	D'accord. A vous le groupe...
2083	C	On met le mouchoir dans un pot de yaourt, on le retourne et on le plonge dans l'eau de façon verticale. On voit que l'eau ne rentre pas dans le pot, il y a quelque chose qui fait barrière. L'air ne peut pas sortir, il empêche l'eau de rentrer.
2084	EB	D'accord avec ça ?
2085	M	Oui.
2086	EB	A vous, groupe...
2087	J	On retourne le pot, on le plonge dans l'eau. L'air ne pouvant pas sortir empêche l'eau de rentrer.
2088	Ad	Si on penche le pot, l'air sort et l'eau rentre.
2089	EB	Ça c'est une autre observation et un autre compte-rendu. Question: est-ce que vous voyez dans ce que vous avez écrit de choses de natures différentes ou vous pensez que tout se vaut ?
2090	Au	Je dirais pareil.
2091	EB	Perdu.
2092	M	C'était plus précis pour Camille et Aurélie quand elles disaient qu'on le plonge bien verticalement.
2093	J	Oui sauf que, par expérience, même en sixième, ils ne savent pas faire la différence entre vertical et horizontal.
2094	EB	Alors comment on fait ?

2095	Au	On leur explique.
2096	EB	Comment on leur explique ?
2097	S	Horizontal ressemble à l'horizon.
2098	EB	Horizontal c'est comme l'horizon. Comme quand on regarde la mer. On peut définir l'horizontal par rapport à l'aquarium. L'horizontal c'est comme la surface de l'eau au repos. Évidemment, sur une surface pas trop grande. Si je regarde la Terre de loin, la surface de l'eau de la Terre est un peu courbée. Donc vous pensez que le mot vertical est quelque chose d'important. Je pense que ce n'est pas négligeable.
2099	Ad	Si ils entendent la même chose que nous pour retourner.
2100	EB	Effectivement. Si on se met d'accord sur le mot retourner, éventuellement on fait un dessin pour le montrer. Quand on remonte le pot on le remonte ?
2101	Ad	De la même façon qu'on l'a plongé.
2102	EB	Oui, c'est important de le préciser. Vous avez dit autre chose dans vos réponses.
2103	M	Qu'il est rempli d'air.
2104	Au	Qu'il fait une barrière.
2105	M	Qu'il empêche l'eau de rentrer.
2106	EB	Est-ce que ça, c'est avec ce que vous avez vu ?
2107	M	Oui.
2108	Au	Ben non, vous avez dit qu'il fallait expliquer le phénomène.
2109	EB	Oui, c'est une explication. Vous avez fait une partie qui relevait de ce qu'on fait et une autre partie qui relevait de l'interprétation. Pour l'interprétation vous avez répondu à la question : comment expliquer que le mouchoir ne soit pas mouillé ?
2110	Au	Patrizia a posé des questions aux enfants pour leur faire trouver. Elle posait des question : A votre avis, qu'est-ce qui empêche l'eau de rentrer?
2111	EB	C'est très bien. Cela veut dire qu'on a deux choses. Il y a ce qui relève de ce qu'on a fait et il y a ce qui relève de ce qu'on explique. La partie qu'on explique c'est il y a de l'air dans le pot qui empêche l'eau de rentrer. C'est bon ?
2112	Ad	Oui.
2113	EB	La deuxième manip, c'était quoi ?
2114	Ad	C'était le truc avec le bouchon et les petites bouteilles.
2115	EB	Non, pas les petites bouteilles tout de suite.
2116	Ad	Non, le bouchon dans le pot.
2117	EB	La question c'était quoi ?
2118	J	Comment faire descendre le bouchon au fond de l'aquarium ?
2119	EB	Non. Ce n'était pas ça la question.
2120	Pa	Qu'est-ce qui se passe si on met le pot sur le bouchon ? Est-ce que le bouchon bouge ou pas ?
2121	EB	On va reformuler la question. On va le faire à l'oral.
2122	J	Si on fait la même expérience avec le bouchon, où va se trouver le bouchon ?
2123	Au	A votre avis qu'est-ce qui se passe si vous enfoncez …
2124	M	Si vous remplacez le mouchoir par le bouchon ?
2125	EB	Est-ce que là c'est remplacer le mouchoir par le bouchon ? Non parce que le mouchoir est au fond du pot et que le bouchon est à la surface de l'eau.
2126	J	Si on coiffe le bouchon avec le pot et qu'on descend, qu'est-ce qu'il va se passer ?
2127	EB	Cela vous va ?
2128	M	Non.
2129	EB	Coiffer c'est dur.
2130	J	Si on le fait descendre verticalement dans l'eau, qu'est-ce qui va se passer ?
2131	EB	Et où se trouve le bouchon ? Ok. Donc je pose un bouchon à la surface de l'eau, j'enfonce le verre

		sous l'eau, où se trouve le bouchon ? Vous voyez le travail de reformulation n'est pas évident. C'est ça le plus gros problème quand on travaille en démarche d'investigation. Comment on va formuler les questions et les réponses. Maintenant la réponse. On va donner la réponse en deux temps. Que se passe t-il ?
2132	Ad	Le bouchon descend en bas en restant à la surface de l'eau.
2133	EB	Qu'est-ce que vous voulez dire par descendre ?
2134	Ad	Le bouchon reste à la surface de l'eau. Il reste à l'entrée du pot.
2135	EB	Vous êtes d'accord ?
2136	Pa	Les enfants ont toujours répondu faux. Ils ont répondu qu'il allait bouger dans le pot.
2137	EB	Si on formule la réponse à la question: « Que se passe t-il ? Où se trouve le bouchon ? ». Le bouchon se trouve à la surface de l'eau et la surface de l'eau se trouve au niveau de l'embouchure du pot. Maintenant, on essaye d'expliquer le phénomène.
2138	M	Ben il est toujours rempli d'air le pot.
2139	EB	Le pot est rempli d'air et ?
2140	J	L'air s'oppose à l'entrée de l'eau.
2141	EB	Est-ce qu'il s'oppose ?
2142	Ad	L'air ne pouvant pas sortir, il empêche l'eau de rentrer.
2143	Pa	Et le bouchon flotte à la surface de l'eau.
2144	EB	Oui. Attention, au mot opposé car on ne sait pas si il s'oppose l'air.
2145	J	Oui, on ne le voit pas.
2146	EB	On ne le voit pas. On ne sait pas par exemple si il pousse ou si il tire. Par contre, on sait qu'il est là. On a expliqué le phénomène en disant qu'il y avait de l'air dans le pot qui empêchait l'eau de rentrer et comme le bouchon flotte sur l'eau, le bouchon reste à la surface de l'eau au niveau de l'ouverture du pot. Qu'est-ce que vous avez fait ensuite ?
2147	Pa	Comment faire bouger le bouchon dans le pot ?
2148	EB	Comment faire remonter le bouchon ? Alors la réponse à ça, c'est quoi ?
2149	Ad	On peut faire rentrer de l'eau dans le pot.
2150	EB	C'est à dire ? Il faut formuler.
2151	Ad	On enlève l'air du pot et l'eau remonte.
2152	EB	Comment on fait pour enlever l'air du pot ? Si vous dites on enlève l'air du pot, vous ne répondez pas vraiment à la question.
2153	Ad	On incline le pot contenant l'air et le bouchon. En l'inclinant, l'air va s'échapper vers le haut car il est plus léger que l'eau.
2154	EB	Est-ce que vous le savez ça ?
2155	Ad	Je ne sais pas. Mais en inclinant le verre, l'air part et l'eau peut rentrer.
2156	EB	Ok, à la question comment faire pour faire remonter le bouchon ? L'idée que vous avez c'est d'enlever de l'air et, si j'enlève de l'air, l'eau prend la place de l'air et le bouchon monte. Et pour enlever de l'air, vous vous proposez de pencher le pot. Est-ce qu'il y a d'autres façons de faire ?
2157	Au	Oui avec une seringue.
2158		(E distribue des seringues)
2159	Ad	Il y a un effet de ventouse entre l'eau et le bouchon.
2160	EB	Merci Adrien. On a dit qu'il y avait un effet de ventouse. Comment vous réagissez quand un enfant vous dit qu'il y a eu un effet ventouse ?
2161	Pa	C'est quoi une ventouse ?
2162	EB	Expliquez à Patrizia qu'est-ce qu'une ventouse ?
2163	Ad	C'est le truc pour déboucher les toilettes.
2164		(E sort une ventouse)
2165	Ad	L'effet de la ventouse, c'est que tu appuies, tu expulses l'air et en remontant tu vas créer un manque de pression. C'est un débouche toilette.

2166	EB	Donc l'effet ventouse c'est quoi ? Est-ce que ça existe ?
2167	Ad	L'effet ventouse c'est quand on crée un vide d'air entre une paroi et …
2168	C	C'est une baisse de pression, je ne sais plus si c'est une augmentation de pression ou une baisse de pression.
2169	EB	Est-ce que vous pouvez me donner une définition claire de l'effet ventouse ?
2170	Ad	Quand on appuie avec la ventouse, nous chassons l'air qu'il y a en dessous donc la pression à l'intérieur de la ventouse reste normale et quand on essaye de remonter, vu qu'il y a moins d'air, il y a moins de pression ou il y en a plus et ça appuie et voilà.
2171	J	Déjà comme matériel, il faut avoir du caoutchouc.
2172	Ad	Pas forcément car avec le verre tu fais effet ventouse.
2173	EB	J'ai l'impression que derrière le mot ventouse, vous mettez ce qui vous arrange.
2174	Ad	C'est quand il y a un écart de pression entre l'intérieur et l'extérieur.
2175	EB	Comment vous savez qu'il y a un écart de pression ?
2176	Ad	Car il y a de l'air qui sort donc il y a du vide à l'intérieur.
2177	EB	Comment vous savez ça ?
2178	Ad	Parce que nous avons de l'air ici et si on l'expulse il n'y a plus d'air.
2179	EB	Il me semble que ce mot suggère un certain flou. Donc on ne va pas utiliser ce mot là car vous n'avez pas l'air tous forcement d'accord sur ce qu'on met derrière ce mot. Vous n'êtes pas capables de le définir de façon explicite. On va expliquer les choses autrement, c'était quoi, la question : Comment faire pour faire remonter le bouchon ? Déjà à la question, "comment faire" comment vous répondez ?
2180	Ad	Nous aspirons de l'air.
2181	Au	Il faut enlever de l'air.
2182	EB	Donc on enlève de l'air.
2183	Au	Pour que de l'eau puisse rentrer et soulever le bouchon.
2184	EB	Donc enlever de l'air, c'est une idée d'action que vous voulez faire ?
2185	Au	Oui.
2186	EB	Comment vous faites ?
2187	Au	On aspire.
2188	EB	On peut aspirer et pencher le pot. Est-ce qu'on peut faire autre chose ?
2189	J	On pourrait percer le pot si il n'était pas en verre.
2190	EB	Oui. L'idée c'est d'enlever de l'air. Si j'enlève de l'air, l'eau va monter et prendre la place de l'air. L'hypothèse derrière votre idée c'est ça. On le fait, conclusion ?
2191	Pa	Ça marche.
2192	EB	La formulation de réponse ça va être quoi du coup ?
2193		(Silence)
2194	EB	Pour faire remonter le bouchon...
2195	Au	Il faut faire sortir de l'air.
2196	EB	On fait sortir de l'air et pour faire sortir de l'air on ?
2197	J	On peut utiliser plusieurs méthodes.
2198	EB	ici, on mélange deux choses. Comment j'enlève de l'air ne me dit pas comment je fais. Cela me donne une partie de la réponse. On n'a pas encore vu le mot pression donc on ne l'utilisera pas. Question : si je veux faire monter le bouchon dans le pot, je rajoute de l'eau. C'est la réponse des enfants.
2199	Ad	Ça ne marche pas.
2200	EB	Et donc qu'est-ce qu'on a fait ?
2201	Pa	On a essayé.
2202	EB	Et quand on essaye, ça ne marche pas. Si je rajoute de l'eau avec la seringue dans le pot, ça ne

		marche pas. Pourquoi ça ne marche pas ?
2203	M	Parce que c'est plus lourd que l'air.
2204	Au	L'eau ne pourra pas rentrer dans le pot vu qu'il y a de l'air.
2205	EB	Le pot est déjà plein, il y a de l'air. Quand j'ai le pot qui est occupé par de l'air, est-ce que je peux rajouter quelque chose dedans ?
2206	C	Non.
2207	EB	Il faut essayer ça. En général avec les enfants, il n'y a pas besoin de poser la question. Ils le font. L'étape suivante, qu'est-ce qu'on avait fait ?
2208		(E distribue des demi bouteilles)
2209	EB	On utilisait la bouteille coupée. Question ?
2210	Ad	Comment faire rentrer de l'eau dans la bouteille sans la pencher ?
2211	EB	Est-ce que c'était ça la question ?
2212	Pa	Je disais : êtes vous capable de bouger le bouchon comme avant sans utiliser une seringue ?
2213	EB	Donc on n'utilise plus la seringue. On a un bouchon, la bouteille coupée et maintenant il faut déplacer le bouchon de la même façon sans la pencher. Donc comment déplacer le bouchon dans la bouteille sans pencher la bouteille et sans utiliser la seringue ? Qu'est-ce qu'on fait ?
2214	Ad	On ouvre le bouchon de la bouteille. Afin de faire rentrer de l'air et que l'air sorte et que l'eau rentre.
2215	EB	Donc déplacer dans la bouteille, ça veut dire sous le niveau de l'eau dans l'aquarium et au dessus du niveau de l'eau dans l'aquarium. Ça peut être valable de faire un petit dessin. On met le bouchon au dessus du niveau de l'eau et on met le bouchon en dessous du niveau de l'eau sans utiliser la seringue. Comment on fait ça et comment vous expliquez cela ?
2216	Au	On enlève le bouchon.
2217	EB	Donc au départ, on a le bouchon qui flotte sur l'eau. Donc on va commencer par faire quoi ?
2218	Au	Déboucher.
2219	EB	On va commencer par chercher à avoir le bouchon plus bas que le niveau de l'eau. Comment on peut faire ?
2220	J	Comme on a fait tout à l'heure.
2221	Au	Si on débouche ça le déplace le bouchon.
2222	M	On enfonce verticalement la bouteille sous l'eau avec le bouchon de la bouteille fermée.
2223	EB	On a fermé la bouteille coupée et on pose le bouchon à la surface de l'eau et on enfonce notre bouteille sous l'eau. Vous êtes d'accord avec ça ? Là, on a le bouchon sous le niveau de l'eau dans l'aquarium. Ensuite ?
2224	M	On dévisse le bouchon. L'air s'échappe et par compensation, l'eau rentre dans la bouteille par en dessous.
2225	EB	L'air s échappe et l'eau ?
2226	Ad	Prend sa place.
2227	EB	Donc on ouvre le bouchon de la bouteille, l'air s'échappe. On le sent l'air qui s'échappe ?
2228	J	Oui, on l'entend quand on ouvre un peu le bouchon.
2229	EB	Ensuite comment faire pour faire remonter le bouchon au dessus du niveau de l'eau de l'aquarium ?
2230	Ad	On ferme le bouchon.
2231	EB	On ferme le bouchon et on soulève la bouteille. Comment on formule ça ?
2232	Ad	L'air ne pouvant pas rentrer en soulevant la bouteille, l'eau monte avec.
2233	EB	Qu'est-ce que vous en pensez de ça ?
2234	J	L'air ne peut pas varier puisque c'est fermé. La quantité d'air reste la même.
2235	Ad	La quantité d'air étant partie.
2236	EB	La quantité partie, je ne sais pas ce que c'est.
2237	Ad	Ben la hauteur d'air partie.

2238	J	Non ça voudrait dire que quand tu ouvres le bouchon, tu as l'eau qui monte et qui remplace l'air qui s'en va.
2239	C	Ben c'est ça.
2240	EB	Oui mais c'est ça jusqu'à ici.
2241	J	C'est ça jusqu'à l'horizon.
2242	EB	Oui mais là on est au dessus.
2243	Ad	La quantité d'air étant partie et ne pouvant pas revenir, l'eau la remplace et donc monte au dessus du niveau.
2244	EB	Comment vous pouvez savoir que la quantité d''air qui est partie c'est celle -là ? Est-ce que vous avez un moyen de vérifier cela ?
2245	Ad	C'était plein avant.
2246	EB	C'était plein de quoi ?
2247	Ad	Plein d'air.
2248	EB	Il faut toujours bien formuler les choses.
2249	Ad	Au début on a notre bouteille remplie d'air. On enfonce et on enlève le bouchon, la quantité d'air va partir et l'eau va monter. On referme la bouteille. Comme l'air ne peut pas re-rentrer, c'est l'eau qui le remplace.
2250	EB	Qu'est-ce que vous en pensez ?
2251	M	Oui.
2252	Pause	
2253	EB	Qu'est-ce qu'on peut dire d'autre ? Cette histoire ça tourne autour de la quantité d'air qu'on a dedans. Qu'est-ce qu'on utilise comme propriété quand on déplace la bouteille ? On utilise le fait que l'air qu'on a occupe toujours le même volume dans la bouteille. Il ne s'échappe pas.
2254	Ad	Non, c'est nous qui la laissons sortir.
2255	EB	Ici, on a la quantité d'air que l'on a.
2256		(E met la bouteille au dessus du bouchon et laisse rentrer un peu d'eau)
2257	EB	Si je pars de cette situation initiale, est-ce que j'ai ouvert la bouteille à un moment ?
2258	Ad	Non.
2259	EB	Est-ce que j'ai laissé s'échapper de l'air à un moment ?
2260	Ad	Ben oui.
2261		(E penche la bouteille et la remplit d'eau)
2262	EB	Je suis partie comme ça. Est-ce que j'ai laissé s'échapper de l'air ?
2263	Ad	Ben oui, forcément, à partir du moment où elle rentre dans l'eau, il y a de l'air qui s'est échappé.
2264	EB	Attendez, ce que je veux dire par là, je m'exprime peut être mal, je peux me retrouver au départ dans cette situation là (le bouchon flotte à la surface de l'eau) puis retourner ma bouteille comme ça. (E retourne la bouteille sur le bouchon). Je me suis mise dans cette situation au départ, est-ce que j'ai ouvert un moment ou un autre le bouchon pour laisser s'échapper de l'air ?
2265	Ad	Non.
2266	EB	Pourtant, quand je soulève la bouteille, ça monte. Le problème de votre explication, c'est qu'elle marche telle que vous l'avez expliquée mais qu'il y a aussi des façons différentes de faire pour obtenir le même résultat sans faire de cette situation là. Votre explication est-elle générale ?
2267	Ad-Au	Non.
2268	EB	Elle est liée à une façon particulière de faire. Est-ce qu'on pourrait faire une explication de façon plus générale ?
2269	Au	Oui.
2270	EB	Je vous écoute.
2271	Au	Je ne sais pas moi.
2272	EB	Qu'est-ce que l'on fait simplement pour avoir le bouchon qui monte au dessus du niveau d'eau dans l'aquarium ?

2273	Ad	Ben on soulève les bouteilles.
2274	EB	Vous êtes d'accord ?
2275	J	Oui.
2276	EB	Donc comment faire pour avoir le bouchon qui se trouve au dessus du niveau d'eau dans l'aquarium ? On soulève la bouteille. En évitant de sortir complètement la bouteille de l'aquarium, sinon qu'est-ce qu'il se passe ?
2277	Ad	Il y a de l'air qui rentre.
2278	EB	Et donc l'eau retombera. Ça c'est comment on fait maintenant comment on explique ?
2279		(Silence)
2280	EB	Si on veut expliquer, on va dire que l'air occupe un certain espace. Celui-ci se trouve à la surface de l'eau dans la bouteille. Quand je soulève la bouteille, qu'est-ce qui se passe ?
2281	J	Je garde cette même quantité.
2282	EB	Oui donc l'air occupe toujours la même place, le même espace. Si l'air occupe toujours le même espace, le reste de l'espace qui se trouve au dessus du niveau de l'aquarium se trouve occuper par de l'eau.
2283	J	Surtout quand tu descends au fond, tu as toujours la quantité conservée.
2284	EB	Oui. L'air occupe un certain espace et il l'occupe toujours, que je tire la bouteille ou que je l'enfonce. L'air occupe un espace donné. Adrien vous pouvez reformuler.
2285	Ad	L'air occupe toujours un même espace.
2286	EB	L'air occupe un espace donné qui se trouve au dessus du bouchon et de la surface de l'eau. Quand je soulève la bouteille ?
2287	Ad	L'air occupe toujours le même espace donné.
2288	EB	Donc l'espace que j'ai libéré est occupé par de l'eau.
2289	Ad	C'est-ce que je disais en plus simple.
2290	EB	C'est à dire ?
2291	Ad	C'est-ce que j'ai dit tout à l'heure.
2292	EB	Vous, vous avez dit que le volume d'air était expulsé par de l'eau.
2293	J	Vu comme ça, c'est très aléatoire ce que tu dis. Si on fait abstraction de la partie qui est sous l'eau, visuellement est-ce que c'est la partie qui est au niveau de l'eau …
2294	EB	On est d'accord avec ça ?
2295	Pa	Oui.
2296	EB	Ça c'était une première manip. Maintenant comment faire pour faire redescendre le bouchon qui est au dessus du niveau de l'eau ?
2297	J	Tu ouvres le bouchon.
2298	EB	Si on ouvre le bouchon qu'est-ce qu'il se passe ?
2299	Ad	L'air rentre.
2300	EB	On fait rentrer de l'air et si de l'air rentre ?
2301	M	Le niveau de l'eau redescend.
2302	EB	Redescend jusqu'où ?
2303	Ad	Jusqu'à l'horizon.
2304	EB	Jusqu'au niveau d'eau de l'aquarium. Ça c'est une première manip. Patrizia qu'elle est le deuxième défi ?
2305	Pa	Euh...
2306	EB	Avec ce matériel là, il y a une autre question que l'on peut se poser. Maintenant, je ne bouge plus la bouteille et vous vous débrouillez pour que le bouchon descende et qu'il remontre. Alors comment je fais pour descendre et remonter le bouchon sans bouger la bouteille ?
2307	Au	Avec la seringue.
2308	Ad	On souffle et on aspire.

2309	EB	On souffle pour faire quoi et on aspire pour faire quoi ? On dit d'abord pourquoi on veut faire les choses.
2310	Ad	On aspire pour enlever de l'air.
2311	EB	Vous prévoyez quoi ?
2312	Ad	Que le bouchon bouge.
2313	EB	La question ce n'est pas ça. On va dire que je veux que le bouchon descende, comment je peux faire et pourquoi ?
2314	Ad	On enlève de l'air et on ajoute de l'air.
2315	EB	On enlève de l'air pour faire quoi et on rajoute de l'air pour faire quoi ?
2316	Ad	Tout à l'heure, nous avons enlevé de l'air dans le pot et le bouchon est monté. Ici, ça doit être pareil. On rajoute de l'air pour faire sortir de l'eau et faire descendre le bouchon.
2317	EB	Vous faites tourner une chose que vous avez déjà testée, pour faire monter il faut enlever de l'air et pour faire descendre il faut enlever de l'eau, c'est ça ?
2318	Ad	Oui.
2319	EB	Pour faire monter le bouchon, qu'est que vous faites ?
2320	Ad	On enlève de l'air.
2321	EB	Vous êtes d'accord les autres ?
2322	C	Oui.
2323	EB	Comment on fait pour en être sûr ?
2324	Au	On essaye.
2325	EB	On utilise la seringue. On enlève de l'air et si on enlève de l'air, le bouchon monte. Maintenant, pour faire descendre le bouchon ?
2326	Ad	On rajoute de l'air.
2327	EB	On rajoute de l'air et si on rajoute de l'air ?
2328	Ad	Le bouchon descend car ça fait sortir de l'eau.
2329	EB	Ce qu'on dit à chaque fois, c'est que l'air prend la place de l'eau. Dans l'autre sens, c'est l'eau qui prend la place de l'air. Est-ce que cette expression dépend du matériel utilisé ?
2330	Ad	Non.
2331	EB	Si je remplace la bouteille en plastique par le pot en verre, est-ce que l'expression change ?
2332	M	Non.
2333	EB	Question suivante. Patrizia vous pouvez nous dire ?
2334		(E prend une bouteille coupée et un plastique)
2335	Pa	Qu'est-ce qui se passe avec un sac ? Si on met la bouteille dans l'eau avec le bouchon fermé et on a demandé : qu'est-ce qu'il allait se passer pour être sûr qu'ils ont vu que la bouteille était fermée et puis ils ont pu ouvrir le bouchon.
2336	EB	Donc là avec le sac qu'est-ce que vous faites ?
2337	Pa	On l'attache à la bouteille.
2338	EB	Qu'est-ce qu'il se passe avec le bouchon fermé ?
2339	Ad	Rien.
2340	EB	Qu'est-ce qu'il se passe avec le bouchon ouvert ?
2341	Ad	Il y a l'eau qui va prendre la place de l'air et l'air va rentrer dans le sac.
2342	EB	Est-ce que vous le dites dans le bon sens ?
2343	Ad	Il y a de l'air qui va rentrer dans le sac et l'eau qui va prendre la place de l'air.
2344	EB	L'air qui est où ?
2345	M	Qui est dans la bouteille
2346	EB	L'air qui est dans la bouteille rentre dans le sac et l'eau rentre dans la bouteille à la place de l'air. Du coup, si maintenant j'ai un bouchon où va se trouver le bouchon quand j'enfonce la bouteille dans l'eau ?

2347	Ad	Tout en haut de la bouteille.
2348	EB	Par rapport à la surface de l'eau dans l'aquarium ?
2349	Ad	A la surface de l'eau.
2350	EB	Comment vous expliquez le phénomène ? Pourquoi vous dites que le bouchon va rester au niveau de la surface de l'eau ?
2351	Ad	Parce qu'il y a l'air qui va rentrer dans le sac, l'eau qui va remplacer l'air et le bouchon qui va être à la surface de l'eau.
2352	EB	Le bouchon ne descend pas comme tout à l'heure car tout à l'heure ?
2353	Ad	Il n'y avait pas d'eau qui rentrait.
2354	J	Jusqu'à un certain point.
2355	EB	C'est à dire ?
2356	J	Jusqu' au moment où le sac est suffisamment gonflé pour empêcher l'eau de monter.
2357	EB	Jusqu'au moment où le sac est suffisamment gonflé pour empêcher l'eau …
2358	J	De monter encore.
2359	EB	C'est à dire, jusqu'au moment où l'air...
2360	J	N'arrive plus à sortir.
2361	EB	Tout l'air de quoi ?
2362	P	De la bouteille.
2363	EB	Tout l'air de la bouteille prend l'espace du sac et s'il en reste encore dans la bouteille ?
2364	J	A ce moment là il descendra.
2365	EB	On peut vérifier ça ?
2366	J	Oui.
2367	EB	On prend une grande bouteille et un petit sac.
2368		(E refait la même expérience avec un petit sac et une grande bouteille)
2369	EB	Sauf que là qu'est-ce qu'il se passe ?
2370	J	Il y a une fuite.
2371	EB	Qu'est-ce qu'on observe quand il y a une fuite ?
2372	J	De l'air s'échappe et le bouchon monte.
2373	EB	Qu'est-ce qu'on a fait d'autre ensuite ?
2374	J	Ici, on a un sac rigide mais si on met un ballon de baudruche ?
2375	Au	Ça fera pareil.
2376	J	Quand il sera suffisamment gonflé, ça ne montera plus.
2377		(E prend un ballon de baudruche et l'installe sur le goulot de la bouteille)
2378	EB	Pourquoi on ne le fait pas avec les enfants ?
2379	J	Car il y a un problème d'équilibrage des pressions. C'est plus compliqué.
2380	EB	On sait que le ballon, on peut le gonfler beaucoup. Qu'est-ce qui se passe ici ?
2381	Ad	Et si on enfonce d'un coup ?
2382	J	Le ballon résiste trop à l'entrée de l'air. Il n'est pas assez élastique.
2383	EB	Comment on explique le phénomène ? Est-ce qu'on peut utiliser les mêmes explications que tout à l'heure ?
2384	J	Non.
2385	EB	On a envie de dire quoi ?
2386	Ad	Que le coefficient d'élasticité est...
2387	EB	Avec des mots qu'on comprend tous.
2388	Ad	Trop d'air dans le ballon.
2389	EB	Mais il n'y a pas trop d'air car on sait qu'on peut en mettre plus.

2390	Ad	On n'arrive pas à envoyer l'air assez fort.
2391	EB	On n'arrive pas à envoyer l'air assez fort pour que ça se gonfle donc on a envie de dire que l'air ne pousse pas assez fort sur le ballon pour le remplir et donc du coup, il n'y a pas beaucoup d'eau qui rentre parce que il n'y a pas beaucoup d'air qui part.
2392	J	Si on avait un aquarium de 2 mètres de haut et un tube de 2 mètres de haut, on le gonflerait le ballon.
2393	EB	Peut être que effectivement si on essayait d'enfoncer une bouteille avec...
2394	J	Plus qu'une bouteille, il faudrait un tube.
2395	EB	Pour expliquer notre phénomène, notre façon d'expliquer jusqu'à présent suffit ?
2396	J	Ben non parce que comment on explique que tout l'air ne passe pas dans le ballon ?
2397	EB	Est-ce que ça suffit là ?
2398	Au	Non.
2399	EB	C'est la raison pour laquelle on ne le fait pas à l'école primaire. Bon pour l'instant sur les expériences qu'on a faites on a joué sur quoi ?
2400	J	Les quantités qui se déplacent.
2401	EB	Pour mettre de l'air quelque part, il faut ?
2402	Ad	Pour mettre de l'eau quelque part, il faut enlever de l'air.
2403	EB	Et vice versa. On a l'air qui occupe de l'espace. Est-ce que je vous avais fait le coup de la bouteille avec un trou ?
2404	Au	Oui.
2405	EB	On va le refaire. Je prends une bouteille, je la remplis d'eau, je fais un trou dans ma bouteille et que se passe t-il ?
2406	C	Il ne va rien se passer.
2407	EB	Pourquoi ?
2408	Au	L'air ne pourra pas sortir.
2409	EB	Si de l'eau sortait il faudrait la remplacer par de ?
2410	Ad	L'air.
2411	J	On ne peut pas faire rentrer d'air dans la bouteille.
2412	EB	Donc l'eau ne partira pas.
2413		(E fait un trou dans la bouteille remplie d'eau)
2414	EB	Est-ce que ça coule ?
2415	S	Non.
2416	EB	Je vais élargir mon trou. Il se passe la même chose, l'eau ne coule pas. Pourquoi l'eau ne coule pas ?
2417	Ad	Parce que l'air ne peut pas rentrer.
2418	EB	Si l'air rentre, que se passe t-il ?
2419	Ad	Ça coule. Si on fait un deuxième trou ?
2420	EB	Vous voulez le faire où ?
2421	Ad	Dans la bouteille.
2422	J	Dans l'eau ou dans l'air ?
2423	Ad	Dans l'eau.
2424	EB	Si on fait un deuxième trou dans l'eau qu'est-ce qu'il va se passer ?
2425	C	Rien.
2426	EB	Comment on vérifie ?
2427	C	On essaye.
2428		(E fait un deuxième trou dans la bouteille)
2429	EB	J'ai fait un trou trop gros. Qu'est-ce qu'il se passe ?

2430	J	Il y a l'air qui rentre de l'autre coté.
2431		(E bouche le deuxième trou)
2432	EB	Si il n'y a pas d'air qui rentre de l'autre coté, est-ce que ça coule encore ?
2433	Ad	Non. Si on bouche le coté où c'est l'eau qui coule, c'est pareil ?
2434	EB	Il faut que je le bouche mais il est mal fait.
2435	P	Mais normalement ça ne doit pas couler ? On ferait cent trous, ça ne coulerait pas ?
2436	EB	Normalement, ça dépend du diamètre (montre la bouteille). Qu'elle est la conclusion de cela ?
2437	J	Ça dépend de la taille des trous.
2438	EB	Ça dépend de la taille des trous et de la forme.
2439	Ad	Si on fait plein de petits trous au compas, ça ne coulera pas normalement.
2440	EB	On va essayer.
2441		(E prend une bouteille pleine d'eau et perce des petits trous)
2442	EB	Qu'est-ce qu'il se passe ?
2443	Ad	Rien.
2444	EB	Par contre si j'ouvre la bouteille, qu'est-ce qu'il se passe si je fais rentrer de l'air ?
2445	Ad	Ça coule.
2446	EB	Puis si je referme. Est-ce qu'on utilise la même explication que tout à l'heure pour expliquer le phénomène ?
2447	Au	Oui
2448	Ad	Non.
2449	EB	C'est à dire ?
2450	Ad	C'est quoi l'explication de tout à l'heure ?
2451	Es	Qu'il y a de l'air qui rentre pour remplacer l'eau.
2452	Ad	Parce que dans l'autre situation, c'était de l'air qui rentrait par un trou et l'eau qui sortait par l'autre.
2453	EB	Et ici ?
2454	J	C'est pareil.
2455	Ad	Et là c'est l'air qui rentre.
2456	J	Ça ne compte pas. C'est la même chose si tu n'as pas d'air qui rentre, l'eau ne coule pas.
2457	EB	Vous êtes d'accord ?
2458	Es	Oui.
2459	EB	On va faire une nouvelle manip. Je prends un verre, je le remplis d'eau, je prends un mouchoir, je pose le mouchoir dessus, je retourne le verre, que va t-il se passer ?
2460	J	L'eau va rester dans le gobelet.
2461	EB	Pourquoi ?
2462	J	Parce qu'il n'y pas d'air pour remplacer l'eau dans le gobelet.
2463	EB	Qu'y a t-il Camille ?
2464	C	J'ai déjà vu ça avec une feuille en papier.
2465	EB	Comment l'expliquer ? Est-ce qu'on peut prévoir le phénomène avec ce qu'on a déjà vu ?
2466	J	Ben oui l'air ne va pas rentrer.
2467	EB	L'air ne peut pas rentrer et si l'air ne peut pas rentrer, qu'est-ce qu'il se passe ?
2468	J	L'eau va rester dans le gobelet.
2469	EB	Si l'air ne rentre pas, l'eau ne sort pas. Est-ce que je peux expliquer mon phénomène avec les explications de tout à l'heure ?
2470	Ad	Oui.
2471	EB	Et en plus, on observe quelque chose. Regardez en dessous.

2472	J	C'est bombé vers l'intérieur.
2473	EB	Quand le papier s'en va, qu'est-ce qu'on a vu ?
2474	J	Une bulle.
2475	EB	Donc de l'air est rentré. Est-ce qu'on peut encore expliquer le phénomène avec ce qu'on a dit tout à l'heure ?
2476	C	Oui.
2477	EB	Est-ce que je peux utiliser un autre matériel pour montrer que quand de l'air rentre de l'eau sort ?
2478	Ad	Oui.
2479	J	Avec du film plastique.
2480	EB	Puis ?
2481	Au	Trouer le papier.
2482	EB	Je pensais à autre chose. Je vais prendre une petite bouteille.
2483	Ad	Ben on ouvre le bouchon.
2484		(E prend une bouteille coupée avec le bouchon fermé. Elle remplit la bouteille d'eau et met un papier dessus)
2485	EB	Ce que vous prévoyez, c'est que si je fais rentrer de l'air par le bouchon ?
2486	Ad	Tout tombera.
2487	EB	Vous avez remarqué qu'il y a un peu d'eau qui a coulé mais ça s'est arrêté. Si j'ouvre le bouchon ?
2488	C	Le papier va tomber et l'eau va partir aussi.
2489		(E ouvre le bouchon et le papier et l'eau tombe dans l'aquarium)
2490	EB	Est-ce que tout ça reste cohérent avec ce qu'on a dit ?
2491	J	Oui.
2492	EB	Je vais prendre un film transparent maintenant.
2493		(E distribue du film plastique à tout le monde)
2494	EB	Vous allez remplir votre verre d'eau, vous allez placer le film transparent dessus, vous prenez deux pailles, je vais vous donner un pic à brochettes pour faire un trou. Vous allez mettre votre pot au fond de l'eau.
2495	Ad	Dans quel sens ?
2496	EB	A la verticale. J'ai fait une bêtise Vous videz votre pot d'eau et mettez-le au fond de l'eau. On va faire un trou dedans. Qu'est-ce que vous prévoyez quand on va faire un trou dedans ?
2497	J	Des bulles d'air vont remonter.
2498	Es	L'air ne pourra s'échapper car rien ne pourra remplacer le volume d'air.
2499	J	Mais là, il y aura des échanges. Une bulle d'air une bulle d'eau.
2500	Au	Ben oui.
2501	EB	Vous pensez qu'il y a un peu d'air qui sort un peu d'eau qui rentre et un peu d'air qui sort puis un peu d'eau qui rentre.
2502	J	jusqu'à quand ça soit plein.
2503	EB	Qu'est que vous en pensez Estelle ? Vous pensez que l'eau ne va pas réussir à rentrer ?
2504	Es	Oui.
2505	EB	Et donc l'air, du coup, ne pourra pas sortir. Comment on fait pour savoir ?
2506	Au	On essaye.
2507		(Les élèves font un trou dans le film plastique)
2508	C	Estelle avait raison.
2509	EB	Si vous en faites un deuxième.
2510		(Les élèves font un deuxième trou)

2511	EB	Vous avez fait des trous. Est-ce que l'air sort ?
2512	M	Non.
2513	EB	Est-ce que l'eau rentre ?
2514	M	Non.
2515	J	Ah oui.
2516	EB	Ah oui quoi ?
2517	J	Une bouteille quand tu la jettes dans l'eau, pour qu'elle se remplisse d'eau, il faut la mettre sur le coté.
2518	Ad	Il faut mettre une paille pour que ça aille dehors.
2519	EB	Pourquoi vous voulez mettre une paille pour que ça aille dehors ?
2520	Ad	Comme ça, l'air pourra sortir.
2521	Es	Oui mais il y aura un problème, comment tu remplaces le volume ?
2522	Ad	Tu as fait deux trous.
2523	EB	Essayez.
2524		(Les élèves insèrent une paille dans un des trous)
2525	Au	Ça marche.
2526	EB	Donc il y a de l'air qui sort et de l'eau qui rentre.
2527	P	Quand vous mettez la paille, il y a un trou ou plusieurs ?
2528	Au	Plusieurs.
2529	EB	On va recommencer.
2530		(Mise en place du matériel)
2531	EB	Le groupe de Mariska a recommencé, vous avez fait combien de trous ?
2532	Es	Deux trous.
2533	EB	On va se mettre d'accord sur ce qu'on fait. On fait combien de trous ?
2534	Ad	Un.
2535	EB	On va commercer par faire un trou dans le plastique, on met la paille et on regarde ce qu'il se passe.
2536	Ad	Rien.
2537	EB	Question si on enfonce une paille dans l'eau, qu'est-ce qu'il a dans la paille ?
2538	Au	De l'eau.
2539	M	De l'air.
2540	J	C'est de l'eau car on l'a récupérée en descendant.
2541	Pa	Jusqu'au niveau de l'eau.
2542	EB	Quand vous descendez la paille et que vous voulez qu'il y ait de l'air dans la paille, qu'est-ce qu'il faut faire ?
2543	J	Boucher la paille.
2544	EB	On bouche la paille avant de l'enfoncer dedans. Vous faites cette manip et vous regardez ce qu'il se passe.
2545	Pause	
2546	EB	On va commencer par le groupe de Camille et Aurélie qui est encore calme. Qu'est-ce que vous avez observé ? Camille et Aurélie, expliquez-nous les manipulations que vous avez faites et dites nous ce que vous avez conclu ?
2547	Camille	On a rempli le pot de yaourt d'eau.
2548	Aurélie	On a mis le pot avec du papier au fond de l'eau, le pot vide, enfin avec de l'air. Avec un trou, il ne se passe rien puisque l'air ne peut pas sortir, l'eau ne peut pas rentrer.
2549	EB	D'accord.
2550	Aurélie	Avec deux trous, c'est pareil. En mettant la paille, comme elle est connectée à l'air, l'air peut

		sortir et du coup l'eau peut rentrer par l'autre trou.
2551	EB	Est-ce que vous voulez nous remontrer ça ? Alors une manip est faite ici et les autres feront leurs manips aussi. Chacun son tour. On regarde la manipulation de Camille et Aurélie. On regarde leur procédure.
2552		(Camille et Aurélie commencent à manipuler.)
2553	EB	Alors on fait un trou, est-ce qu'il se passe quelque chose ?
2554	Camille	Non.
2555	EB	On fait deux trous. Est-ce qu'il se passe quelque chose ?
2556	Adrien	Non.
2557	EB	Puis vous enfoncez la paille. Comment vous enfoncez la paille ?
2558	Aurélie	On la bouche.
2559	EB	On la bouche pour éviter que …
2560	Aurélie	Que l'eau ne rentre dedans.
2561		(Aurélie enfonce la paille)
2562	Aurélie	On ouvre et ça se remplit.
2563	EB	Et en même temps vous êtes en train de soulever la paille. Pourquoi vous soulevez la paille ?
2564	Aurélie	Pour pas qu'il y ait l'eau qui rentre dans la paille.
2565	EB	Si vous bouchez la paille en haut qu'est-ce qu'il se passe ?
2566	Adrien	Ça s'arrête.
2567	EB	Alors essayez de voir si vous avez la même chose qui se passe ou pas ? Est-ce que c'est reproductible ?
2568		(Estelle commence à manipuler)
2569	Estelle	Non.
2570		(E vient réinstaller le matériel pour le groupe 1)
2571	EB	Là, je vous ai fait un trou. Je fais un deuxième tour. Est-ce que ça coule ?
2572	Estelle	Non.
2573	EB	On bouche la paille. On l'enfonce dans un trou. On débouche. Est-ce que ça coule ?
2574	Estelle	Non.
2575		(E souffle dans la paille)
2576	EB	Attention, il ne faut pas d'eau dans la paille. Est-ce que ça coule maintenant ?
2577	Estelle	Oui.
2578	EB	Est-ce que vous c'est bon ?
2579	Adrien	Nous c'est fini.
2580	Jean-Luc	Je n'ai pas pensé à un truc. Quand j'ai aspiré l'eau, il aurait fallu une autre paille pour que de l'air puisse rentrer.
2581	EB	Donc on se remet au départ.
2582	P	Qu'est qui s'est passé quand tu as aspiré l'eau ?
2583	Jean-Luc	Quand j'ai aspiré l'eau, il aurait fallu une autre paille...
2584	EB	Alors je fais un trou, il ne se passe rien. J'ai fait un deuxième trou, il ne se passe toujours rien. Je prends ma paille, je souffle dedans pour éviter qu'il n'y ait de l'eau dedans. On bouche pour qu'il y ait de l'air partout. J'enfonce dans un trou. J'enlève le doigt qu'est que ça fait ?
2585	Adrien	Ça se met à couler.
2586	EB	Je ferme ?
2587	Adrien	Ça s'arrête
2588	EB	Donc, quand de l'air sort de l'eau rentre ! Vous avez votre pot qui est complètement plein d'eau. Alors maintenant, j'ai deux trous.
2589		(E sort le pot de l'eau et le retourne)

2590	EB	Ça ne coule pas. C'est normal. Si je mets une paille.
2591	Aurélie-Camille	Ça va couler.
2592	EB	Si je connecte l'air de la paille à quoi ?
2593	Aurélie	A l'air.
2594	Adrien	A l'eau.
2595	Camille	A l'air.
2596	EB	A l'air pas à l'eau. Pour faire vider l'eau, il faut faire rentrer de l'air. J'essaye.
2597		(E enfonce une paille dans le pot)
2598	EB	Vous voyez, l'eau coule. Si je bouche la paille, ça s'arrête de couler. Quand je fais rentrer de l'air...Vous y arrivez ?
2599	Aurélie	Oui.
2600	EB	On va s'arrêter ici. Est-ce que ce qu'on vient de finir on arrive à l'expliquer avec ce qu'on avait formulé tout à l'heure ?
2601	Aurélie	Oui.
2602	Jean-Luc	Oui.
2603	Camille	Oui car à chaque fois on peut remplacer de l'air par de l'eau ou le contraire.
2604	EB	Vous êtes d'accord ?
2605		(Discussions diverses)
2606	EB	Donc demain, j'aimerais que vous réfléchissiez à plusieurs questions : est-ce que ce qu'on a fait ce matin était plus ou moins scientifique que ce que l'on a fait cet après midi ? Est-ce que c'était scientifique déjà ? A votre avis, quels éléments étaient caractéristiques d'une approche scientifique qu'on a mis en œuvre le matin et l'après-midi ? Ma question est compliquée, on va la reformuler autrement.
2607	Aurélie	On peut parler des expériences.
2608	EB	Par exemple. Il y a t-il des éléments caractéristiques de ce que c'est « faire des sciences » et que l'on a utilisés de façon récurrente ? Est-ce que vous voyez mieux ce que je veux dire ?
2609	Mariska	Oui.
2610	Estelle	Est-ce que vous pouvez répéter ?
2611	EB	Ce n'est pas une formulation correcte que je vous donne mais c'est dans l'esprit. Est-ce qu'il y a des éléments qui sont revenus et qui sont caractéristiques de ce que c'est que faire des sciences ou pas ?
2612	Estelle	Ok.
2613	EB	Si vous me dites: « oui on a fait des sciences », je veux savoir quels éléments indicateurs vous aident à savoir que ça, c'était des sciences. Essayez de vous rappeler de la façon dont on a mené les choses. C'est là-dessus que j'aimerais que vous réfléchissiez. Pour ça, n'hésitez pas à vous remettre en tête tout ce qu'on a fait. Sur votre cahier, n'hésitez pas à rajouter des choses parce qu'il y a pas mal de choses où vous n'avez pas pris de notes car vous étiez dedans mais pendant que c'est frais dans vos têtes, rajoutez des éléments que vous risqueriez d'oublier. Demain on continue sur l'air.

ANNEXE 6.G.c.

Transcription de la troisième journée de cours massé du groupe 45

Transcription du cours du 9 novembre avec les étudiants de L2 du Parcours Sciences et culture 2011_2012 réalisé à l'IUFM de Nice, Centre Stephen Liégeard. Retour sur ce qui a été fait la veille, puis suite du travail sur l'air (D.I.).

1	Adrien	Ça, ça sert à ça et ça, ça sert à ça. Fin du chapitre 1.
2	EB	Écoutez, moi je ne suis pas là pour expliquer aux collègues du collège comment ils doivent faire leurs cours. Ils savent comment ils font et ce sont eux les pros, ce n'est pas moi. Alors, est-ce que vous vous souvenez des questions que je vous avais posées ? On va revenir sur ces choses. Alors il me semble que je vous avais posé une question sur, est-ce que ce qu'on a fait hier était de la science ? Je suis quasiment sûr que je vous avais posé une question de ce style. Est-ce que, pour vous, il y en avait une demi-journée plus scientifique que l'autre ? Et puis, il y avait une autre question encore, il y a-t-il des éléments caractéristiques qui faisaient que ce qu'on faisait, c'était de la science. Est-ce que vous identifiez des choses comme étant des éléments caractéristiques de la méthodologie scientifique ?
3	Adrien	Et si on met l'enregistreur dans un bocal et on le fait rentrer (dans l'eau) comme ça (l'ouverture du bocal à l'envers).
4	EB	C'est ça oui. Avant que vous fassiez ça, je vous aurai sauté dessus.
5	Adrien	Je fais semblant de le faire et toi (Camille) tu le fais en vrai.
6	EB	Juste avant qu'on revienne là-dessus, je voudrais vous lire un passage de Gérard Klein.
7	Adrien	C'est forcément de la science-fiction.
8	EB	Oui, il se trouve que c'est de la science-fiction. La couverture est de Manchu, celui dont je vous parlais hier.
9	J-L	Il est fou Manchu
10	EB	Heu ça vient de là son nom.
11		Lecture du passage
12	Adrien	C'est beau mais ça manque d'image. Moi, faut qu'il y ait des images. Je fais partie de cette génération là.
13	EB	Donc vous voyez, ici, moi ce qui m'intéressait, c'était "autrefois sur la Terre, les hommes avaient forgé des noms pour des constellations qu'ils croyaient immuables et qui n'étaient que l'arrangement arbitraire et fragile d'astres aperçus d'un point provisoirement privilégié. Le privilège avait cessé, et avec lui s'en était allé l'ordre religieux imparti aux étoiles."
14	Adrien	C'est vrai que quand on ira sur Mars, il va falloir avoir de nouvelles constellations.
15	EB	Est-ce que vous pensez ça ? Est-ce que vous pensez qu'en allant sur Mars, on va avoir des constellations différentes ?
16	J-L	Ben, c'est dans le même système.
17	EB	On est dans le même système, on n'est pas très loin. On a l'impression que c'est loin mais Mars, c'est la très très très proche banlieue. Ceci dit, je voulais revenir là-dessus parce que hier, tiens on va commencer directe par les questions de la fin. Quelles sont les questions qui sont restées en suspens et quelles sont les choses que l'on a admises hier matin ?
18	Adrien	La température
19	EB	La température c'était avant hier.
20	J-L	Non par exemple, on a vu que l'étoile polaire ne bougeait pas, par exemple.
21	EB	Est-ce qu'on l'a admis ça ?
22	J-L	Non on ne l'a pas admis ?
23	Adrien	On l'a prouvé, enfin on a fait un témoignage d'une photo.

24	EB	Oui donc c'était limite. Mais ça relevait du témoignage par contre c'était un témoignage indirect.
25	Mariska	Que le soleil, il se couche exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest le 21 septembre et le 21 mars.
26	EB	Est-ce qu'on l'a admis ça ?
27	J-L	Non on l'a vérifié ça
28	EB	Ou est-ce que ça relève du témoignage ?
29	Aurélie	Ça relève du témoignage.
30	EB	Pour le 21 septembre dernier, ça peut effectivement relever du témoignage. Pour le 21 septembre prochain, ça relève de la prévision.
31	Mariska	Mais on ne peut pas le vérifier avec une expérience ça.
32	EB	Est-ce qu'on peut vérifier avec une expérience ?
33	Adrien	Mais si. Un petit calcul quantique ou quoi...
34	Mariska	En mettant exactement 21 mars et 21 septembre ?
35	EB	Donc ce qu'on peut faire le 21 mars et le 21 septembre, quel que soit l'endroit où l'on est dans le monde, c'est prendre sa boussole et regarder l'endroit où on voit le soleil.
36	Adrien	Non mais ce n'est pas possible. Mais ça bouge avec notre calendrier, il fait 365 jours. Faudrait faire le truc sur 4 ans pour avoir à peu près une approximation. Avec notre calendrier ? Non, ce n'est pas possible avec notre calendrier. Puisque la révolution de la Terre c'est heu, enfin la Terre tourne autour du Soleil en 365, 25 jours.
37	J-L	Non un quart
38	Adrien	Un quart ? Ben oui "25"
39	J-L	Oui un quart de jour.
40	EB	Donc, on peut regarder si aux environs du 21 mars, le 21, 22, 23, ça dépend des années, le Soleil se lève exactement à l'est ou pas. On peut regarder ça.
41	Adrien	Donc ça fait qu'il y a forcément un décalage
42	EB	Donc on l'a admis, vous avez raison. Tout ce que vous dites, on l'a admis sur la base de témoignages réalisés par d'autres personnes. Donc ce sont des observations indirectes.
43	J-L	Faudrait mieux vérifier quand même, ce n'est pas plus mal.
44	EB	Faudrait mieux vérifier quoi ? Est-ce que vous êtes d'accord, est-ce que ça serait mieux si on vérifiait par nous même ?
45	J-L	Ben oui.
46	Mariska	En fait, ce que je veux dire c'est qu'hier, on a fait des expériences pour montrer par nous même qu'à l'équateur, il y a toujours 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Mais pour l'histoire du 21 mars et septembre, on ne peut pas le faire là, maintenant, avec les globes, comme on a fait hier ?
47	EB	Ah bon ? Alors est-ce qu'on a fait une expérience pour montrer qu'à l'équateur, il y avait 12 heures de jour et 12 heures de nuit ?
48	Adrien	Non, on a fait une modélisation.
49	EB	Ce n'est pas une expérience qu'on a faite là. Ce qu'on a dit, c'est que les gens à l'équateur, ils voient toujours 12 heures de jour, 12 heures de nuit. Ça c'est facile, il suffit de passer un coup de fil à quelqu'un et lui demander combien de temps à durée sa journée. Et il va vous dire, 12 heures 01, 12 heures 02, 11 heures 58, 11 heures 59.
50	Adrien	Tu connais beaucoup de gens qui calculent le temps de leur journée quand même ?
51	EB	La durée d'éclairement ? On peut le faire. On peut demander à quelqu'un et il y a des gens qui l'ont fait. Sinon, on ne le saurait pas. Donc on a un témoignage de ça. On a un témoignage que tout le temps à l'équateur, on a 12 heures de soleil, enfin 12 heures de lumière et 12 heures de nuit. Et ne me dites pas sauf quand il flotte. Oui, sauf quand il flotte. On ne voit pas le soleil mais bon.
52	Adrien	Ah et d'ailleurs, il y a une question. Je sais plus qui c'est qui l'avait dit, quand on parlait de la pluie hier. Parce qu'on dit que quand on voit le soleil, il fait jour. Mais avec la pluie, on ne voit

		pas le soleil. Donc il fait jour ou il fait nuit ?
53	EB	Il fait jour.
54	Adrien	Pourquoi puisqu'on ne voit pas le soleil ?
55	EB	Alors est-ce que l'éclairement est lié au fait qu'on voit le soleil ?
56	Adrien	Ben oui mais comme, non mais c'est que sur la base, sur la base, on avait considéré qu'il faisait jour quand on voyait le soleil. Enfin on aurait fait ça avec des gamins, on aurait été marron direct.
57	EB	Non. Donc on va reconsidérer qu'il fait jour quand il se lève et il se couche. Et il se lève forcément quelque part et se couche forcément quelque part. Bon, vous êtes en train de perturber cette histoire de Mariska. Donc ce qu'on a fait, c'est quoi ? On a fait confiance et ça, effectivement, c'est peut être discutable. Comme disait Jean-Luc, ça serait mieux si on allait sur place. Pour vérifier qu'il y a 12 heures de jour, 12 heures de nuit partout en équateur. Ensuite, qu'est-ce qu'on a fait ? On a, à partir de nos observations, enfin de nos pseudos-observations, parce que ce sont des observations faites par d'autres, on a essayé de faire quoi ?
58	Mariska	Vérifier.
59	EB	Vérifier, est-ce que c'est le mot que vous utiliseriez ?
60	Adrien	Modéliser.
61	EB	Ça veut dire quoi pour vous modéliser ?
62	Adrien	Ben faire une maquette
63	EB	Et une maquette pour faire quoi ?
64	Adrien	Pour représenter ce qu'il se passe et pour le voir.
65	EB	Est-ce que c'était juste pour pouvoir le voir ?
66	Adrien	Non pour pouvoir le prouver. Enfin espérer le prouver.
67	EB	Espérer le prouver, comprendre. Qu'est-ce qu'on a fait avec notre boule et notre soleil ?
68	J-L	On a essayé de vérifier quoi.
69	EB	On a essayé de vérifier quoi ?
70	J-L	Les hypothèses qu'on avait...
71	EB	Mais quelles hypothèses ?
72	J-L	Non mais attendez, de quoi on parle, du jour et de la nuit ?
73	EB	On parle du jour et de la nuit et de ce qu'on a fait le matin et de l'équateur.
74	J-L	On était parti sur un témoignage.
75	EB	On était parti sur un témoignage.
76	J-L	On a essayé de vérifier que sur un modèle, on arrivait à trouver quelque chose d'approchant.
77	Aurélie	Voir si notre modèle, il est juste.
78	EB	Voir si notre modèle était ...
79	Aurélie	Juste.
80	J-L	Valide.
81	EB	D'accord donc ce qu'on a fait, c'est modéliser. C'est à dire on a fait comme si la Terre était une boule, on a fait comme si le Soleil c'était une loupiotte. Et avec ça, est-ce que je peux créer des mouvements, construire des mouvements de l'un par rapport à l'autre, qui me permettent de reproduire ce qu'on a là ? Donc l'équateur, 12 heures de jour, 12 heures de nuit, avec ma boule, ce que j'ai fait, c'est quoi ? J'avais un modèle, d'ailleurs, normalement ce qu'on a fait la dernière fois vous vous souvenez, on a incliné la Terre mais en fait, il aurait fallu faire le tour avec le Soleil et tourner avec la Terre. Mais donc ce qu'on a fait, c'est, on a pris notre modèle et puis on a regardé si avec notre modèle, on avait bien ce qu'on observait sur la Terre. Et si on n'avait pas eu, avec notre modèle, ce qu'on observait sur la Terre, qu'est-ce qu'on aurait fait de notre modèle ?
82	J-L	On aurait essayé d'en faire un autre, essayé de le modifier.
83	EB	On devrait essayer d'en faire un autre ? Qu'es-ce que vous pensez ?
84	Adrien	On aurait cherché les erreurs pour modifier les paramètres.

85	EB	Modifier quoi ?
86	Adrien	Ben l'inclinaison de la Terre ou la rotation de la Terre ou ...
87	EB	D'accord donc vous auriez modifié votre modèle pour qu'il colle mieux aux observations. Oui, vous êtes d'accord avec ça ? Estelle aussi ?
88	Estelle	Oui
89	EB	Donc là, l'histoire du Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest au 21 mars ou 21 septembre. Est-ce qu'on a vérifié si sur notre modèle ça marchait bien ? Est-ce qu'on la fait ça hier ?
90	Adrien	Non mais attendez, de quoi on parle, du jour et de la nuit ?
91	EB	Donc ça fait partie des choses qu'on aurait pu faire.
92	Adrien	Peut-être
93	EB	Vous me fermez le volet ? Donc ça fait partie des choses qu'on aurait dû regarder et qu'on n'a pas regardé. Vous êtes d'accord ? Merci Mariska. Voilà, Siméa, vous allez vous déplacer un petit peu (place un globe sur ça table) On va se retrouver un peu de pâte à modeler. Alors mettez nous en situation où on est au printemps. Mettez moi le globe dans une situation où on est au printemps. Puisqu'on a dit 21 mars. Vous êtes d'accord avec ça ? Comment vous savez ? Donc c'est ou le printemps ou l'automne, vous êtes d'accord avec ça ? Comment on sait que cette position là, c'est une position de printemps ou d'automne ?
94	Adrien	Parce que dans l'autre position, c'était l'été ou l'hiver.
95	EB	Et dans un an, vous saurez encore ?
96	Adrien	Ouais
97	EB	Alors comment on fait pour savoir si là, c'est une position d'été, de printemps, d'automne ou d'hiver ?
98	Camille	On regarde si le Soleil se lève en premier à l'hémisphère...
99	Adrien	Mais non le pôle, il est à moitié dans le jour, moitié dans la nuit là.
100	EB	Et l'autre ?
101	Adrien	L'autre, il est à moitié dans le jour, à moitié dans la nuit.
102	EB	C'est vrai ça ?
103	Adrien	Ben il y a, la coupure d'ombre, elle est là.
104	EB	Donc la séparation jour/nuit, quand elle passe par l'axe des pôles, la séparation jour/nuit, elle sépare en deux parties. Il y a toujours deux parties égales.
105	Adrien	Puisque en été, quand on tourne, le pôle nord, il est tout en haut éclairé.
106	EB	Oui
107	Adrien	Et en hiver, le pôle sud, il est tout le temps éclairé.
108	EB	Là, j'ai l'axe. J'ai le plan de séparation jour/nuit qui passe par l'axe. Vous êtes d'accord ? Et quand l'axe, le plan de séparation jour/nuit, passe par l'axe, qu'est-ce qu'il se passe pour n'importe quel point sur la Terre en termes de durée du jour et de la nuit ? Regardez. Quel que soit l'endroit où je me mets sur la Terre.
109	Adrien	On est entre les deux.
110	EB	Quand je tourne, il se retrouve dans l'ombre au même moment. Tous au même moment. Donc c'est à dire qu'il y a 12 heures de jour...
111	Adrien	12 heures de nuit.
112	EB	12 heures de nuit. Oui c'est un peu mal foutu, ça passe pas tout à fait bien par l'axe. Bon, on ne va pas chipoter. Donc on a dit que quand on était...
113	Adrien	Ça pour avoir la lumière parallèle, il suffit de reculer le globe sur la table de Mariska.
114	EB	Est-ce qu'on voit mieux comme ça ? Est-ce que c'est un peu mieux ? Ben il faut que vous reveniez par ici maintenant. Bon alors, on a dit le Soleil se lève à l'est, se couche à l'ouest. Donc se lève exactement l'est, se couche exactement à l'ouest. Donc déjà le nord, il est où ? Le sud, il est où ? Alors je prends un bonhomme, ici, pour lui le nord, il est où ? Il est là. Donc je prends la direction du nord, c'est celle-ci. La direction du sud, c'est la direction opposée. L'est pour lui c'est perpendiculaire et l'ouest c'est perpendiculaire. Donc en gros, le moment où le Soleil va se coucher, il devrait être dans cette direction là et au moment où il se lève, il devrait être dans

		cette direction là. On tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Lever de Soleil, Adrien, Siméa, c'est vous qui allez voir ?
115	Adrien	Stop
116	EB	Oui d'accord mais il faut qu'on voie une ombre. Regardez, est-ce que c'est dans la direction de l'est ?
117	Adrien	Ouais
118	EB	Vous voyez ?
119	Adrien	À peu près
120	EB	Il se lève en direction de l'est. Et vous maintenant, vous allez me dire s'il se couche en direction de l'ouest. Oui ça marche ?
121	Camille	Oui
122	EB	Est-ce qu'il se couche vers l'ouest ?
123	Aurélie	Oui
124	EB	Est-ce qu'il se lève vers l'est ?
125	Adrien	Ouais
126	Mariska	C'est là l'est ?
127	EB	Non l'est c'est ici mais si le Soleil se lève à l'est, l'ombre est à l'ouest.
128	Mariska	Mais vous avez dit l'ombre est à l'est.
129	EB	Euh non, je me suis trompée. Là c'est l'ouest, vous avez raison. Si le Soleil se lève à l'est, si le Soleil se lève plein est, l'ombre est plein ouest. Donc est-ce que notre modèle colle avec nos observations ? Juste avant qu'on ne range la boule, dans l'hémisphère Sud, à midi, le Soleil pointe vers où ? On a vu qu'ici, le midi, le Soleil pointait vers le Sud et l'ombre est plein Nord. Et dans l'hémisphère Sud ? Je voulais juste vous montrer ça. L'ombre, elle est au Sud. Le Soleil pointe... Le Soleil pointe vers où si l'ombre est au Sud ? Le Soleil est au Nord. Dans l'hémisphère Sud, à midi solaire, l'ombre la plus courte est plein nord. Le Soleil est au Sud dans l'hémisphère Nord. Dans l'hémisphère Sud, le Soleil est au Nord.
130	EB	Il y a une chose qu'on n'avait pas vérifiée aussi. On a vérifié pas mal de choses, il y a un truc qu'on n'avait pas vérifié, c'est si on voyait des constellations différentes au fur et à mesure des saisons. Vous vous souvenez de ça ? Donc là, si on se met dans le modèle classique, le modèle qu'on a l'habitude de voir. C'est à dire la Terre qui tourne autour du Soleil. Donc ça c'est mon Soleil. Ma Terre à ce moment là, ma Terre est ici. Quelle est la portion du ciel qu'elle voit ? Elle voit la portion du ciel qui est ici, la nuit. On voit les étoiles qui sont dans cette direction-ci. Les autres, celles qui sont par là (du côté du Soleil), je ne peux pas les voir puisqu'il fait jour. Maintenant, quand je suis ici, quelles sont les étoiles que je vois ? C'est les étoiles qui sont par là. Donc les différentes constellations, ben en fait, si je suis en février ici, je verrai les constellations qui seront par ici. Et je ne vais pas voir les mêmes quand je suis au printemps. Et évidemment si je prends mon modèle en changeant de point de vue, c'est à dire si mon Soleil tourne autour de la Terre. Ça ne change rien.
131	EB	Vous vous souvenez, on avait vu avec le pendule de Foucault que la Terre tournait sur elle-même mais on aurait aussi bien pu dire que les étoiles tournaient autour de la Terre. Et donc il y avait un modèle, le modèle où on avait dit, la Terre ne tourne pas. Enfin, la Terre ne tourne pas sur elle-même mais on explique le jour et la nuit en faisant tourner notre Terre comme ça. Vous vous souvenez de ça ? Ça c'est mon Soleil et on avait dit, il fait jour, puis on faisait tourner comme ça la Terre. Et donc ben si mon Soleil c'est ici, on va rallumer et ça et on va éteindre ça, parce que ça nous perturbe plus qu'autre chose. Donc quand le Soleil est là, quand je suis ici sur la Terre, ben la lumière je la vois ici. Donc si je suis ici, je suis dans le jour. Et puis maintenant, quand je suis ici, la séparation jour/nuit, elle est comme ça. Et puis là, si je suis là, je suis dans la nuit. Et puis là, je suis dans le jour. Qu'est-ce qu'il se passe ?
132	EB	Adrien, allez-y.
133	Adrien	Ce n'est pas moi.
134	EB	Mariska ?
135	Mariska	Ce n'est pas moi.
136	Adrien	C'était une blague scientifique.

137	EB	Je n'y crois pas, vous rangez ce playmobil.
138	Adrien	En fait, c'est, je vous raconte si vous voulez. Ya X^2 qui marche dans la forêt puis quand il ressort, c'est X. Pourquoi ? Parce qu'il s'est pris une racine.
139	EB	Bon on revient sur notre jour et notre nuit. Vous vous souvenez qu'on avait dit qu'on n'avait pas essayé de construire tout le modèle comme ça. Mais il me semble que rien qu'avec l'histoire des constellations, on règle la question de tout ça. Parce que la nuit, elle est toujours entre quand et quand ? Elle est entrée ici. Pour ce bonhomme là, là pour lui il fait plein jour. Maintenant ici pour ce bonhomme là, il est sur la séparation jour/nuit. Il commence à faire nuit. Là, pour lui, il fait nuit. Là, pour lui, il recommence à voir le jour. Et c'est tout le temps comme ça. Vous êtes d'accord ? Alors après, il faut jouer avec le Soleil et tout ça pour réussir à avoir le Soleil qui se lève plus ou moins à l'est etc. mais il est toujours dans la nuit dans cette section là. C'est à dire que quelles sont les constellations qu'il voit ? La nuit, il voit toujours les constellations qui sont dirigées par ici. Et ils ne voient jamais les constellations qui sont dirigées par ici. Est-ce que ça colle avec nos observations ? Ça ne colle pas avec nos observations. Donc si ça ne colle pas avec nos observations, est-ce que ce modèle tient la route ? Ben non. Donc ce modèle où on était resté, ça m'enquiquinait hier soir, je me disais "il marche ou il ne marche pas, mais s'il marchait enfin..." et puis ben voilà, les constellations. Quand j'ai fait la liste hier pour la question "qu'est-ce qu'on a laissé en suspend, qu'est-ce qu'on a admis ?" On a oublié de parler des constellations, et d'un seul coup "BIP", constellations. Ceci dit, Adrien n'était pas très loin, hier, il parlait des étoiles, mais il ne s'en souvient même plus. Donc ce modèle là, est-ce qu'on peut le garder ? Non, on ne le garde pas, parce qu'il ne correspond pas aux observations sur l'alternance des constellations. Hop! C'est bon, on retourne à sa place. Et on retourne sur les discussions sur scientifique et pas scientifique.
140	EB	Alors, à ces questions là, vous allez me dire, ce que vous avez répondu, d'accord ? Et puis après, vous allez en discuter entre vous. Allez Estelle, on vous écoute.
141	Estelle	Alors pour la première, je pense que l'air n'était pas plus ou moins scientifique que ce sont qu'on a fait sur le système Terre/Soleil. Les 2 sont de la science, le matin on a fait de la science sur l'astronomie et l'après-midi, on a fait sur l'air et dans les 2 cas, on s'est posé des questions, on a émit des hypothèses et on a fait des manipulations et des expériences pour répondre à ces questions.
142	EB	D'accord.
143	Estelle	Et pour la deuxième, on peut dire que l'on fait des sciences au moment où l'on se pose des questions, où l'on met en place un raisonnement logique par expériences ou modélisations pour répondre à ces questions.
144	EB	Ok, à vous Mariska.
145	Mariska	Alors, ce qu'on a fait ce matin était autant scientifique que cet après-midi car dans les 2 cas, on a modélisé pour prouver ce que l'on sait et en effet, on a répondu à chaque question à l'aide d'une modélisation. Et on pose des questions, on répond à ces questions uniquement par une expérience ou une modélisation.
146	EB	D'accord. À vous.
147	Patrizia	À mon avis, ni le matin, ni l'après-midi étaient plus scientifiques. On a toujours travaillé de la même façon c'est à dire qu'on s'est posé des questions et on a essayé de trouver une réponse prouvée. Et la deuxième, je n'ai pas bien compris.
148	EB	D'accord, la question s'était, en terme de méthode, est-ce qu'on a utilisé des choses de façon récurrente ?
149	Camille	Moi j'ai dit que chaque expérience, en fait, on se posait une question au préalable pour introduire le sujet. Après on remémorait ce qu'on sait déjà sur le sujet avec, on faisait une liste. Après la liste de nos idées, on a fait des observations, puis on a vérifié en expérimentant et en modélisant et après, on va trouver, on va voir que c'est plus ou moins la même chose, que l'on ne peut pas admettre mais dire si c'est pareil ou pas. Et donc le matin et l'après-midi, on a fait 2 fois la même chose, donc je pense que les deux étaient scientifiques, autant l'une que l'autre. Et après, j'ai dit que, pour la deuxième question, que comme on utilisait des expériences, des modélisations et que l'on formulait des questions et des hypothèses, qu'elles étaient indispensables à la démarche.
150	EB	D'accord. Aurélie, à vous ?
151	Aurélie	Euh j'ai dit qu'elles n'étaient pas plus ou moins scientifiques, parce que pour les deux, on a observé des faits naturels et on s'est posé des questions et on y a répondu par la logique des

		expériences et des modélisations. Et les caractéristiques, j'ai mis que c'étaient des observations, des questions, des hypothèses, des modélisations, des expériences et des conclusions, enfin, des conclusions générales qui peuvent répondre enfin, je n'ai pas écrit quelque chose de français. Qui peuvent, que l'on peut reproduire sur un phénomène semblable, ça peut se reproduire, ce n'est pas spécifique à l'expérience.
152	EB	D'accord, c'est à dire que ce que vous avez construit, vous pouvez l'appliquer dans des circonstances différentes, dans plusieurs conditions différentes.
153	Aurélie	Oui. La conclusion, elle est applicable dans plusieurs circonstances.
154	EB	D'accord, c'est ce qu'on appelle la généralité.
155	Adrien	À moi ? Ben le matin et l'après-midi, ça avait le même taux de scientificité parce que dans les deux cas, on utilise la même méthode de travail. Et après, dans les éléments caractéristiques de faire de la science, ben on a fait observation, question, hypothèse, expérience et conclusion ou reformulation si ça ne tombait pas juste.
156	EB	C'est ce qu'on a fait sur l'air ? Quand je vous ai posé des questions sur la bouteille, est-ce qu'on a fait observation, hypothèse, expérience ?
157	Adrien	Ben on a observé et après
158	EB	Est-ce qu'on a fait une observation départ ?
159	Adrien	Ben oui.
160	EB	Laquelle ?
161	Mariska	On a posé une question, on a fait l'expérience et on a observé pendant l'expérience.
162	Adrien	Oui mais l'expérience, c'est vous qui nous dites de la faire. Elle ne sort pas de nous-mêmes. On fait l'expérience que vous nous dites, on observe ce qu'il se passe.
163	EB	Est-ce que c'est comme ça qu'on a travaillait sur les bouteilles percées ?
164	Mariska	Vous nous disiez par exemple "comment faire remonter le bouchon" et c'était à nous de trouver l'expérience.
165	J-L	oui mais on n'est pas parti de l'observation d'un phénomène.
166	Aurélie	Oui mais à la fin, il y a quand même une observation.
167	Adrien	Dans tous les cas, il y a hypothèse et expérience. Hypothèse, expérience, observation, conclusion.
168	EB	Est-ce qu'il y a toujours eu hypothèse, expérience, observation ?
169	Adrien	Non, des fois, il n'y a pas eu d'expérience.
170	EB	Réfléchissez à ça. Vous mettez ça dans votre cahier, chose à réfléchir. Est-ce qu'on a toujours utilisé le même ordre ou pas dans ce qu'on a fait ?
171	EB	Siméa.
172	Siméa	Pour moi, le matin et l'après-midi étaient équivalents. Le matin, nous avons abordé de l'astronomie et essayé de trouver des différents modèles pour expliquent des choses. Et l'après-midi, nous avons fait des expériences et nous avons essayé de poser des questions, construire des hypothèses et donner des réponses.
173	J-L	Je n'ai pas écrit mais bon. Alors moi la différence que j'ai vu c'est que le matin et l'après-midi, on n'a pas du tout travaillait sur les mêmes systèmes. On a travaillé à l'échelle sur les planètes, à très grande échelle. Alors qu'après, quand on a travaillé sur l'eau, on est sur un petit... Alors ça, je ne sais pas si c'est plus ou moins scientifique, je n'en sais rien. Mais la différence, c'était ça. Et en plus, on n'a pas tout, on n'a pas vraiment, on a fait des modélisations, on n'a pas vérifié tout comme on aurait dû le faire normalement.
174	EB	C'est à dire ?
175	J-L	Ben on aurait dû vérifier que le Soleil se lève bien à tel endroit, tu vois ce qu'on a dit déjà. Ça c'est une des différences. On a admis des choses parce qu'il y avait des témoignages. Après pour la deuxième question, pour le.. c'était quoi déjà, la démarche, les différences. Ben la différence, c'est ce qu'on disait tout à l'heure, dans le premier cas, on est parti d'une observation d'un phénomène naturel qu'on a essayé d'expliquer et de modéliser. Mais là, on est parti, on n'est pas du tout pareil parce qu'on met un aquarium avec de l'eau et on dit ce qu'on doit faire: "fais ça puis explique moi". La démarche, elle est un peu différente. Ce n'est pas pareil, là on se jette sur une activité on dit voilà, on nous a déjà donné un cadre bien précis,

		fait ça et après explique moi. Voilà la différence avec le matin où c'est une observation où on se pose nous des questions. Là, on nous pose des questions, ce n'est pas pareil.
176	EB	Qu'est-ce que vous en pensez ?
177	Adrien	C'est vrai mais la question ce n'était pas ça.
178	J-L	C'était quoi la question ?
179	Aurélie	C'était les caractéristiques qui se retrouvent
180	Adrien	Y a t-il des éléments caractéristiques de ce que c'est que faire de la science pour ce que l'on a fait aujourd'hui ?
181	EB	C'est à dire que ce n'est pas forcément la même chose le matin et l'après-midi. Ça c'est l'approche pédagogique. Vous avez répondu à la troisième question, celle que je vous ai envoyée sur internet et que vous n'avez pas forcément lu. Et c'est une question que je vais vous poser maintenant. Donc, il y a déjà Jean-Luc qui a déjà fourni ces idées. Ou alors je ne vous la pose pas maintenant mais alors vous allez l'écrire et c'est une question sur laquelle vous y réfléchirez pour demain très fort. Est-ce qu'il y a des différences, en terme de pédagogie, en termes d'approche, entre ce que nous avons fait hier matin et après-midi ? Moi quand je parlais de méthode, de méthodologie, des éléments méthodologiques, je parlais de ce qui fait que quand on dit qu'on fait une expérience, quand on dit qu'on fait une observation, quand on dit qu'on fait une modélisation, quand on dit que... Qu'est-ce qui fait que cette observation, vous la considérez comme scientifique ou pas ? Qu'est-ce qui fait que cette expérience, vous la considérer comme scientifique ou pas ? Qu'est-ce qui fait que vous la validez ou pas ? C'est ça que je vous demande. Quels sont les éléments que vous utilisez pour considérer que votre expérience, elle est valide ou pas ? Est-ce qu'on a utilisé des choses qui reviennent une fois sur l'autre ou pas ? Et qu'est-ce qui fait, finalement, que ce qu'on a fait, c'était des sciences en termes de méthode ? Vous voyez un peu ce que je veux ? Je veux cela un peu plus en détail. Qu'est-ce que vous mettez derrière ce mot d'expérience, qu'est-ce que vous mettez derrière ce mot d'observation, qu'est-ce que vous mettez derrière le mot modèle. Puisque maintenant vous utilisez ce mot là aussi. Qu'est-ce que vous mettez derrière ce mot de modélisation quand on fait des choses ensemble. Et en quoi, en faisant ça, on fait des sciences ? On affine un peu le discours.
182	J-L	Observation, ça veut dire aussi conditions d'observation.
183	EB	Par exemple. Vous réfléchissez chacun pour vous. Alors hier, on avait terminé sur des manip' avec un petit verre remplit d'eau et puis du film transparent avec des pailles. On avait montré quoi ? Comment on expliquait ce qu'il se passait ? Pour que de l'air rentre, il fallait que de l'eau sorte. Vous êtes d'accord ? Alors je vais vous montrer un instrument, enfin un outil. Non ce n'est pas un pistolet à eau. C'est une pompe. Alors déjà, avant de la faire fonctionner, on va regarder de quoi c'est fait une pompe. Donc regardez. On a un cylindre, dans ce cylindre, on a un petit machin rouge.
184	Adrien	Un piston.
185	EB	Un piston, on peut l'appeler comme ça. Il a des trous. Au dessus, du piston, vous avez une rondelle, une rondelle jaune, elle a des trous aussi.
186	J-L	C'est les mêmes ?
187	EB	Est-ce que c'est les mêmes ? Est-ce qu'ils sont au même endroit ? Non, ils ne sont pas au même endroit puisque dans les trous, on voit du rouge. Et puis on voit que la rondelle et le piston ne sont pas solidaires. C'est à dire, ils peuvent se décoller l'un de l'autre. Donc voilà le système. Donc maintenant, comment je fais pour utiliser une pompe ?
188	Adrien	On tire... et on pousse. On pompe, on pompe
189	EB	Alors, je vais soulever et pousser plusieurs fois et on va regarder ce qu'il se passe. Vous regardez bien ? Tout le monde peut voir ? Est-ce que vous pourriez me dire, m'expliquer le fonctionnement de cet outil ?
190	Adrien	Vous pouvez réessayer s'il vous plaît ? Quand il est à vide.
191	Patrizia	Qu'est-ce qu'il y a dedans ?
192	EB	Alors pour le moment, qu'est-ce qu'il y a dedans ? Ha, ça ? C'est juste pour faire joli. Il y a des trous. C'est pour que l'eau passe. Alors vous êtes prêts ?
193	Adrien	Au bruit, il y a de l'air qui sort.
194	Mariska	Il y a les trous du dessus, c'est pour faire sortir l'air qu'il y a dans la pompe au début et pour

		que l'eau rentre.
195	EB	On force de l'air à sortir.
196	Adrien	L'eau rentre donc l'air sort.
197	EB	Quand je chasse l'air, l'air est remplacé par l'eau. Donc c'est comme ça que je remplis la pompe d'eau. Et une fois qu'elle est remplie d'eau, qu'est-ce qui se passe ?
198	Adrien	En continuant à pomper, le petit truc jaune, il fait monter un peu d'eau.
199	J-L	Oui parce que lui, il empêche l'eau de redescendre. En fait, lui, il se décolle quand on tire. Donc il laisse rentrer l'eau mais au retour, il vient obstruer, donc il referme.
200	EB	Vous êtes sûr que ce n'est pas dans l'autre sens ?
201	J-L	Ben non. Quand tu tires, l'eau monte donc il s'est soulevé lui. Il laisse rentrer l'eau.
202	EB	Quand je soulève le bitoniau...
203	J-L	Ah mais moi je parle de celui d'en bas.
204	EB	Ah tu parles de celui d'en bas ?
205	J-L	Parce que celui d'en bas, regarde, il monte et il descend
206	EB	Celui d'en bas, vous le voyez monter et descendre ?
207	J-L	Ah oui oui
208	EB	D'accord donc quand je monte, le machin jaune...
209	J-L	lui, il laisse rentrer l'eau quand tu tires et il ne la laisse pas ressortir quand il descend.
210	EB	Vous êtes d'accord ? Et la rondelle ?
211	J-L	Et la rondelle, elle fait l'inverse. Quand tu tires vers le haut, elle se plaque donc elle empêche l'air de redescendre et inversement, quand tu appuies, elle se décolle donc elle laisse remonter, ressortir... sinon elle ne pourrait pas redescendre.
212	EB	Donc quand de l'eau part par en haut, de l'eau monte par en bas. Et au tout début, l'amorçage ?
213	Adrien	Ben ça fait sortir l'air.
214	EB	Ça va ? Compris le fonctionnement d'une pompe ? Est-ce qu'on peut l'expliquer avec ce qu'on a compris avant ?
215	Adrien	Oui.
216	EB	Alors de ce qu'on a fait hier, on avait dit à un moment si je me souviens bien, qu'il y avait une expérience où les explications que l'on avait données n'étaient pas tout à fait satisfaisantes. Vous vous souvenez de cette expérience ?
217	Adrien	L'effet ventouse.
218	EB	On avait dit quoi sur l'effet ventouse ?
219	J-L	Ben qu'on ne savait pas très bien l'expliquer quoi. Même, on ne comprenait pas très bien comment ça fonctionnait.
220	EB	Et puis il y avait cette histoire là.
221	J-L	L'histoire du ballon, comment expliquer que l'air n'arrive pas à gonfler le ballon.
222	EB	Alors qu'avec le sac, ça se gonflait. On en avait plus ou moins conclu que c'était lié à la matière du ballon qui devait sans doute jouer. Aujourd'hui, je vous propose qu'on aille plus loin dans nos investigations. Et pour ça, je vais vous raconter une histoire. Et puis je me rends compte qu'il n'y a pas forcément besoin des aquariums. Alors c'est une histoire que se passe peu de temps après la mort de Galilée.
223		Raconte l'histoire....
224	EB	... Il a rempli un tube, sauf qu'il est beaucoup plus grand, de mercure. Il l'a bouché, il l'a retourné sur la cuve et il l'a lâché. La question que je vous pose, c'est avec ce qu'on a vu, avec ce qu'on a dit, à votre avis, qu'est-ce qu'il se passe dans notre tube ? Donc dessinez un peu comment vous pensez que se trouvent les choses dans le tube et pourquoi ?
225	Patrizia	C'est quoi le mercure ?
226	EB	Ah le mercure, c'est un métal liquide. C'est un métal qui est très dense. Un litre de mercure, c'est 13 kg. Donc ils ont rempli la cuve de mercure, ils ont rempli le tube de mercure. Ils ont bouché le tube, ils l'ont retourné et puis ils ont enlevé le pouce. À votre avis, qu'est-ce qu'il s'est

		passé et comment vous expliqueriez ça ? Alors qu'est-ce qu'il se passe d'après vous ? Si je fais un dessin.
227	Aurélie	L'air ne peut pas rentrer donc le mercure ne peut pas sortir.
228	EB	Donc ce que vous me dites, c'est que le tube, il ne se passe rien dedans. Vous êtes d'accord ? C'est du mercure partout. Donc d'après ce qu'on a vu, s'il n'y a pas d'air qui rentre, il n'y a pas de mercure qui sort. Eh ben comment on fait pour savoir ? J'ai un tube qui est rempli de mercure, rien d'autre, que du mercure. Donc quand je vais le retourner, le mercure va occuper cette place là, donc c'est comme si c'était une grande cuve. Donc je vais retourner le tube. Et on va voir ce qu'il se passe. Quand je vais retourner le tube, on imagine que c'est comme si je fermais ici et que je retournais et ma cuve, c'est tout cet espace là. Ça va ?
229	Aurélie	C'est limite.
230	EB	C'est limite, je suis d'accord. Ce n'est pas tout à fait les mêmes conditions. On va déjà regarder ce qu'il se passe là. Donc je vais le pencher. Donc de toute façon, s'il y a de l'air qui rentre dans la colonne, vous allez le voir, vous allez le voir passer. Donc vous allez regarder si vous voyez de l'air passer ou pas. Vous êtes prêt ? J'y vais.
231	EB	Vous avez vu de l'air passer ?
232	Adrien	Non, il y a le mercure qui descend. C'est la pression atmosphérique.
233	EB	Alors je vais le laisser tranquille, je vais le poser là. Est-ce que vous avez vu de l'air passer ?
234	J-L	Apparemment non.
235	EB	Est-ce que c'est comme ici ? (tableau) Donc j'ai pris un tube rempli et je l'ai retourné. Vous êtes d'accord ? Bon, c'est au niveau du bas où ce n'est pas tout à fait pareil qu'ici. Mais vous n'avez pas vu d'air passer. À aucun moment, il y a eu de l'air qui est passé dans le tube. Est-ce que le mercure reste jusqu'en haut du tube ?
236	Adrien	Non.
237	EB	Là, vous voyez que non. Il y a un espace au dessus.
238	J-L	On n'a pas vu l'air passer.
239	Aurélie	Il y avait un petit peu de vide.
240	EB	Alors qu'est-ce qu'il y a ici ?
241	Adrien	C'est vide.
242	EB	Est-ce qu'il y a de l'air ?
243	Adrien	Non.
244	EB	Donc, qu'est-ce que ça peut être à part de l'air ?
245	Adrien	Du vide.
246	EB	Alors quand on fait la manip' avec la cuve, on retourne sur la cuve et on observe ça aussi. Alors il l'a fait avec un tube. Alors à votre avis, est-ce que juste une fois, c'est suffisant ? Donc ce qu'il a fait c'est qu'il l'a fait plusieurs fois. Alors qu'est-ce qu'on aurait envie de changer pour voir si...
247	J-L	Ben le liquide.
248	EB	Alors le liquide.
249	J-L	Parce que là, on utilise quand même un métal liquide mais c'est un métal quand même.
250	EB	Alors si on utilise d'autres liquides.
251	J-L	De l'alcool.
252	EB	Oh on va prendre de l'eau. Donc ça, il s'est rendu compte qu'ici, il avait 76 cm de hauteur et puis au dessus, il y avait ce machin bizarre. Ben il l'a fait avec de l'eau et quand on le fait avec de l'eau, il faut un tube monstrueusement long. Avec de l'eau, il se passe la même chose. Mais ça monte à peu près jusqu'à 10 m.
253	J-L	Mais il n'y a pas quelque chose avec la densité ? Parce que la densité n'est pas la même.
254	EB	Alors, il y a peu être quelque chose avec la densité.
255	J-L	Et oui parce qu'il y a deux variables : le liquide et la hauteur. Est-ce que la densité à avoir avec la hauteur ? Faudrait essayer avec un liquide intermédiaire qui pèse moins lourd.
256	EB	Donc si on fait avec un liquide intermédiaire, de l'eau très très salée ou du sirop ou du miel. Et

		bien on a une hauteur entre les deux. Donc il y a peut-être un rapport avec la densité. Quand on change de matière, on change de hauteur. Mais ils sont restés avec du mercure parce que faire un tube de 10 m de haut, c'est un peu compliqué. Mais il a fait un tube plus grand et c'est resté à 76 cm. Alors il en a pris plein de tubes.
257	J-L	Et le diamètre, il a une influence ?
258	EB	Ah, alors il a pris des tubes plus larges. Et c'est resté à 76 cm. Il a pris des tubes bizarres et 76 cm encore. Et donc effectivement, la première dispute qu'il y a eu entre les gens de l'époque c'était sur ce qu'il y avait au dessus. Donc vous avez dit "rien".
259	J-L	On pourrait dire que par exemple, le mercure, il y a quelque chose à l'intérieur qui se sublime et qui vient remplir l'intérieur.
260	EB	Alors au début, on dit qu'il n'y a rien. Qu'est-ce qu'il se passe s'il n'y a rien quelque part ? On a pris des tubes longs, des tubes courts, des tubes gros, des tubes petits, des tubes tordus, des tubes droits et toujours, quand on retourne le tube dans la cuve, et bien la hauteur, entre la surface de la cuve et l'endroit où le mercure s'arrête dans le tube, reste à 76 cm. On a pris des cuves profondes aussi et des moins profondes et 76 cm. Et ce qui les intriguait, c'était ça.
261	Aurélie	Il a essayé à différentes altitudes ?
262	EB	Alors, qu'est-ce que vous avez en tête ?
263	Aurélie	Changer l'altitude.
264	EB	Alors déjà, cette idée, ici, s'il n'y a rien. S'il n'y a rien quelque part, qu'est-ce que je peux faire ?
265	J-L	Faire un trou et voir s'il y a de l'air qui rentre.
266	EB	Qu'est-ce que vous pensez de l'idée de Jean-Luc ?
267	Estelle	Et comment on voit s'il y a de l'air qui rentre ?
268	J-L	Tu fais un tout petit trou et puis tu écoutes.
269	EB	Plutôt que de l'air, est-ce qu'on pourrait mettre autre chose que de l'air ?
270	J-L	De l'eau, un liquide.
271	EB	Alors comment je pourrais faire ça ?
272	J-L	Faudrait rajouter un robinet fermé pour ne pas laisser rentrer des cochonneries.
273	EB	Donc je rajoute un robinet et je rajoute un entonnoir avec de l'eau. Alors si j'ai de l'eau d'un côté et de l'air de l'autre, qu'est-ce qu'il se passe si j'ouvre le robinet ?
274	Adrien	Il y aura une bulle.
275	EB	Si j'ai de l'air ici au début et si j'ai de l'eau ici.
276	J-L	L'air ne pourrait pas sortir et l'eau ne pourrait pas rentrer.
277	EB	Vous êtes d'accord avec ça ? Si j'ai de l'air, on a vu hier que pour faire rentrer de l'eau, il fallait faire sortir de l'air. Donc ça ne rentre pas. Si jamais je n'ai pas d'air, si j'ai du rien. Qu'est-ce qu'il va se passer ?
278	Adrien	Ben il y a de l'eau qui va rentrer.
279	J-L	L'eau va occuper le vide.
280	EB	L'eau va occuper l'espace disponible. Ben ils ont fait la manip' et quand on fait la manip', l'eau rentre. On a, à l'époque de Torricelli, après un bon nombre de discussions et de disputes, on est arrivé à la conclusion que ce qu'il y avait en haut du tube, c'était du vide. Donc on avait fabriqué du vide. Donc est-ce que la règle que l'on a construite jusqu'à présent, elle s'applique ? Pour que de l'air rentre, il faut que de l'eau descende, que le liquide descende. Est-ce que ça, ça marche ?
281	J-L	Non c'est à une autre échelle.
282	Adrien	Mais là, on a du vide.
283	EB	Donc là, est-ce que notre règle fonctionne encore ? Conclusion, est-ce que notre règle, on la garde telle quelle ?
284	Adrien	Non.
285	EB	Donc il va falloir rajouter quelque chose.
286	J-L	Il faut rajouter un domaine d'expérience et en dehors de ce domaine, ce n'est pas bon. C'est comme un intervalle.

287	EB	Alors est-ce qu'on pourrait essayer de comprendre d'où ça vient cette histoire ?
288	Adrien	C'est la pression
289	EB	C'est quoi la pression ?
290	Adrien	La pression c'est des petits trucs qui poussent sur d'autres petits trucs.
291	EB	Alors des choses qui poussent sur d'autres trucs. D'accord et c'est quoi ?
292	Mariska	C'est une force sur la surface.
293	EB	Alors vous, vous avez des noms. Vous savez que la pression c'est le rapport d'une force sur une surface. Alors c'est la pression de quoi dans ce cas là ?
294	J-L	Par exemple dans l'aquarium, sur la surface à l'équilibre. Ça veut dire qu'il y a quelque chose qui s'oppose.
295	EB	Qu'est-ce qui appuie sur l'eau ?
296	Adrien	Où ça, sur l'aquarium ? Ben c'est la colonne d'air qu'il y a au dessus.
297	EB	C'est à dire que s'il n'y a pas d'air, on n'a pas la surface qui est comme ça.
298	Adrien	Non si on n'a pas d'air, ça monte.
299	EB	Donc vous pensez que si je prends mon aquarium et que je le mets sur la lune, l'eau monte ?
300	Adrien	Non. Il y a la gravité quand même, il y a le poids qui pousse vers le bas.
301	EB	Ah il y a autre chose que l'air qui pousse. Vous me dites qu'il y a le fait que le liquide, il est pesant. Que quand quelque chose a un poids, il est...
302	Mariska	Donc ce n'est pas une question de pression ?
303	EB	Je ne sais pas. On considère une masse sur la Terre, une force s'exerce sur elle, c'est le poids. Ce qui fait, qu'il y ait de l'air ou pas, l'eau reste collée au fond de l'aquarium parce qu'il y a une force qui s'exerce sur elle qui est le poids. Donc vous me dites qu'en plus de l'attraction, du poids, de la force liée à sa masse, il y a aussi l'air qui appuie dessus.
304	Adrien	Et après quand les molécules d'air arrivent à la surface de l'eau, il y a la résistance de l'eau et ça fait une réaction normale vers le haut qui compense le poids de l'air et donc ça fait que l'air ne va pas sous l'eau.
305	EB	Là, moi, je ne comprends rien du tout.
306	Adrien	Moi si.
307	EB	Ben puisque les autres ne comprennent pas non plus, vous allez expliquer ce que vous pensez et en quoi ça un lien avec ce qu'on essaie de comprendre.
308	Adrien	À mais ça n'en a pas.
309	EB	Alors on essaie de comprendre ce qu'il se passe dans mon tube. Et puis pourquoi ça descend. Alors vous me dites quoi ? Vous me dites qu'il y a sans doute l'air qui joue dessus.
310	Adrien	Ben non puisqu'il n'y a rien dans le tube. Donc c'est juste le poids du mercure qui fait ça.
311	EB	Oui mais s'il y a juste le poids, le poids, il va jusqu'en bas et alors pourquoi dans ce cas là.
312		Si le mercure, il descend, ce qu'il y a dans la cuve, ça va monter. Mais le problème c'est qu'avec la pression qui appuie sur le volume, et ben ça s'arrête. Ça ne descend pas plus.
313	EB	Vous suivez ?
314	Estelle	J'ai un peu du mal.
315	EB	Adrien, allez faire un dessin. Alors allez-y, montrez nous.
316	Adrien	Alors on a notre cuve.
317	EB	Mettez des hachures plutôt. Donc tout ça c'est du mercure (Hg).
318	Adrien	Ben là on a la pression qui appuie puisqu'il y a la colonne avec toutes les molécules d'air qui appuient. Et là le truc c'est que si ça descend ici, ça monte de ce côté ou de ce côté. Donc là, on a notre poids qui descend mais comme là il est censé monter ici. Et oui, parce que forcément si ça monte là, ça doit descendre là.
319	EB	Bon on a notre tube qui est à l'équilibre. C'est à dire que qu'il n'y a plus rien qui bouge dedans, comme celui qu'on a devant les yeux. Si les choses ne bougent pas c'est à dire qu'on a quoi ?
320	Aurélie	Compensation.

321	Adrien	Qu'il y a une équilibration.
322	EB	Quand il y a un équilibre, ça veut dire quoi ? Que si ça pousse d'un côté, ça pousse de l'autre de la même façon. Alors vous me dites qu'il y a quelque chose qui appuie sur la surface du liquide. Vous me dites que c'est quoi qui appuie sur la surface du liquide ?
323	Adrien	C'est la pression.
324	EB	C'est la pression, ça ne veut rien dire.
325	Adrien	C'est le poids de toutes les colonnes d'air.
326	EB	Donc ce qui appuie, c'est l'air. Est-ce qu'il appuie de façon différente à gauche, à droite du tube ?
327	Adrien	Ben non, il appuie pareil.
328	EB	Il appuie de la même façon. Alors on va peu être mettre des tas de petites flèches pour indiquer qu'il y a de l'air partout qui appuie. Ça vous va ça ? Si ça n'appuyait pas de la même façon partout, ça serait ondulé nous dit Jean-Luc. Donc ce que vous me dites c'est que l'air appuie partout de la même façon. Si l'air, il appuie comme ça, on a quoi d'autre qui appuie ?
329	Aurélie	On a le poids
330	EB	On a le poids du liquide. Sur notre liquide, sur notre mercure, qu'est-ce qu'il y a d'autre qui appuie dessus, à part l'air ?
331	Adrien	Il y a le poids du mercure qui descend vers le bas.
332	EB	Alors dessinez dans ce cas là. Le liquide, il y a quelque chose qui s'exerce sur lui vers le bas et s'il ne descend pas c'est parce qu'il y a ? Pourquoi il ne descend pas plus votre liquide ?
333	Estelle	Parce qu'il y a le bac.
334	EB	Le poids, là, j'ai représenté le poids de tout ou j'ai juste représenté le poids du liquide dans l'aquarium ?
335	Adrien	Le poids du liquide dans l'aquarium.
336	EB	Le poids du liquide dans l'aquarium. Il n'y a pas un autre poids à part le poids du liquide dans l'aquarium ?
337	Adrien	Le tube mais ça compte comme le liquide.
338	EB	Est-ce qu'on ne séparerait pas les choses en deux ? Mettez une flèche rouge pour le poids dans la colonne. Alors est-ce qu'on arrive à comprendre mieux les choses maintenant ou pas ?
339	Aurélie	Faut montrer le liquide qui fait comme ça (sort de la colonne vers le bac)
340	EB	Allez-y Aurélie.
341	Aurélie	Le liquide, il veut partir, remonter mais la pression l'en empêche.
342	EB	Vous comprenez ce qu'elle veut dire ? Donc ce que vous êtes en train de dire c'est que le liquide a envie de descendre du tube mais il ne peut pas descendre parce qu'il y a l'air qui appuie sur la surface et qui compense le fait qu'il a envie de descendre. C'est ça que vous voulez me dire ?
343	J-L	Le bilan qu'il y a là, ça veut dire que même si le tube était ouvert, le niveau resterait à 76 cm de haut.
344	EB	Si le tube, il est ouvert, qu'est-ce qu'il se passe là ? Alors attendez, là on a dit quoi ? On a dit qu'en haut, il y avait du vide. Donc s'il y a du vide, est-ce que ça pousse le vide ?
345	Adrien	Non, ça tire.
346	EB	Est-ce que ça tire ?
347	Adrien	Il y a le liquide qui essaye de monter pour combler le vide.
348	EB	Alors si je casse le vide. Si j'ouvre ici, qu'est-ce qu'il se passe ?
349	J-L	L'air rentre.
350	EB	Il y a l'air qui rentre, de choses qui poussent ici et du coup, le liquide, il descend. Vous l'avez déjà vu ça avec la bouteille. J'avais la bouteille pleine d'eau et quand j'ouvrais la bouteille, on disait il y a de l'air qui rentre et de l'eau qui sort. On se retrouve au niveau d'eau dans l'aquarium. Donc si ça reste en hauteur, c'est sans doute lié au fait qu'ici, il n'y a rien. Le fait qu'il n'y ait rien ici a sans doute une influence sur le fait que le niveau ne descend pas.

351	J-L	la partie de mercure qui est dans la colonne, et qui s'arrête au niveau doit être équilibrée par une force qui est opposée et qui l'équilibre.
352	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce que vous dit Jean-Luc ? Ce que dit Jean-Luc c'est que le poids de mercure ici, il a une force qui s'exerce sur lui vers le bas, son poids. Ce que dit J-L c'est que si ça tient, si ça ne descend pas, c'est qu'il y a une autre force qui pousse vers le haut et qui compense.
353	J-L	C'est l'équilibre.
354	EB	Qu'est-ce que vous en pensez ?
355	J-L	Encore faut-il savoir qu'est-ce que c'est cette force ?
356	EB	Regardez, j'ai pris deux seringues. Cette seringue là, est remplie d'eau. Le tube est rempli d'eau. Que ce passe t-il à votre avis si j'appuie sur cette seringue ?
357	Mariska	Rien
358	J-L	L'autre piston va monter.
359	EB	L'autre piston va monter ? On regarde. Donc si je déplace 20 ml ici, ça devrait...
360	Adrien	monter de 20 ml.
361	EB	Si ça monte de 20 ml, on dit que son volume reste...
362	J-L	constant.
363	EB	On essaie, on appuie. Donc qu'est-ce qu'il se passe ? J'appuie dans un sens et ici, ça se soulève. Et si je continue en appuyant comme ça ? Ça veut dire quoi ?
364	EB	Qu'est-ce qu'il se passe pour ce piston ? Qu'est-ce qui lui arrive à ce piston ?
365	J-L	Il fait l'inverse de la même quantité.
366	EB	Oui donc l'eau, moi j'appuie sur le haut ici et l'eau, ici, qu'est-ce qu'elle fait ? Elle ...
367	Adrien	Elle monte.
368	J-L	Elle pousse le haut du piston.
369	EB	Elle pousse le piston vers le haut. Vous êtes d'accord avec ça ? Je le fais dans l'autre sens. J'appuie sur le haut donc je pousse l'eau vers le bas dans un piston. Et de l'autre côté, l'eau pousse vers le haut sur l'autre piston. Donc j'ai quelque chose qui appuie sur l'eau et l'eau, du coup, elle appuie ailleurs. Et est-ce qu'on pourrait savoir si elle appuie de la même façon ou pas ?
370	J-L	On pourrait mesurer.
371	EB	On pourrait mesurer. Là ce qu'on dit c'est que l'eau transmet les forces qui s'exercent sur elle. Ça va ça ? C'est utilisé dans vos freins. Est-ce que ça, ça peut nous aider à trouver cette force verte ?
372	Adrien	Ben c'est la poussée de l'eau, enfin du mercure.
373	EB	C'est la poussée du mercure et elle viendrait de quoi la poussée du mercure ?
374	Adrien	De l'air qui pousse vers en bas.
375	EB	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? Donc ce que vous me proposez, c'est que, c'est de me dire que...
376	J-L	En fait c'est comme si on avait deux seringues: une grosse, une de gros diamètre et une petite.
377	EB	Une de gros diamètre et une de petit.
378	J-L	Le gros diamètre c'est la colonne d'air au-dessus, qui pousse au-dessus.
379	EB	Donc ça c'est comme si c'était mon doigt qui pousse sur l'eau, là maintenant, c'est l'air qui pousse sur le mercure. Et du coup ? Vous me dites que ce niveau-ci c'est comme si c'était l'autre seringue, et que là ici, toutes ces petites forces là qui poussent d'un côté, ça revient à une force qui pousse vers le haut ici. Et cette force qui pousse vers le haut, si ça bouge là, mais si ça bouge pas, c'est que de l'autre côté...
380	J-L	Il y a une autre force qui empêche.
381	EB	Il y a une autre force qui empêche que ça monte. Et cette autre force c'est quoi ?
382	J-L	C'est le vide.
383	EB	C'est le vide ?

384	J-L	Non c'est le poids de la colonne.
385	EB	C'est le poids de la colonne de mercure. Ouais ? On imagine expliquer les choses comme ça ? Bon, ça c'est notre idée pour expliquer le phénomène. Est-ce que tout le monde a bien compris cette idée ? Honnêtement, mais vraiment honnêtement. Parce que ça, il faut l'avoir compris.
386	J-L	En fait, la flèche noire indiquée dans le tube c'est la même qu'à côté.
387	EB	Tout à fait, c'est la même. Donc ce qu'on a dit, 'est qu'on imagine que ça, c'est une modélisation où je représente ce qu'il se passe dans le tube de Torricelli. Ça c'est ma cuve. Ça c'est, ma main, c'est l'air qui pousse. Ça ici, c'est notre tube, c'est le grand tube. Et dans le grand tube, ici là, c'est le poids de mercure. Et ça ne bouge plus parce que ça se compense. C'est à dire que l'air qui pousse ici, la poussée de l'air sur la surface compense le poids de la colonne de mercure. Vous êtes d'accord ?
388	J-L	C'est vrai qu'il y a du mercure et que le poids n'est pas négligeable.
389	EB	Et le poids du mercure n'est pas négligeable. Vous l'avez vu, vous l'avez senti tout à l'heure. Alors ça c'est notre idée pour expliquer le phénomène. Comment on pourrait mettre à l'épreuve cette idée ? Notre idée c'est que c'est l'air qui pousse, donc il pousse sur la surface, donc qui appuie vers le haut dans le tube et qui compense le poids de mercure.
390	Aurélie	En changeant la force de l'air.
391	EB	En changeant la force de l'air.
392	Aurélie	S'il y a plus d'air qui appuie du coup, ça va plus monter.
393	Adrien	On monte en montagne pour que la colonne d'air, elle soit moins grande.
394	EB	Alors là ce n'est pas la même chose. Dites complètement ce que vous proposez.
395	Aurélie	C'est pareil. Faut que la pression de l'air soit plus forte.
396	EB	Donc vous voulez que l'air appuie plus
397	Aurélie	Que ça appuie plus et du coup le poids, il ne pourra pas. Il ne va pas compenser l'air.
398	EB	Si ça appuie plus sur la surface, qu'est-ce qu'il se passe dans le tube ?
399	Aurélie	Ça monte.
400	EB	Vous êtes d'accord ?
401	J-L	Quand ils ont fait l'expérience, ils ont pris des cuves de grands diamètres ?
402	EB	Oui et cela ne change rien. Alors là, ce que vous me dites c'est que si l'air, si on s'arrange pour que l'air appuie plus, on dit que la cause du phénomène, c'est l'air. Si l'air appuie plus, ça monte dans le tuyau. En montagne, qu'est-ce qu'il se passe ? Ça appuie plus ou ça appuie moins ?
403	J-L	Ça appuie moins puisque les chips, elles gonflent.
404	Aurélie	À oui c'est quand on descend...
405	Adrien	Ça appuie moins parce que ta colonne d'air, elle est plus petite.
406	EB	Donc ce que vous me dites c'est que si j'appuie plus, ça monte dans le tube, si j'appuie moins, ça descend dans le tube.
407	Adrien	Ben tu vas au fond d'une piscine. Tu n'as jamais mis une bouteille vide au fond d'une piscine ? Elle s'écrase.
408	EB	Là, ce que vous me dites, c'est que le volume change suivant la profondeur dans l'eau. Ça n'a rien à voir. On est en train d'essayer de comprendre si notre explication, elle marche. Pour comprendre si notre explication, elle marche, il faut rester avec de l'air puisqu'on a essayé avec de l'air. Donc il faut rester avec de l'air. Bon alors ce que vous me dites c'est que : si j'appuie plus, ça monte, si j'appuie moins, ça monte moins. Vous êtes tous au clair sur cette hypothèse là ? Donc si ça, ça marche, ça veut dire que notre modèle a priori, il tient debout. Si ça ne marche pas, c'est qu'on s'est planté. Alors maintenant comment on fait pour que l'air pousse plus ? Puisqu'on a dit qu'il faut que l'air pousse plus.
409	Adrien	Il faut une plus grande colonne d'air. Il faut une plus petite colonne d'air.
410	Aurélie	On peut faire l'inverse. On peut faire que l'air pousse moins et du coup, ça va descendre.
411	EB	Tout à fait. Donc si l'air pousse moins, ça monte moins. Alors comment on peut faire pour que l'air pousse moins ? On part au ski ? Alors vous me dites que la poussée de l'air dépend de l'altitude.

412	Adrien	Plus on monte haut, moins il y a d'air qui appuie dessus.
413	EB	Donc vous me dites, plus on monte haut moins il y a de l'air qui appuie dessus.
414	Adrien	Oui parce que c'est une plus petite la colonne d'air puisqu'on s'approche du toit du ciel.
415	EB	Donc ce que vous me dites c'est que la poussée est liée à l'air qu'il y a au-dessus.
416	Adrien	À la distance entre nous et le toit du ciel.
417	EB	Donc ce que vous me dites c'est, plus il y a une grande hauteur d'air et plus ça appuie. Alors comment on peut savoir ça ? Comment on peut savoir si ça appuie plus ? Parce que pour vérifier notre hypothèse, il faut être convaincu que la poussée est liée au poids de l'air. Vous êtes d'accord ?
418	Aurélie	C'est qu'il y en a moins en altitude puisque quand on monte on arrive moins bien à respirer.
419	EB	Il y a moins d'air en altitude oui. Et puis il y a peut-être une explication logique à ça. J'ai une grande hauteur, j'ai de l'air tout du long. Je suis en haut de ma montagne et j'ai mon toit du monde. Au-dessus de la tête de mon bonhomme ici, j'ai cette quantité d'air là. Au-dessus de la tête de mon bonhomme (deuxième bonhomme) ici, j'ai cette quantité là. Est-ce que dans tous les cas, celui-là, il a moins d'air au-dessus de sa tête, ça appuie moins sur sa tête que celui là ?
420	J-L	A priori oui.
421	EB	A priori oui, pourquoi ? Dans les deux cas, qu'est-ce qui est pareil ? Dans les deux cas, il y a cette quantité là. Et pour celui-ci, il y a en plus cette quantité ci. Donc si on dit que la poussée est liée au poids de l'air, donc on associe poussée et poids, et bien pour celui là, effectivement, l'air appuie plus sur sa tête que pour celui là. Donc si je monte en altitude, si j'associe la poussée de l'air au poids de l'air, cet argument là nous dit qu'a priori, quand je monte j'ai moins d'air sur la tête. Oui ? Donc est-ce que c'est une expérience qui tient la route ? Oui parce qu'il y a moins de poids d'air. Et vous dites que c'est lié au poids de l'air.
422	Adrien	On essaie ?
423	EB	On essaie. Alors moi je ne vais pas essayer la tout de suite. Torricelli n'a pas essayé, c'est Pascal. C'est Pascal qui a proposé l'expérience. Pascal s'est dit : si c'est cette explication qui marche, je vais en altitude et normalement quand je vais en altitude, la hauteur dans mon tube doit être inférieur à 76 cm. Ils l'ont fait. Ce n'est pas lui qui l'a fait c'est un cousin. Ça a était fait au Puy de Dôme. Donc ils sont montés au Puy de Dôme avec tout leur barda parce que le mercure, il fallait le trimballer quand même. Ils sont montés au Puy de Dôme, ils ont fait la manip' au Puy de Dôme, ils l'ont fait le même jour en bas. Et puis ils ont constaté effectivement, qu'il y avait une différence de hauteur. Et que le niveau de mercure dans la cuve baissait.
424	J-L	Beaucoup ?
425	EB	Euh, il y avait 4-5 cm je crois.
426	Adrien	C'est significatif.
427	EB	Qu'est-ce que ça veut dire significatif ?
428	Adrien	Que ça se voit bien.
429	EB	En tout cas, c'était visible. Alors cette force associée au poids, qui est liée à une surface effectivement, c'est ce qu'on appelle la pression. Et la pression, on va la définir comme le rapport d'une force sur une surface. Donc la force, ici, ce sera le poids de l'air et la surface ce sera la surface de façon générale. Et la pression du coup, comment on peut la mesurer ? On peut la mesurer en centimètres de mercure. Donc là, ce qu'on peut dire c'est qu'on a un moyen de mesurer la pression dans un endroit, de mesurer le poids de l'air qu'il y a au-dessus de nous et ça c'est la hauteur de mercure dans ma cuve. Et effectivement, vous voyez que ça s'appelle un baromètre parce qu'en plus, on s'est rendu compte qu'à une même altitude, suivant le jour s'il fait beau ou pas beau, et bien ça monte plus ou moins au dans le tube. C'est à dire que la pression de l'air autour de nous varie suivant le temps. Ça va ça, c'est compris ? Et bien maintenant, moi j'aimerais bien aller un tout petit peu plus loin. Alors on n'a pas fait l'expérience de Pascal mais on va faire comme si. Donc ce qu'on va faire c'est qu'on va essayer de voir avec ça si on ne peut pas calculer la pression de l'air. Est-ce qu'on peut calculer la pression de l'air ?
430	EB	Qu'est-ce qu'on sait déjà ? On a notre tube. On a notre cuve. Et on a du mercure partout. On a dit que l'air compensait quoi ? Le poids de la colonne. J'ai une colonne, il y a une force verticale vers le bas. Vous m'avez dit que c'est quoi ? Son poids. L'air qui poussait, exerçait une force verticale vers le haut de même valeur. Ça, c'est la force exercée par l'air. Vous m'avez dit que la

		pression, c'était le rapport d'une force sur une surface. Au niveau des unités, pour se mettre d'accord : unité de la force : Newton, surface : m², force : Newton par m² qu'on écrit aussi Pascal.
431	Aurélie	Ou Bar.
432	EB	Alors les bars c'est différent. Donc vous avez une autre unité encore qui est le bar et un bar c'est 10^5 Pascal. Nous ce qu'on veut, c'est trouver la pression. Pour trouver la pression de l'air et bien, est-ce qu'on peut trouver la force de l'air ?
433	J-L	Non, mais le poids de la colonne oui.
434	EB	On peut trouver le poids de la colonne. Donc si on trouve le poids de la colonne, est-ce qu'on trouve la force ?
435	Adrien	Oui.
436	EB	Si je connais le poids, je connais ça. Et si je connais ça, je connais la surface. Et donc je connais la pression. Alors la force de l'air s'exerce sur quelle surface ?
437	J-L	Le totale moins la surface de la colonne.
438	EB	La force s'exerce sur le volume. Donc la surface c'est :
439	Adrien	La surface c'est le diamètre du tube.
440	EB	Ce n'est pas le diamètre c'est l'aire. Ça c'est la surface qui est liée à la force. Surface sur laquelle l'air agit. Ça va ça, vous êtes d'accord ? Donc l'air agit sur cette surface là. Et donc la force de l'air compense le poids de mercure. J'ai le poids, j'ai la force donc je vais trouver la surface et comme ça j'aurai la pression. Vous voyez le lien entre tout ça ? Ici en haut, est-ce qu'il y a quelque chose qui appuie ?
441	Adrien	C'est quoi la formule de l'aire d'un cercle madame ?
442	EB	Alors l'aire d'un cercle c'est quoi ?
443	Adrien	C'est πR^2 ?
444	EB	ΠR^2, oui c'est ça. Ici, est-ce qu'il y a quelque chose qui appuie ?
445	Adrien	Non il n'y a rien.
446	EB	On n'a rien. Donc si on n'a rien, il n'y a rien qui appuie. Il n'y a rien qui se passe. Vous êtes d'accord ? Alors on va dire ça. Alors le poids du mercure, je l'écris sans flèche parce que je n'ai plus de direction. Le poids du mercure, est-ce que je peux le trouver ?
447	Adrien	Oui.
448	EB	Vous faites comment ?
449	Adrien	C'est le volume fois la masse volumique fois g, fois 9,81.
450	EB	On va arrondir à 10. Alors on ne sait pas d'ailleurs, on admet que le poids c'est la masse fois g. Est-ce que ça, ça va pour p=mg ?
451	Adrien	Elles n'ont pas fait de physique.
452	EB	Ça vous allez l'accepter. Le poids est proportionnel à la masse des objets. Donc le poids c'est la masse fois g. Et la masse ? Qu'est-ce qu'il nous a dit Adrien ? Ben par exemple, j'ai du mercure. Le mercure, sa masse volumique c'est 13,6kg/L. Si je multiplie la masse volumique par le volume, ben si j'ai 2 litres de mercure, c'est quoi sa masse ? C'est 2 fois 13,6. Si j'ai 3 litres de mercure, c'est 3 fois 13,6. C'est la masse par le volume. Si la masse volumique c'est 13 kg, si j'ai 2 litres, ça fait 26kg. J'ai multiplié la masse volumique par le volume. Pour l'eau c'est combien la masse volumique ? 1 kg. Un litre d'eau c'est un kg. Donc si j'ai 3 litres d'eau, la masse de l'eau c'est 3 fois un kg. C'est bon ? Donc mon poids c'est mon volume fois la masse volumique. Je vais continuer à décomposer les choses. Le volume ! Le volume, c'est quoi ?
453	Adrien	Le volume c'est l'aire fois la hauteur.
454	EB	Donc c'est la surface S fois la hauteur ici. Est-ce que vous êtes d'accord ? C'est donc la surface fois la hauteur. On a dit que le poids c'est aussi égal à la force de l'air. La force de l'air est égale à la pression de l'air fois la surface. Donc j'ai écrit le poids. Le poids c'est le volume fois la masse volumique fois g. Est-ce que vous êtes d'accord ? La masse volumique fois le volume c'est la masse. Le poids c'est la masse fois g. Le volume je le remplace par la surface fois la hauteur. Et puis le poids, c'est pareil en intensité que la force de l'air. Et la force de l'air c'est la pression de l'air fois la surface. Est-ce que ça, ça va ? Je vais prendre mon égalité. J'ai ça d'un côté qui est égale à ça de l'autre. Donc j'ai pression de l'air fois S qui est égale à S fois h fois

		masse volumique fois g. J'ai un petit quelque chose que j'aimerais bien balancer.
455	Camille	Le S
456	EB	Le S. Donc qu'est-ce que j'obtiens ? Pression de l'air égale la hauteur fois la masse volumique fois g. Ben voilà. C'est fini.
457	Adrien	Ça fait 76x10-2 x 13,6 x 9,81.
458	EB	Vous êtes sûr de ça ?
459	Adrien	Ben la hauteur, on ne la met pas en mètre ?
460	EB	Alors, on met quelles unités ? Ici c'est quoi comment unité ?
461	Adrien	En N/m².
462	EB	En N/m².
463	Adrien	C'est en Pascal.
464	EB	Donc en Pascal, c'est pareil.
465	Adrien	La hauteur, c'est en mètre.
466	EB	La hauteur, on va la mettre en mètre.
467	Adrien	La masse volumique, ben en kg/L.
468	EB	Vous êtes sûr ? Des litres ? Je veux à la sortie des N/m².
469	Adrien	Oui mais 1 litre ce n'est pas 1 m3
470	EB	Donc ça veut dire qu'il va peut-être falloir changer ici. Donc c'est des kg/m3 et le g c'est quoi ? Ben rappelez-vous. P c'est des Newton, ici c'est des kg et ici ça va être quoi ?
471	Mariska	N/kg
472	EB	Ça va être des N/kg. Et est-ce que ça marche en terme d'homogénéité ? J'ai des kg en haut, j'ai des kg en bas. J'ai des Newton en haut, j'ai des Newton en bas. J'ai des m3 en bas et un m en haut, ça fait des m² en bas. Vous voulez qu'on vérifie ? Je les mets en vert. J'ai des mètres fois des kg divisés par des mètre cube fois des Newton divisés par des kg. Est-ce que ça marche ? Est-ce que ça c'est pareil que ça ?
473	Adrien	Oui.
474	EB	Attention, toujours faire gaffe à vos unités. Bon ben il n'y a plus qu'à faire le calcul maintenant. Alors h vaut combien ?
475	J-L	0,76.
476	EB	76 cm de mercure. Donc ça fait combien de mètre ça ? 0,76 m. Ensuite 13,6 kg/L faut transformer en kg/m3. Question: dans un m3 il y a combien de litres ?
477	Adrien	1000
478	EB	Donc un m3, c'est 1 000L. Donc dans 1 000 L de mercure, il y a combien de kg de mercure ?
479	Adrien	Il y en a 13 600.
480	EB	Ça ça veut dire que dans 1L il y a 13,6kg. Donc la question maintenant c'est dans un 1 m3, il y a ...
481	J-L	1 000 fois plus
482	EB	Dans un m3, donc dans 1 000L, il y a 13 600 kg. Donc je multiplie par 13 600. et g ? P=mg, g c'est à peu près égal à 10. Donc allez-y, qui a une calculette ?
483	Adrien	Ça fait 1062 hPa
484	EB	C'est vrai ? Eh ben dites pas n'importe quoi.
485	Siméa	103 360 Pa
486	EB	Alors si je mets de façon à avoir 1,... ça fait 1,... ?
487	Adrien	1,03
488	EB	Ça fait 1,03 x 10^5. Ça fait 1,03 bar. Et l'atmosphère c'est exactement 1,03 x 10^5 Pa. Revoyez absolument le tableau de conversion. Donc la pression atmosphérique, ça fait 1,03 x 10^5. Donc on a réussi à mesurer la pression atmosphérique. Si on revient à notre problème de départ, c'était avec la fontaine. On n'arrivait pas à mettre plus de 10 mètres d'eau. Ben là, qu'est-ce qu'on a ? Si le mercure pouvait monter c'était parce que l'air poussait dessus. Le mercure,

		quand on laisse l'air pousser dessus, il peut monter jusqu'à 76 cm. L'eau, elle peut monter jusqu'à combien ? Juste en laissant l'air faire.
489	Collectif	10 mètres.
490	EB	Comment on sait ça ?
491	Adrien	Parce qu'ils n'arrivent pas aller plus haut.
492	EB	D'accord mais est-ce qu'on peut vérifier si notre formule, elle donne la même chose ?
493	Adrien	Oui.
494	J-L	On fait le calcul avec de l'eau.
495	EB	Alors maintenant qu'est-ce qu'on sait ? Maintenant la pression de l'air, c'est la même. Qu'est-ce qu'on cherche ?
496	J-L	La hauteur.
497	EB	On cherche la hauteur. On cherche à montrer si on peut trouver la même chose. Si on ne trouve pas la même chose, c'est que ce n'est pas l'explication de la fontaine. La masse volumique c'est quoi pour l'eau ? C'est 1 000. Donc, h, ça fait combien ?
498	Adrien	C'est 10,33.
499	EB	Quelle unité ?
500	J-L	Mètre.
501	EB	Est-ce que ça colle avec ce que constataient les fontainiers ?
502	Adrien	Oui.
503	EB	Est-ce que Torricelli était parti dans la bonne direction ? Alors comment on peut faire pour aider nos fontainiers à soulever plus de 10 mètres d'eau ?
504	Adrien	On met plus de pression au-dessus de la cuve.
505	EB	Vous savez comment on fait ça ?
506	Adrien	On met des grandes plaques en bois étanches et on met plein de gens dessus.
507	EB	Et ben par exemple. Ça va ça ?
508	Adrien	Sinon on peut trouver d'autres solutions.
509	EB	On peut trouver plein d'autres solutions.
510	EB	Alors maintenant qu'on a fait ça. Qu'est-ce qu'on peut dire encore ? Donc on a calculé la pression de l'air. Est-ce que déjà, vous êtes d'accord avec tout ce qu'on a fait ? Est-ce que vous avez compris ? Est-ce que vous avez suivi le déroulement ? Quand on a écrit ça. On a écrit, on a calculé la pression à la surface du tube. La pression qui est ici. Que dire de la pression qui est ici. Est-ce qu'elle est différente ou est-ce que c'est la même ?
511	J-L	C'est la même.
512	EB	C'est la même. Vous êtes d'accord avec ça ?
513	J-L	Ce qui change c'est la surface.
514	EB	Donc la pression qui s'exerce, elle est la même partout sur une surface. L'eau est horizontale, c'est la même partout. Ici, la pression qu'on a, c'est la pression de l'air. Ici, la pression qu'on a c'est zéro. Et on a dit que la pression qu'on avait ici était égale au poids de la colonne de liquide. C'est ce qu'on a écrit ici. La pression est liée au poids du liquide. C'est à dire que quand je n'ai rien ici, la différence entre ici et ici c'est le poids. Si maintenant je descends, si je me demande quelle est la pression qui est ici ? Est-ce que vous avez une idée de comment je pourrais faire ?
515	Adrien	on calcule le... on sait que la pression qui s'exerce dessus c'est la pression qui est au niveau de la surface plus la pression du petit module qu'il y a dessous.
516	EB	Est-ce que vous êtes d'accord avec ça ? Ce que vous me dites c'est que pour calculer la pression qu'il y a ici, ce que je fais, c'est que je dis que c'est la pression qu'il y a ici plus la pression liée à cet élément là. Et là, je refais le même calcul qu'ici en fait, sauf que je décale. Donc ce que je dis c'est que la différence de pression entre deux points, c'est lié au poids de la hauteur du liquide qui se trouve au-dessus. Ça va ça ? Donc, ici, au lieu d'avoir la pression, ce que j'ai maintenant, c'est la différence entre deux pressions. Une différence de pression ça peut se mesurer par une différence de hauteur dans une colonne.

517	J-L	Oui regarde les plongeurs avec la hauteur d'eau et la profondeur.
518	EB	Ah ben voilà, c'est sur ça que je voulais finir. Plus on va profond plus qu'est-ce qu'il se passe ?
519	Adrien	Plus il y a de pression.
520	EB	Plus il y a de pression. Pourquoi plus il y a de pression ?
521	Adrien	Parce que c'est de plus en plus grand la colonne, au-dessus du corps, au-dessus de notre tête.
522	EB	Qu'est-ce que vous en pensez Mariska ? Plus je descends profond plus j'ai une hauteur d'eau au-dessus importante. Et plus la pression augmente. Et par rapport à tout à l'heure avec mon air.
523	Adrien	C'est pareil.
524	EB	Quand je monte en montagne j'ai moins d'air dans la colonne. Alors qu'est-ce qu'il se passe quand je déplace le niveau d'un liquide dans mon tube ?
525	Adrien	Le liquide se déplace.
526	EB	Et qu'est-ce que je peux dire de la surface de mon liquide de part et d'autre de mon tube ?
527	Adrien	C'est toujours la même.
528	EB	C'est à la même hauteur des deux côtés. Est-ce que c'est logique ?
529	Camille	La pression est la même. La poussée de l'air dans les deux tubes c'est la même des deux côtés.
530	EB	Donc si je descends un tube. Qu'est-ce qu'il va se passer ? Avec ma main, je vais descendre le tube. Qu'est-ce qu'il se passe au niveau des surfaces dans les deux tubes ?
531	J-L	Elles vont rester à la même hauteur.
532	EB	Elles vont rester à la même hauteur. J'essaie ? Donc maintenant si je bouche ici.
533	Adrien	Vous pouvez lâcher le tuyau ça va pas bouger.
534	EB	Si je débouche le tuyau, qu'est-ce qu'il se passe ?
535	J-L	Ça se remet à niveau.
536	EB	Qu'est-ce que je peux dire là entre la pression ici et ici ? Est-ce qu'elle est la même ?
537	Collectif	Non.
538	EB	Est-ce que je peux évaluer la distance entre les deux ?
539	Mariska	Moi je pensais que là où il y a votre doigt, il n'y a pas d'air qui peut appuyer.
540	EB	Alors est-ce qu'il y a de l'air ici ? Il y a de l'air.
541	Aurélie	Oui mais il y en a moins.
542	EB	Qu'est-ce que voulez dire par moins ?
543	Aurélie	Il n'y a que l'air dans le tube.
544	Camille	Il y a une moins grande colonne d'air sur celui qui est bouché que sur celui qui n'est pas bouché.
545	EB	Alors comment on explique la différence de hauteur dans le tube ? Comment on a expliqué la différence de hauteur tout à l'heure ? On a dit que c'était lié à une différence de pression en haut du tube. Tout à l'heure en haut de mon tube de Torricelli, j'ai quoi dans mon tube de Torricelli ici ?
546	Adrien	Du vide.
547	EB	Je n'ai rien. Est-ce que là j'ai quelque chose qui appuie ?
548	Collectif	Non.
549	EB	Et puis ici, est-ce que j'ai quelque chose qui appuie ?
550	Patrizia	L'air
551	EB	Il y a l'air. Et on a dit que la différence entre ce qui appuie ici et là, c'était lié à rien et que ce qui appuyait ici, c'est à dire l'air, c'était égal au poids de la colonne de mercure. Alors ici, qu'est-ce qui appuie ici ?
552	Aurélie	L'air qui appuie dans le tube.
553	EB	L'air qu'il y a dans le tube. Qu'est-ce que j'ai ici ? J'ai de l'air aussi. L'air qui est le même que partout ailleurs. De l'air à la pression atmosphérique. Est-ce que les deux airs, l'air qu'il y a ici

		et l'air qu'il y a ici, sont à la même pression ?
554	Adrien	Oui.
555	EB	Oui ? S'ils étaient à la même pression, qu'est-ce que vous m'avez dit tout à l'heure ? Les deux niveaux seraient à égalité. Est-ce que là les deux tubes...
556	Adrien	Oui.
557	EB	Est-ce qu'il a la même pression des deux côtés, là ? Oui la surface est la même des deux côtés. Donc ici, qu'est-ce que je peux dire ?
558	Adrien	Il y a plus de pression dans le tube bouché que dans le tube pas bouché.
559	Aurélie	Non c'est l'inverse.
560	EB	Donc ça pousse plus ici qu'ici. Ici l'air est à la pression atmosphérique. Ici l'air est à une pression plus petite que la pression de l'air atmosphérique. Donc j'ai de l'air dans deux états différents, à deux pressions différentes. Là on dit que l'air est détendu. Est-ce que ça va ça ? Du coup est-ce qu'on peut utiliser nos tubes pour mesurer une différence de pression entre deux endroits.
561	Adrien	Oui.
562	EB	Comment je fais ?
563	Adrien	Ben on calcule la pression qu'il y a dans le petit tube bouché.
564	EB	Est-ce que je peux calculer la différence de pression qu'il y a ici ?
565	J-L	Si on met les deux niveaux verts au même niveau ?
566	EB	Si je mets les deux niveaux verts au même niveau. Là, qu'est-ce que je dis ?
567	J-L	La pression est la même des deux côtés.
568	EB	Si j'ouvre le tube, qu'est-ce qu'il se passe ? Donc vous vous souvenez au début qu'est-ce qu'on disait ? Ça ne coule pas parce qu'il n'y a pas d'air qui rentre. S'il n'y a pas d'air qui rentre, l'eau ne peut pas sortir. Est-ce qu'on peut maintenant dire les choses autrement ? On peut dire que la pression de l'air ici est égale à la pression de l'air ici plus le poids de la colonne du liquide d'ici.
569		Discussion diverse
570	EB	La question que je voudrais vous poser et la suivante. Est-ce qu'on a utilisé aujourd'hui la même approche pédagogique que les jours précédents ? Qu'est-ce qui était pareil, qu'est-ce qui était différent ? Et est-ce que ce qu'on a fait aujourd'hui, c'était de la science ?

ANNEXE 6.G.d.

Transcription de la quatrième journée de cours massé du groupe 45

Transcription du cours du 10 novembre avec les étudiants de L2 du Parcours Sciences et culture 2011_2012 réalisé à l'IUFM de Nice, Centre Stephen Liégeard. Retour sur ce qui a été fait la veille, calculs en lien avec la pression atmosphérique, travail sur les changements d'état et leur définition, D.I. sur les changements d'état de l'eau (cf. Annexe 2.A., E-04, E-05 & E-06).

1	E.B 2'	Alors on y a va ? Les questions que je vous ai posées hier vous vous souvenez ? Mis à part le calcul. Vous avez fait le calcul ?
2	C	Oui.
3	E.B	On va comparer les forces que vous avez trouvées.
4	Ad	J'ai fait les questions mais pas le calcul.
5	E.B	Vous le ferez en direct alors. Et puis les autres diront ce qu'ils ont trouvé. Alors les questions c'était quoi ?
6	E	Calculer la force de l'air qui s'exerce sur la tête.
7	E.B	Oui, ensuite ?
8	E	A votre avis, est qu'on a utilisé aujourd'hui la même approche pédagogique que les jours précédents ? Et est-ce qu'aujourd'hui on a fait des sciences ?
9	E.B	Alors on va faire les deux dans l'ordre. Et puis comme d'habitude on commence toujours par Estelle, aujourd'hui on va commencer par J.L.
10	J.L	Je ne l'ai pas fait.
11	E.B	Et bien tu vas improviser ! Donc hier on a travaillé sur l'air, on a travaillé à partir de Torricelli. Vous vous souvenez ? On a parlé de la fontaine qui avait des soucis.
12	J.L	Ben l'approche pédagogique, on est parti sur une situation qui était que le type qui avait pompé n'avait pas réussi à pomper au dessus de 10 m. C'était ça hein le départ ?
13	E.B	Oui, oui, tout à fait.
14	J.L	Donc bon on a utilisé une approche un peu habituelle, on part d'une situation puis après on s'est posé des questions qui étaient pourquoi au dessus de 10m il n'arrive pas à faire monter l'eau ? Bon, de là après on a fait des expériences mais sauf que pour la colonne de mercure a priori on ne pouvait pas, il a fallut que tu l'apportes, que tu l'amènes. C'est un apport que tu as fait parce que nous, on n'aurait pas pensé à la colonne de mercure. Donc là on est pas tout à fait dans la même approche. Parce que là on ne découvre pas, tu nous as dit, ben voilà il y a une expérience qui a été faite par Torricelli et bon voilà elle a été faite avec une colonne de mercure. Apres, de là, on a essayé de comprendre pourquoi euh toute la suite. Là on s'est posé des questions. Mais ça tu nous l'a apporté c'est un peu la différence je trouve par rapport aux autres. Ce qui fait que après ça a induit quand même, là, on a été guidé sur des choses. Dans le questionnement, il a fallu qu'on se pose pas mal de questions auxquelles on ne pouvait pas répondre. D'ailleurs, on a pas mal pataugé pour l'histoire du poids de l'air et tous, on a pataugé quand même. Et dans la démarche, si on compare avec des activités qu'on a fait avec les élèves, ça c'est quelque chose qu'on ne pourrait pas faire déjà. Donc ça, ça nous était destiné quand même.
15	E.B	Oui.
16	J.L	Bon voilà dans la démarche pédagogique je ne vois pas trop après.
17	E.B	Et est-ce que c'est plus de la science ou moins de la science... ?
18	J.L	Ben ce qui fait que c'était de la science c'est qu'on a essayé d'expliquer un phénomène, on a essayé de valider et de vérifier les réponses. Euh il y a des choses qu'on n'a pas pu vérifier parce qu'on n'a pas pu monter en altitude mais enfin on est parti sur le fait que ça avait été fait. On savait que le paquet de chips gonflait quand on arrivait à la montagne donc ça on

		l'a vu.
19	E.B 6'	Vous l'aviez déjà vu ?
20	J.L	Alors est-ce que c'est plus de la science, c'est pareil hein. Ce n'est pas parce que c'est plus compliqué que c'est plus scientifique. Ne pas associer la complexité à, tu vois. Parce que les petits travaux qu'on a faits sur l'eau c'est aussi scientifique que ça. Ce n'est pas parce qu'il y a des formules et que c'est compliqué que... Ca ne change rien.
21	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez de ça les autres ?
22	J.L	Ben je crois que la complexité ça ne fais pas que c'est plus scientifique. C'est-ce qui peut apparaitre comme ça. Et pour revenir à l'approche pédagogique, sensiblement elle est la même, le seul truc c'est que tu nous as apporté…
23	E.B	Je vous ai apporté des expériences que vous ne connaissiez pas. Siméa ?
24	S	Je n'ai pas fait le calcul.
25	E.B	Ben vous le ferez avec Adrien au tableau.
26	S	Oui. Pour la première question, aujourd'hui nous avons fait des calculs pour comprendre un fait, ça c'était nouveau pour moi. Autrement je trouve que c'était la même pédagogie que les autres jours encore avec des démonstrations et des observations. Ensuite c'était encore de la science parce que le sujet était encore scientifique et si nous avons abordé avec des questions et tout ça pour moi c'est faire de la science.
27	Ad	Alors, dans la même approche que précédemment, ben non, parce qu'on a travaillé sur des témoignages, des hypothèses et on a admis plein de choses.
28	E.B	Qu'est-ce qu'on a admis par exemple ?
29	Ad	Ben que… Plein de trucs. Le truc de la colonne de mercure, du vide, on l'a admis.
30	E.B 9'	On l'a admis ça ?
31	Ad	Enfin c'est un témoignage.
32	E.B	Vous ne l'avez pas vu ça ?
33	J.L	Si.
34	Ad	On a vu que c'était du vide ?
35	E.B	Alors est-ce qu'on a vu que c'était du vide ?
36	Ad	Oui.
37	E.B	Alors ça on ne l'a pas vu c'est un témoignage. Mais pour la colonne de mercure le fait qu'il n'y avait rien au dessus, vous l'avez vu ça ?
38	P	Ben oui.
39	Ad	On a pas vu des bulles passer mais…
40	E.B	Est-ce que vous avez vu des bulles passer ?
41	Ad	Mais non on n'a pas vu des bulles passer mais après on a…
42	E.B	Est-ce que quelqu'un a vu des bulles passer ? Personne n'a vu des bulles passer.
43	Ad	On a admis que c'était du vide quoi.
44	E.B	On a défini le vide comment ? Par le fait…
45	Ad	Par le fait qu'il n'y a pas de bulle d'air qui passe.
46	E.B	Et ça est-ce que vous l'avez vu ?
47	Ad	Oui ça on l'a vu. Mais donc on a admis que c'est le vide quand il n'y a pas de bulles d'air qui passent.
48	E.B	Alors ça c'est une définition. On l'a donné comme définition, quand il n'y a rien qui rentre c'est qu'il n'y a rien. Vous êtes d'accord avec ça ou pas ?
49	Ad	Oui. Apres on a travaillé sur des bases d'hypothèses et de témoignages.
50	E.B	Alors est-ce qu'on a admis d'autres choses ?
51	M	Oui, les formules des calculs.
52	E.B	Est-ce qu'on a admis les formules des calculs ?
53	M	Hier oui puisqu'on ne les a pas démontrées.

54	E.B	Et qu'est-ce qu'on n'a pas démontré ?
55	J.L	Non ben p=F/S non.
56	E.B	Alors p=F/S est-ce qu'on l'a démontré ? On l'a posé. Effectivement on a posé une définition qui était que la pression c'est un rapport d'une force sur une surface. La force, est-ce qu'on a démontré la force ou qu'est-ce qu'on a fait ?
57	M	Ben on a aussi posé F=ma.
58	J.L	Non pour la force on s'est donné un modèle.
59	E.B	On a posé p=mg. Ça on l'a posé. Mais F=ma à quel moment on l'a utilisé ?
60	M	Euh je ne me souviens plus.
61	E.B	C'est dans le cours de Mr Picholle que vous l'avez écrit. Mais ceci dit on l'a utilisé quand même parce qu'à un moment on a dit que le liquide ne bougeait pas et on a dit que si il ne bouge pas c'est parce qu'il y avait des forces…
62	Ad	Qui se compensaient.
63	E.B	Des forces d'intensités opposées qui s'exerçaient sur lui. Et quand on dit que quelque chose est à l'équilibre parce que la somme des forces qui est sur lui est nulle, à l'équilibre ça veut dire que l'accélération vaut…
64	M	Zéro.
65	E.B	Et que la somme des forces qui vaut ma, ça fait zéro. Vous voyez effectivement on a utilisé ça sans le dire. On a utilisé une version basse qui veut dire que si ça ne bouge pas c'est parce que ça appuie des deux cotés de la même façon. Ca va ça ? Si j'appuie et que vous appuyez aussi de la même façon, ça ne va pas bouger. Si quelqu'un appuie plus, pouf, ça bouge. Donc ça on a admis. Est-ce qu'on a admis d'autres choses aussi ?
66	12'	Ca c'est des choses qu'on a posées. On a posé une définition: p= F/S.
67	J.L	Et si on a dit que l'air il euh ça aussi.
68	E.B	Quoi je n'ai pas entendu.
69	J.L	Le calcul de l'aire de la surface de contact, c'était un disque et on a admis aussi que…
70	E.B	Ah ça c'est parce qu'on a choisi de prendre un tube cylindrique. Si j'avais pris un tube à section carrée est-ce que ça aurait changé quelque chose ?
71	Ad	On aurait calculé l'aire du carré.
72	E.B	Est-ce qu'on a calculé l'aire d'ailleurs ?
73	J.L	Non on a pas calculé l'aire on s'en est débarrassé.
74	E.B	On s'en est débarrassé puisqu'on n'en avait pas besoin.
75	J.L	Il fallait contrôler sa formule de l'aire. Donc ça on l'a admis.
76	E.B	C'est-à-dire ? Qu'est-ce qui est admis ?
77	J.L	Ben que l'aire du disque c'était euh…
78	E.B	Est-ce qu'on en a eu besoin à un moment ou un autre d'écrire la surface ? On n'en avait pas besoin de ça. Effectivement on est parti d'un certain nombre de choses qu'on a supposé connues ou qu'on a accepté comme ça. P=mg on l'a accepté, p=F/S c'est une définition qu'on a posée. Et puis on a écrit des forces sans vraiment définir ce que c'est. Quoi d'autre Adrien ?
79	Ad	Si c'était scientifique, ben oui parce que… Là on parle juste d'hier si c'était scientifique ou pas ?
80	E.B	Oui.
81	Ad	Ben oui parce qu'on a démontré et essayé d'expliquer à partir des faits et on a utilisé des principes de physique pour trouver des solutions.
82	E.B	Quels principes de physique ?
83	Ad	Ben tout ce qui est des formules sur le poids, la pression…
84	E.B	C'est tout on s'est juste donné ça pour construire le reste. Et puis on a construit les choses à partir d'une définition qu'on s'est donnée qui est le fait que la somme des forces, si cela ne bouge pas, est nulle. Ok, autre chose à dire ? A vous.

85	A	Alors, ce n'était pas la même approche pédagogique, pas exactement, car on a admis des choses et on est parti d'une expérience qui était déjà faite. On a pris les résultats de quelqu'un qui avait déjà fait l'expérience. Mais c'était autant scientifique parce qu'on a fourni une explication par la logique et des schémas puis on a retrouvé une formule. Et ce qu'on a conclu, on l'a bien prouvé et argumenté.
86	E.B 15'	Vous êtes d'accord avec ça ? La logique, quand vous me parlez de logique vous pensez à quoi ?
87	A	Euh quand on a regardé l'expérience, on en a déduit des choses par ce qu'on savait.
88	E.B	Vous avez un exemple précis ?
89	A	Non.
90	E.B	Les autres vous avez des exemples précis ? Vous étiez d'accord avec elle.
91	Ad	Ben on a dit qu'il y avait une force qui appuyait sur l'eau.
92	A	Voilà, on a vu que ça ne bougeait pas donc on s'est dit qu'il y avait deux forces qui se compensaient, par exemple c'est de la logique.
93	E.B	Vous appelez ça la logique ? Moi j'aurai mis la logique plutôt, par exemple quand on a dit que quand on montait en altitude, le poids de la colonne d'air était moins important donc la pression était moins importante. Parce que là, on a utilisé le fait que, vous vous souvenez hein, que si j'étais en haut de la montagne j'avais ça d'air, que si j'étais en bas de la montagne j'avais ça (*le même qu'en haut de la montagne*), plus ça (*la taille de la montagne*). Et comme j'ai supposé que pour l'air, il y avait toujours le poids qui allait vers le bas, ben si je rajoutais des choses c'était forcément en plus donc ça appuyait plus. Là pour moi j'ai utilisé quelque chose de logique. Vous êtes d'accord ? Est-ce que c'était logique ça ? Vous vous souvenez quand j'ai fait mon petit dessin sur le tableau avec mon petit bonhomme sur la montagne. Vous voyez ou je le refais ?
94	Tous	Non c'est bon.
95	E.B	D'accord. Donc Camille ?
96	C	Alors moi j'ai dit que ce n'était pas la même approche pédagogique car on n'avait pas manipulé individuellement, que la plupart des expériences étaient relatées, je veux dire qu'on ne les a pas faites ici. Et je pense que les questions étaient dirigées dans le sens des expériences déjà faites, donc vous nous avez induit sur des questions... sur des expériences qui étaient déjà faites je sais pas comment... Enfin voilà et je pense que moi j'ai eu une moins bonne compréhension et un moins bon apprentissage. Et après c'était de la science car on a posé un thème et chacun s'est posé des questions, on a réfléchi aux moyens de mise en œuvre et aux expériences que vous nous avez proposées. Et on a prouvé nos hypothèses. Et on a regardé nos résultats pour en déduire les conclusions de l'expérience.
97	E.B	Par exemple ?
98	C	Ben les formules comme le calcul sur la pression de l'air. On a vu par rapport à la colonne de mercure qu'il y avait une pression, une pression de l'air exercée et après on en a déduit par rapport à d'autres situations. On a amené d'autres situations aussi.
99	E.B 18'09	Par exemple ?
100	C	Ben en altitude on a fait avec le tuyau, je ne sais pas comment dire.
101	E.B	D'accord, et bien on a transféré ce qu'on avait écrit au tableau sur d'autres situations. Et ça pour vous c'est scientifique ?
102	C	Oui.
103	E.B	Euh vous m'avez dit que vous n'aviez pas fait d'expériences individuelles, en quoi c'est important d'en faire ?
104	C	Ben ça implique la personne, elle s'intéresse à ce qu'elle fait, on la responsabilise.
105	J.L	Aussi c'est qu'on a, comme on a plusieurs expériences on peut comparer aussi.
106	E.B	Vous êtes d'accord avec ça ? Donc il y a un aspect pédagogique c'est-à-dire que vous comprenez mieux parce que vous faites vous-même. Et en termes de science est-ce que c'est mieux ou pas ? Alors J.L a dit déjà des choses. Est-ce que ça change qu'il y ait plusieurs personnes qui voient la même chose ?
107	Ad	Ben ce n'est pas…

108	C	On voit que c'est pareil, presque pareil pour tout le monde.
109	E.B	Et si c'est pas la même chose pour tout le monde ?
110	Ad	Si on lâche tous une boule par terre et qu'il y en a qu'une seule qui remonte c'est qu'il y a un problème. Alors que si il est tout seul et que sa boule remonte on va admettre ce qu'il a fait.
111	E.B	Oui.
112	J.L	Parce que l'expérience pour la valider il faut la valider un certain nombre de fois. Donc là si on est plusieurs à l'expérimenter c'est bien parce qu'on peut le valider pour tous. Alors l'ennuie c'est quand ce n'est pas validé pour un. Là ça veut dire que soit on refait... Bon c'est un problème qu'on a avec les élèves il y en a toujours un qui n'a pas bien fait l'expérience.
113	E.B	Attend on va leur demander. Qu'est-ce qu'il se passe si ils n'ont pas tous validé l'expérience ?
114	Ad	Ben ça fait comme nous pour l'aquarium avec la papier.
115	A	On réessaye.
116	E.B	Qu'est-ce qu'il s'est passé ?
117	Ad	Ben vous l'avez fait vous.
118	E.B	Est-ce qu'il n'y a que moi qui l'ai fait ? Vous ne l'avez pas refait ?
119	Ad 21'	Non nous on a raté.
120	E.B	Vous n'y êtes pas arrivé à la fin ?
121	J.L	Si.
122	Ad	Ah oui on y est arrivé à la fin.
123	E.B	Donc est-ce que vous avez tous vu la même chose à la fin ?
124	Tous	Oui.
125	E.B	Vous avez tous vu la même chose et on a fait plusieurs fois la même expérience. Simplement, qu'est-ce qui posait problème au départ et à quoi vous n'aviez pas pensé ? Pourquoi vous n'aviez pas tous la même chose ? Quand vous enfonciez la paille…
126	Ad	C'est qu'on n'avait pas bouché.
127	E.B	Certains avaient bouché la paille plus ou moins, d'autres n'avaient pas bouché donc pour certains la paille était pleine d'air et pour d'autres il y avait un peu d'eau. Et du coup ça, ben il ne se passait pas la même chose. Et là qui c'est qui a trouvé que pour la paille il fallait faire attention ? C'est vous qui avez trouvé ?
128	Ad	C'est Siméa.
129	E.B	C'est moi. C'est moi qui vous ai fait remarquer que si vous enfonciez la paille il y avait quoi dedans ?
130	Ad	De l'eau.
131	E.B	Vous avez déjà tous fait ça, je bouche, je soulève la paille et puis je débouche et l'eau sort. Et ça c'était quelque chose qui faisait la différence entre les groupes. Vous avez quelque chose à ajouter ? Patrizia ?
132	P	Euh j'ai écrit que non c'était un peu différent, on est parti d'abord d'un phénomène et puis on a essayé de trouver une explication pour ça et après on a formulé des hypothèses et on a essayé de les prouver. Dans les autres séquences, on a commencé par la formulation des hypothèses. C'était euh...
133	E.B	C'était l'inverse ?
134	P	Oui un peu. On a changé la direction.
135	E.B	Alors vous dites ? Je ne suis pas sure d'avoir bien compris.
136	P	Alors on est parti avec les observations de l'autre et les autres jours, on a d'abord formulé des hypothèses et puis on a essayé l'expérience après.
137	E.B	Par exemple ?
138	P 24'	Avec l'eau on a dit qu'est-ce qu'il se passe avec le bouchon ? Avant de le faire on a essayé de trouver une hypothèse et puis on a essayé. Hier vous avez raconté cette histoire avec

		Torricelli et on a commencé avec ça, on est parti avec ce phénomène.
139	E.B	Vous êtes d'accord avec ça ?
140	Tous	Oui.
141	E.B	Donc là ce que vous dites c'est qu'hier en fait on est parti d'un phénomène, on a essayé de comprendre, de construire des choses. Alors que avant-hier quand on a travaillé sur l'air on avait déjà construit une règle qui était que pour que de l'air rentre il faut que de l'eau sorte. Et puis à chaque fois qu'on se posait une question, on essayait, en utilisant la règle, d'imaginer ce qui allait se passer et on le vérifiait.
142	P	Et puis pour moi c'était de la science car on a essayé de prouver des hypothèses.
143	E.B	Mariska ? Si vous avez des choses différentes à dire. Tout ce que vous vouliez dire a déjà été dit ou pas ?
144	M	Alors, nous n'avons pas utilisé la même approche que les autres jours car sur la cours de l'astronomie par exemple, nous avons cité ce que l'on sait, de là on a cherché un modèle ou plusieurs qui respectent ce critère. Aujourd'hui c'était différent on a cherché à répondre à une question mais pour pouvoir expliquer les phénomènes on a du utiliser des choses admises comme des formules. Et ce que l'on a fait cette après midi était aussi de la science mais je pense maintenant qu'il y a différentes sciences, celle qui utilise des choses déjà admises pour chercher à expliquer un phénomène et celle qui n'a rien d'admis où tout est a démontrer.
145	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez ? Alors il y a des sciences où l'on admet des choses et des sciences où on n'admet pas des choses ?
146	P	Non.
147	E.B	Non ?
148	P	Non ça ne dépend pas de la science. Ca dépend de ce que l'on sait déjà, ce que l'on a déjà fait, ça peut être dans la physique mais ça peut être aussi dans la biologie.
149	E.B	Alors là la question c'était qu'il y a des sciences où on admet des choses pour avancer et des sciences où on n'admet pas des choses. Qu'est-ce que vous en pensez ?
150	P	Ca dépend si l'on sait déjà des choses, on admet seulement si on sait des choses, si on ne sait rien on ne peut pas… Oui on peut admettre des choses mais cela ne dépend pas de la science. Je trouve.
151	E.B 27'10	Ca ne dépend pas de la science ?
152	P	Ben ca ne dépend pas…
153	E.B	Est-ce que c'est des sciences si on admet des choses ?
154	P	Oui aussi. Mais on ne peut pas dire qu'on admet que dans la physique, qu'on n'admet jamais dans la biologie.
155	E.B	Alors ça ce n'était pas la question.
156	P	Non mais elle a dit ça dépend de la…
157	M	Ah non je n'ai pas dit ça, j'ai dit qu'il y a des sciences qui admettent des choses et des sciences qui n'admettent rien. Je n'ai pas dit que ça dépendait de la biologie ou de la physique.
158	A	C'est parce qu'il y a des sciences qui admettent et des sciences qui n'admettent pas, elle a classé par matière en fait. Ce que Mariska veut dire c'est que même en physique, il y a des choses qu'on admet et des choses qu'on n'admet pas.
159	P	Oui mais pour moi alors je ne comprends pas. Pour moi ça veut dire qu'il y a des sciences où c'est clair on doit admettre et dans d'autres sciences on admet jamais des choses.
160	E.B	La question, je la pose autrement c'est, est-ce que si on admet des choses on fait des sciences ou pas ? Et qu'est-ce qu'on admet ?
161	P	Les choses qu'on a admises hier c'était des choses que quelqu'un avant avait déjà prouvées. On a admis que le mercure avait un poids de… et il y avait avant quelqu'un qui l'a prouvé.
162	A	Oui c'est vrai tout ce qu'on a admis c'était déjà prouvé.
163	J.L	Le problème c'est qu'en admettant des choses il y a des gens qui ont prouvé des choses qui étaient à coté de la plaque. Ce qu'on admet aujourd'hui peut être qu'avec d'autres

		expériences on le remettra en question.
164	E.B 30'	Qu'est-ce que vous pensez de ce que dit J.L ?
165	Ad	Que l'admission c'est un sujet dangereux ?
166	E.B	Qu'admettre des choses effectivement…
167	J.L	Ben historiquement en admettant des résultats qui avaient été faits par d'autres, il y a des gens qui se sont plantés parce que ça a été remis en question. Soit ils se sont plantés soit ils ont remis en question…
168	E	La science elle n'avance pas parce que si on passe notre temps à vérifier ce qu'on fait les personnes avant euh…
169	Ad	En même temps il y en a qui le font, qui passent leur temps à vérifier des trucs.
170	E.B	Est-ce que c'est nécessaire de vérifier ou pas ?
171	J.L	En même temps elle avance grâce à ça aussi.
172	Ad	Le problème c'est que tu te retrouves avec 15000 pages juste pour expliquer que quand un objet est lâché il tombe quoi.
173	J.L	Oui oui ben c'est ça .
174	P	Non mais je ne sais pas si vous avez entendu. Cet été, à Genève, ils ont trouvé des erreurs avec la théorie de la relativité…
175	J.L	Ils ont trouvé des particules qui ne répondent pas à la théorie sur la relativité.
176	P	Ils ont trouvé des choses que peut être…
177	J.L	C'est par rapport à la vitesse de la lumière non ? Qu'il y a des particules qui iraient plus vite que la lumière.
178	P	Oui.
179	J.L	Mais ça c'est la science elle évolue.
180	P	Mais il y a des personnes qui cherchent encore et encore et qui essayent encore de prouver les choses que normalement on admet.
181	Ad	En même temps la théorie de la relativité elle est sortie sans vraiment d'expérience prouvant quoi.
182	E.B	Alors, est-ce que vous maitrisez le domaine ?
183	Ad	Non.
184	EB	Donc si vous ne maitrisez pas le domaine on risque d'aller très vite dans des… Mais qu'est-ce que vous voulez dire derrière ça ? Cet exemple là vous l'utilisez pour montrer quelque chose.
185	P	Oui c'est seulement pour montrer que euh on admet que les choses qui sont prouvées mais on ne peut jamais euh…
186	E.B	On ne peut jamais être sûr à 100% c'est ça ?
187	P	Oui.
188	J.L	Il y a une culture du doute dans la science. Le principe c'est de douter un peu de ce qui a été fait avant.
189	P	Et on ne peut pas dire ces choses là : on peut toujours admettre et ces choses là jamais.
190	E.B	Donc est-ce que nous avons fait de la science hier et qu'est-ce qui vous fait dire ça ?
191	J.L	Ben alors là avec ce qu'on a dit c'est plus ou moins.
192	E.B 33'12	Par rapport aux jours précédents ?
193	Ad	Si on admet que la physique c'est de la science on a fait de la science.
194	E.B	Est-ce qu'on arrête là, est-ce qu'on ne va pas plus loin que je suis en cours de physique, donc comme je suis en cours de physique je fais de la science ?
195	A	Non mais on a fait de la science. Même si on admet des choses à partir d'un moment il faut admettre des choses pour avancer. Il y en a qui vérifient ce qu'on admet et il y en a qui font des choses pour avancer.
196	E.B	Ok donc vous avez admis ce que je vous ai dit qu'on avait fait sur quels critères ? Qu'est-ce

		qui fait que vous avez admis... ?
197	A	Ben parce qu'il y en a qui l'ont prouvé.
198	Ad	Parce que vous êtes le professeur.
199	J.L	Non mais il n'a pas tort non plus. Dans une classe un gamin tu lui dis un truc il te croit hein.
200	A	Mais là on le sait. Il y a des gens qui nous l'ont prouvé. Après s'il le faut ce n'est pas vrai mais moi je pars sur des trucs qu'on a démontré.
201	E.B	Donc p=mg ça ne vous a pas choqué quand je vous l'ai dit parce que…
202	A	Ben parce qu'on nous l'a toujours appris.
203	E.B	Est-ce qu'on ne vous avez pas toujours appris que le soleil tourne autour de la Terre ? Qu'est-ce qu'on a dit hier ? Que ça dépendait du point de vue. Et ça ce n'est pas différent de ce que vous avez toujours appris ?
204	A	Non puisqu'on a dit que c'était la même chose.
205	J.L	Mais nous on nous a dit que ce n'était pas la même chose.
206	E.B	Donc là vous avez trouvé par vous-même que ce n'était pas la même chose. Est-ce que ça impacte sur ce que l'on faisait après ou pas ?
207	A	Ben oui mais bon on sait qu'il y a deux choses quoi. Si on restait sur le point de vue que la Terre tourne autour du soleil ça aurait été juste quand même.
208	E.B	Simplement… C'est juste mais est-ce que c'était complet ?
209	A	Non.
210	E.B	Parce qu'il manquait quoi ? Bon on va continuer. Aujourd'hui je voudrais que vous me disiez avant qu'on continue ce qui pour vous caractérise une bonne démarche d'investigation. Est-ce qu'il y a des démarches d'investigation qui sont meilleures que d'autres ? Qui sont mieux faites que d'autres ? Vous voyez ce que je veux dire ? Pour vous quels seraient les indicateurs, les choses qui vous font signal d'alerte, là il y a un truc qu'on pourrait mieux faire. Ou je ne l'ai pas bien fait parce qu'il manque quelque chose. Est-ce que vous avez des petites choses dans la façon de procéder qui vous mettent en alerte si jamais elles n'apparaissent pas ? Je vais commencer par vous donner un exemple. Tout à l'heure quand Camille a parlé, elle a dit oui il n'y a eu qu'une expérience et puis on en a discuté et vous avez dit oui c'est mieux si il y en a plusieurs et puis il faut tous qu'on voit la même chose. Vous l'avez dit ça. Quand on fait une démarche d'investigation si il n'y a qu'une expérience, quel signal d'alerte vous avez en tête ? Est-ce que vous avez un signal d'alerte ?
211	Ad 37'	Ce n'est pas forcément fiable.
212	E.B	Donc qu'est-ce qu'il faut faire dans ce cas là ?
213	Ad	Il faut faire plusieurs expériences.
214	E.B	La reproduire plusieurs fois. Ca par exemple ça peut être un indicateur. Est-ce que c'est mieux si j'en fais plusieurs que si j'en fais qu'une ?
215	Ad	Oui.
216	E.B	Est-ce que vous avez d'autres choses comme ça ?
217	A	C'est mieux si on ne part pas sur des choses admises.
218	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez ?
219	A	C'est-ce qu'on dit depuis tout à l'heure.
220	E.B	D'accord. Quoi d'autre ?
221	J.L	Dans la procédure il faut qu'on soit tous d'accord et que si on découvre par exemple… c'est bien parce que tu nous a fais toucher le truc de la paille, c'était bien parce qu'on s'est aperçu qu'on n'avait pas procédé de la même manière. Ca c'est important aussi. A un moment donné, après avoir essayé, on se dit pourquoi toi t'as bouché pourquoi pas toi. Et après on se dit bon ben on bouche tous. C'est dans la façon de faire l'expérience parce que si on ne fait pas tous de la même manière c'est sur que...
222	E.B	Donc se mettre d''accord sur la procédure.
223	J.L	Oui ou alors la chercher. Mais après, une fois qu'on a trouvé un truc, se dire bon ben on

		fait tous pareil.
224	E.B	Est-ce que vous avez d'autres idées ? On continue à réfléchir sur tout ça pendant la journée. Alors hier on avait terminé quelque chose qui était… Je me suis rendue compte qu'on était peut-être allé un tout petit peu trop vite. Alors d'abord on va calculer le poids qu'exerce la force sur note tête. Alors Siméa et Adrien comment vous feriez ?
225	Ad	Ben la pression c'est une force sur une surface.
226		*E.B écrit les formules au tableau.*
227	EB	Alors "p" ça peut vouloir dire poids ou ça peut vouloir dire pression alors il faut bien le marquer. Qu'est-ce qu'on cherche ?
228	Ad 40'	On cherche la force.
229	E.B	Oui on cherche F donc la force c'est égal à quoi ?
230	Ad	Une pression fois la surface. La pression on la connaît et la surface ben on prend e égale et…
231	E.B	Alors allez-y, mesurez la tête de Siméa.
232	Ad	Il faut mesurer les épaules aussi.
233	E.B	Non on a dit sur la tête.
234	40'30 à 47'22	*Discussion sur le calcul.*
235		Est-ce que ça maintenant vous saurez le faire ? Donc règle de base, regarder ses unités toujours. Et puis attention aux conversions. Alors pour faire les conversions ben c'est simple, le tableau, moi je le fais toujours ça hein. Et pourtant je ne suis pas née de la veille hein. Je fais toujours le tableau comme ça je suis sure de ne pas me tromper.
236	J.L	Newton c'est pas très parlant.
237	E.B	Alors J.L nous dit que le newton ce n'est pas très parlant. Est-ce qu'on pourrait mettre ça en kilo ? Savoir à quel poids ça équivaut ? La force c'est comme du poids vous êtes d'accord ? Vous vous souvenez la dernière fois, on avait calculé en disant que c'était le poids de l'air. Alors pour savoir à quelle masse ça correspond je divise comment ?
238	48'45 à la fin	*Calcul au tableau.*
239	Vidéo M2U01199 du 10 novembre.	
240	E.B	Vous avez 180kg d'air sur votre tête. Evidemment est-ce que vous vous en rendez compte de ça ?
241	P	Non.
242	E.B	Non pourquoi ?
243	Ad	Parce que c'est équilibré.
244	E.B	Est-ce que c'est équilibré de l'autre coté ? Non parce que vous avez le sol. Vous avez 180 kg sur votre tête mais on est adapté.
245	Ad	On est super fort.
246	E.B	On est adapté à cette pression. On a 180 kg qui nous appuie vers le haut. Et sur le coté c'est combien ?
247	Ad	Sur le coté ? Ben pareil.
248	E.B	C'est pareil est-ce que vous êtes d'accord ? Si ce n'était pas pareil qu'est-ce qu'il se passerait ?
249	P	On exploserait.
250	E.B	Et si ça appuyait plus on serait compressé. Vous le sentez ça ? Il n'y a pas besoin d'aller plus loin ? Vous sentez bien que si ça n'appuyait pas de la même façon de partout et ben on serait un peu malheureux.
251	Ad	Ca fait que sur la lune t'es plus fort.
252	E.B	Alors c'est autre chose sur la lune. C'est la gravité. Donc on a 180 kg d'air sur notre tête. Et la pression s'exerce de tous les côtés de la même façon parce que sinon effectivement on se

		ferait écrabouiller. On dit que la pression est isotrope. Isotrope ça veut dire la même dans toutes les directions. On rajoute un terme aussi "homogène". Homogène c'est à dire que si je me déplace de deux mètres, c'est la même. Et sur une différence de hauteur de un mètre d'air est-ce que la différence de pression est importante ? Comment on fait pour savoir la différence de pression entre le sol et le haut de ma tête ?
253	Ad	On pose un petit baromètre et on met un grand baromètre à coté.
254	E.B	Alors est-ce qu'avec un baromètre je vais voir les différences de pression sur un mètre ? Ce qu'il faudrait que je fasse c'est le mettre au niveau du sol comme la dernière fois et le monter d'un mètre et voir ce qu'il se passe. Est-ce que vous pensez que je vais voir quelque chose ?
255	Ad	Non.
256	E.B	Non ce n'est pas très précis. Est-ce qu'on peut faire le calcul ? Est-ce qu'on peut trouver par le calcul la différence de pression qu'il y a entre les deux ?
257	Ad	Ben oui.
258	E.B	Oui pourquoi ? Qu'est-ce qu'on avait écrit ? Vous vous souvenez la dernière fois on avait écrit…
259	Ad	Que la pression est égale à la hauteur fois la masse volumique fois g.
260	E.B	Et ça j'écris delta p c'est la différence de pression.
261	3'30 à 4'27	*Calcul de la différence de pression au tableau.*
262		La masse volumique c'est quoi ? On est dans quoi ici ?
263	J.L	Ben c'est l'air.
264	E.B	C'est de l'air, on est dans de l'air. Donc là il faut que je trouve la masse volumique de l'air. Vous savez c'est ...?
265	Ad	On va la mettre dans l'eau.
266	E.B	On peut le faire dans l'eau après, oui. Alors la masse volumique de l'air c'est combien ? Un litre d'air pèse ? Apres on va mettre en mètre cube.
267	Ad	En faisant la constante des gaz parfaits.
268	E.B	Alors comment on fait pour savoir ça ?
269	J.L	On prend une bouteille, on la ferme et on la pèse.
270	E.B	Alors en fait c'est un peu plus compliqué que ça.
271	Ad	D'abord il faut vider la bouteille pour la peser.
272	E.B	Ah pas bête comme idée ! Donc ce que vous proposez c'est quoi ?
273	J.L	Tu prends un truc bien vide bien raplapla. Non c'est mieux un ballon hein.
274	E.B	Alors moi je préfère la bouteille vide, une bouteille vide en verre. Je ne veux pas faire varier le volume. Parce que votre ballon ce que vous allez faire c'est qu'il va varier de volume. Et moi je préfère être sure de ne rien faire varier.
275	J.L	Ah oui d'accord.
276	E.B	Bien, je prends une bouteille. Est-ce que j'ai une bouteille en verre ? Pour faire le vide dedans il me faudrait un bouchon. On ne va pas le faire ici parce qu'on n'a pas le matériel. Qu'est-ce qu'on devrait faire ? Je mesure son volume, je fais le vide dedans d'accord ? Je fais le vide, je la pèse vide. Et puis après qu'est-ce que je fais ?
277	J.L	On la remplit et on la pèse.
278	E.B	Je l'ouvre et je la pèse ouverte. Je mesure la différence d'accord ? Bon on trouve quelque chose… Qu'est-ce qu'il se passe ? Vous avez résolu votre problème ?
279	A	Non.
280	E.B	Alors quel est votre problème ?
281	A	C'est parce que je me suis embrouillée dans le tableau de conversion.
282	7'43 à 13'33	*Discussion sur le tableau de conversion.*
283	E.B	Vous faites le tableau quand vous avez des calculs comme ça vous êtes surs de ne pas vous tromper.

284	J.L	Et en même temps si on a la conversion en litre tout ça…
285	E.B	Alors ça on peut le faire.
286	13'46 à 16'05	*Mise en place du tableau de conversion au tableau.*
287		Donc ça vraiment vous vous le mettez dans un coin de la tête.
288	J.L	Il faut surtout savoir refaire le tableau c'est tout.
289	E.B	Il faut refaire le tableau. Mais c'est facile il suffit de savoir qu'un litre égal un décimètre cube et on divise les colonnes par trois. Bon moi je n'ai toujours pas de bouchon.
290	E.B 18'44	On était sur autre chose. Alors on revient. On était en train de se poser la question sur quoi avant de faire ce tableau de conversion ?
291	Ad	Comment faire le vide dans la bouteille ?
292	E.B	Oui donc ça on ne va pas le faire là parce que je n'ai pas ce qu'il faut mais je vais vous donner la réponse. C'est-à-dire combien pèse, quand on est ici à cette pression là, un litre d'air. Parce que ce qu'on a dit vous vous souvenez c'est que l'air est aussi... L'air je peux faire quoi ? Je peux le comprimer. Donc comme je peux comprimer l'air, ben la masse volumique de l'air ça dépend de quoi ?
293	Ad	Du volume.
294	E.B	Ca dépend de si je le comprime ou pas. Vous êtes d'accord ? La masse d'un volume donné… Là, quand je l'enferme j'ai toujours la même masse. On l'a vu ça, vous l'avez tous vu.
295	Ad	On a juste parlé de "détendu".
296	E.B	Et puis je sais que vous avez tous fait ça avec la seringue. Vous n'avez pas fait ça (*boucher le bout de la seringue avec le doigt et appuyer pour faire sortir l'air*) avec la seringue ? Donc j'ai de l'ai dans la seringue, je peux appuyer sur la seringue. La masse d'air qui est dans la seringue, j'ai toujours la même quantité d'air, vous êtes d'accord avec ça ? Là je le fais en accéléré. J'ai toujours la même masse d'air, ça veut dire que là pour le moment j'ai une masse d'air donnée dans 45 ml, après j'ai la même masse dans 20 ml. Ca veut dire que la masse par le volume, elle a changé. La masse volumique a changé. Maintenant elle est plus petite ou plus grande ?
297	M et Ad	Plus grande.
298	E.B	La masse est restée la même vous êtes d'accord ? Ma masse volumique c'était cette masse là divisée par 45 et puis maintenant c'est-cette masse là divisée par 20. Donc la masse volumique elle a…
299	Ad	Grandi.
300	E.B	Elle a grandi, elle a augmenté. Donc j'ai une masse volumique qui a changé. Donc quand je dis la masse volumique de l'air ben il faut que je précise si j'ai appuyé dessus ou pas. De quel air je parle. Est-ce que je parle de cet air là qui n'est pas tout à fait dans le même état que là (*sans compression*). Donc, nous, on va utiliser l'air qui est autour de nous. L'air autour de nous, et bien, pour un litre, ça pèse 1,2 grammes a peu près. La masse volumique c'est 1,2g/L. Et ben on va se refaire une conversion parce que vous vous souvenez que les variations de pression on les mesure en pascal, et pour mesurer une variation de pression en pascal il faut que la hauteur soit en mètre et que g soit en N/m². Donc allez vous allez faire un petit calcul là.
301	22' à 24'09	*Calcul chacun de son coté avec changements d'unités.*
302		Vous trouvez 1,2 ici. Donc la différence de pression ça fait quoi ? Tout le monde a trouvé ça ?
303	P	Non je n'ai rien trouvé.
304	E.B	Alors regardez ce qu'on fait.
305	24'17 à 25'10	*Explication du calcul au tableau.*
306		Donc je mets 1,2 ici. Et ça me fait combien du coup ? 1,6*1,2*10 ?
307	Ad	Ca fait 1,62*12.
308	E.B	Oui c'est exact. Et ça fait combien ça du coup ? Ca fait aux alentours de 18.
309	Ad	19,44.

310	E.B	Oui, je n'étais pas loin. Ca fait 19,44 Pascal. Donc la différence de pression entre vos pieds et votre tête c'est 19,44 Pascal. Quelle est la pression atmosphérique ? Donc vous avez une variation de combien ?
311	Ad	Pas grand-chose.
312	E.B	De 19 par rapport à 100 000.
313	Ad	Autant dire que c'est négligeable.
314	E.B	Autant dire que sur 1m la variation de pression, ben 19 pour 100 000…
315	Ad	Mais après la variation de pression est elle proportionnelle ou exponentielle ?
316	E.B	Qu'est-ce que vous voulez dire par là et comment vous pouvez savoir ça ?
317	Ad	Ben comment on peut le savoir, on calcule pour 2m, 3m…
318	E.B	Et alors votre formule elle est comment ? La différence de pression, elle est proportionnelle à la hauteur. Alors il y a un problème, c'est qu'on considère que la masse volumique de l'air reste constante. Ce qui n'est pas évident.
319	Ad	Et si on le fait dans l'eau ?
320	E.B	Ah ben on va le faire dans l'eau tiens. On le fait dans l'eau maintenant.
321	27' à 29'	*Calcul de la différence de pression entre deux endroits dans l'eau.*
322		Ca fait 10 000 Pascal donc ça fait 10% en plus vous êtes d'accord ? Donc j'attends que tout le monde ait la tête levée. Donc vous êtes d'accord avec le calcul pour l'eau ? Donc si on a une différence de un mètre d'eau, la variation de pression… Vous voyez par rapport à la pression atmosphérique, 10 000 par rapport à 100 000 c'est un dixième. Et si j'avais 10m d'eau ? J'aurai trouvé une variation de pression qui vaut 100 000. Ca veut dire que quand je passe de la surface de l'eau à dessous la surface de l'eau, j'ai 100 000 de différence. C'est à dire qu'il y a l'équivalent de la pression atmosphérique. Donc quand je suis à 10m sous l'eau, j'ai deux fois la pression atmosphérique sur moi. Quand je suis à 20m sous l'eau j'ai trois fois la pression atmosphérique. Ca va ?
323	Ad	Et c'est quoi le record de descente en apnée ?
324	E.B	Euh je crois qu'on est dans les alentours de 150m. Donc quand ils sont à 150m, ils ont 16 fois la pression atmosphérique sur eux.
325	Ad	Mais ils ne se font pas écrasés ?
326	E.B	Adrien vous vous posez cette question, elle n'est pas idiote. Les plongeurs quand ils vont profond, on leur met des choses un peu partout pour voir un peu comment se passe la circulation sanguine etc. et ça ne se passe plus du tout pareil. Le sang a du mal à circuler. Parce que entre ma tête et mes jambes j'ai un dixième de variation de pression si je me mets vertical. Plus je suis bas et plus la pression est importante. Et ça, ça me comprime de partout mais moi je suis conçue pour fonctionner à pression atmosphérique. Donc cela appuie 16 fois plus de partout et je commence à ne pas me sentir très bien. Et ça, ça pose problème. Donc qu'est-ce qu'on fait dans ces cas là ? Et ben il se trouve que le sang circule en se focalisant sur les organes importants. Il irrigue le foie, le cœur et le cerveau. Donc ce qu'ils font c'est qu'ils mettent des choses sur les apnéistes et ils regardent ce qu'il se passe. Donc quand on va profond on se met dans quoi ?
327	Ad	Un sous marin.
328	E.B	Et dans un sous marin quelle est la pression à l'intérieur ?
329	Ad	L'atmosphère.
330	E.B	Et oui on se met à la pression de l'air. Mais du coup on a quoi entre l'intérieur et l'extérieur du sous-marin ?
331	Ad	Un gros écart de pression.
332	E.B	Vous êtes d'accord, un gros écart de pression puisque c'est 16 fois la pression atmosphérique à l'extérieur et à l'intérieur c'est une fois. Là ce n'est que 150m. Mais un sous-marin il va jusqu'à combien ? Il peut descendre jusqu'à 2000m le sous-marin. Donc ça veut dire combien de fois la pression atmosphérique ?
333	Ad	Beaucoup trop.
334	E.B	Non mais approximativement ?

335	Ad	200.
336	E.B	On va dire 200. Quand c'est 200 et 1 ben qu'est-ce qu'il faut faire entre les deux pour éviter que ça pète ?
337	Ad	Il faut compenser.
338	E.B	Est-ce qu'on compense ? Alors on est à une atmosphère d'un coté et 200 de l'autre. C'est-à-dire que, si je regarde les forces qui s'exercent des deux cotés, ben au niveau de ma paroi, d'un coté j'ai 200 fois quelque chose et de l'autre coté j'ai 1 fois quelque chose. Donc la différence entre les deux c'est 200. Conclusion est-ce que vous mettez un papier entre les deux ?
339	Tous	Non.
340	E.B	Vous mettez quelque chose qui va compenser, qui va faire les 199 autres. Parce que sinon ça s'écrase vous êtes d'accord ? Donc ce que vous faites c'est que vous mettez… Ils sont comment les sous-marins, ils sont en quoi ?
341	Ad	En métal.
342	E.B	En métal.
343	J.L	Il y a la forme aussi.
344	E.B	Alors il y a la forme qui fait aussi mais il y a l'épaisseur de coque. La coque est suffisamment épaisse pour résister donc c'est elle qui compense. C'est la résistance du métal.
345	Ad	La coque elle est faite pour résister à 200 atmosphères et après quand ils sont dans l'air ils se prennent… ils explosent.
346	J.L	Les sous-marins non. Tu sais dans les films on entend la structure qui craque.
347	E.B	On entend la structure qui craque et des fuites dans quel sens ?
348	J.L	Ben extérieur vers intérieur.
349	E.B	Il y a de l'eau qui rentre. Est-ce que vous avez déjà vu des films catastrophe où vous avez de l'eau qui rentre dans les sous-marins quand ils descendent trop bas ? Est-ce que vous comprenez le lien maintenant ?
350	Tous	Oui.
351	E.B	Et si on part dans l'autre sens. On est dans un avion. Dans un avion on est à quelle pression ?
352	Ad 35'	On est à pression atmosphérique.
353	E.B	Alors dans l'avion on est à peu près à pression atmosphérique. Ce n'est pas tout à fait vrai parce qu'on a les oreilles qui se bouchent. En fait ce qu'on fait c'est qu'on diminue un peu la pression dans l'avion, on vous met à une altitude de 1500m. Donc on a une pression un tout petit peu plus basse que la pression atmosphérique mais à l'extérieur de l'avion qu'est-ce qu'il se passe ? La pression elle est...
354	Ad	Elle est moins forte.
355	E.B	Quand on est à 10 000m la pression elle est beaucoup moins forte. Donc j'ai 1 dans l'avion et à l'extérieur j'ai 0,0001. Conclusion ça pousse dans quel sens ?
356	Tous	De l'intérieur vers l'extérieur.
357	E.B	Et est-ce que vous avez une idée de la raison pour laquelle les flics qui accompagnent les prisonniers ont des balles en caoutchouc ?
358	Ad	Pour ne pas percer la structure.
359	E.B	Et si on casse une vitre qu'est-ce qu'il se passe ?
360	Ad	Dépressurisation.
361	E.B	C'est-à-dire que l'air qui est contenu à l'intérieur de l'avion s'échappe à l'extérieur. Vous avez déjà vu des films catastrophe et qu'est-ce qu'il se passe ? Les choses sont aspirées. Ca va ça ? Ca veut dire qu'on va toujours vers quoi finalement ?
362	Ad	Vers un équilibre.
363	E.B	Vers un équilibre des pressions. Si vous mettez deux choses en communication ça va s'équilibrer pour que les forces de chaque coté soient les mêmes. Vous êtes d'accord ?

364	J.L	C'est pour ça que les pilotes on les pantalons qui serrent un peu.
365	E.B	Ca, c'est les pilotes de chasse, c'est encore pour autre chose. C'est parce qu'ils accélèrent. Donc quand on descend dans l'eau la pression augmente et si on est dans un sous-marin si la pression n'est pas assez résistante pour faire les 199 autres de l'autre coté et ben…
366	Ad	Ca pète.
367	E.B	Oui l'eau rentre. Dans un avion, on a 1 à l'intérieur de l'avion, on a beaucoup beaucoup moins à l'extérieur et si on casse un hublot, les choses sont aspirées jusqu'à ce que la pression s'équilibre des deux cotés. Donc on a dit qu'on allait toujours vers l'équilibre des pressions ca va ? L'équilibre des pressions c'est aussi ici, ça appuie des deux cotés de la même façon. Alors c'est un équilibre c'est évident, on a dit qu'on avait à la même hauteur la même pression, elle est partout autour de nous.
368	EB 38'	Donc ça c'est un système qui permet de mesurer des pressions (*tuyau avec liquide dedans, tenu en U pour que le liquide ne sorte pas.*). Si je le mets sous l'eau, non c'est idiot ce que je suis en train de vous dire, vous oubliez.
369	Ad	Il faut mettre du mercure.
370	E.B	Pourquoi il faut mettre du mercure ?
371	Ad	Je ne sais pas.
372	E.B	Alors est-ce que c'est mieux de mettre du mercure ou est-ce que c'est mieux de mettre de l'eau pour regarder des variations de pression ?
373	Tous	De l'eau.
374	E.B	De l'eau, pourquoi de l'eau ?
375	J.L	Parce qu'il y a plus de variation.
376	E.B	Parce que la variation sera plus importante. Donc si je veux mesurer des variations de pression importantes j'utilise du mercure. Si je veux utiliser des variations de pression peu importantes…
377	J.L	De l'eau.
378	E.B	J'utilise de l'eau.
379	Ad	De toute façon l'eau c'est plus pratique que du mercure.
380	E.B	Alors ce qu'on fait c'est qu'on utilise un autre instrument on appelle ça un manomètre avec des ressorts, des spirales à l'intérieur et c'est ça qui vous indique, c'est l'aiguille qui bouge. C'est-ce que vous avez là-dessus. C'est-ce qu'on appelle un manomètre.
381	Ad	C'est le truc de la tension.
382	E.B	Ca permet de mesurer une différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur. C'est-ce qu'on met sur les bouteilles de plongée. Alors si je prend une sphère comme ça. Et puis ce que je vais faire c'est que je vais enlever l'air qu'il y a à l'intérieur. J'ai quelque chose qui permet de la connecter à ça (*pour enlever l'air*). Donc je vais la connecter et enlever l'air qu'il y a dedans. Alors vous avez vu une pompe la dernière fois, ça c'est pareil. Tu veux bien m'aider à le mettre ? Donc je fais le vide. Et vous voyez quand je fais le vide, regardez ce qui arrive à mes tuyaux (*ils s'aplatissent*). Je continue quand même à faire le vide.
383	41'	Je vois une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. Donc si je fais le vide, est-ce que ça appuie à l'intérieur ? Qu'est-ce qu'il se passe de l'intérieur à l'extérieur ?
384	Ad	Ben ça pousse sur l'extérieur.
385	J.L	C'est l'autre qui appuie.
386	E.B	J'ai une pression moins importante dedans que dehors. Doc l'extérieur appuie plus que l'intérieur. Et qu'est-ce qui compense ?
387	M	La coque.
388	E.B	La coque. Vous avez vu c'est du métal et elle est balaise hein. Et si on fait ça avec une bouteille ben on va essayer après.
389	J.L	Non pour la faire péter je pensais.
390	E.B	Bon allez, on va dire que c'est bien. Donc je ferme l'arrivée pour la rendre indépendante de ce truc. Et maintenant qu'est-ce qu'on fait ?
391	J.L	On essaye de séparer les deux parties.

392	E.B	Adrien et J.L essayez.
393	J.L	Oh oh !
394	Ad	Tu vas voir il va y avoir une fuite et on va se retrouver le cul par terre !
395	E.B	Vous faites attention au cas où elle s'ouvre.
396	A	Vous n'avez pas de force !
397		*Rires généraux.*
398	E.B	Allez-y.
399	A	Je sais que je ne peux pas, c'était une blague.
400	E.B	Essayez entre vous. Ca c'est une expérience qui a été faite pour la première fois à Magedebourg. C'est les premiers à avoir fabriqué des pompes. Pour fabriquer une pompe il fallait avoir compris comment ça marchait une pompe à air. Donc ils ont construit une première pompe, et une fois qu'ils ont eu une première pompe et ben ils ont pompé évidemment. Et ils voulaient tester ça.
401	J.L	C'est à la Renaissance non ?
402	E.B	Euh c'est dans les années 1700, oui c'est Pascal. Tenez, vous n'avez pas essayé.
403	C	Et le robinet.
404	E.B	Alors effectivement maintenant si j'ouvre le robinet, qu'est-ce que je vais faire ?
405	J.L	Faire rentrer l'air.
406	E.B	Je fais rentrer l'air. Est-ce que je pourrai voir l'air ?
407	C	Non.
408	J.L	Il faut mettre quelque chose devant.
409	E.B	Par exemple si j'avais…
410	P	Le ballon.
411	E.B	Ah oui pas bête.
412	C	Mais le ballon il va rentrer dedans.
413	E.B	Oui mais je vais mettre quelle quantité d'air ?
414	C	La quantité d'air du ballon.
415	E.B	Et dans mon ballon…
416	Ad	Il suffit de le gonfler plus.
417	E.B	Je le gonfle beaucoup le ballon, donc normalement est-ce qu'il devrait rentrer dedans ?
418	C	Non.
419	J.L	Si il y a assez d'air non.
420	E.B	Ou je ne suis pas très douée ou le ballon est costaud.
421		*E.B met le ballon gonflé sur l'ouverture de la sphère puis ouvre l'ouverture.*
422		Bon vous avez vu le ballon qui s'est dégonflé. Donc il y a bien de l'air qui est entré, la sphère se détache.
423	Ad	C'est bien parce que si tu ne prends que la partie où tu pompes l'air tu peux…
424	E.B	Redites-moi ça.
425	Ad	Quand on prend qu'une moitié, la moitié où on peut pomper, on l'accroche au plafond et qu'on enlève l'air on peut pendre quelqu'un.
426	E.B	Donc vous disiez Adrien que vous voudriez vous mettre au plafond ? *E.B lui tend une ventouse.*
427	Ad	Ouai mais avec ça euh…
428		*Ahah.*
429		Je veux bien mais c'est le faux plafond qui va trinquer.
430	E.B	Alors maintenant l'effet ventouse. Qu'est-ce qu'on fait ?
431	Ad	On expulse l'air.

432	E.B	Est-ce qu'on a expulsé de l'air ?
433	Ad	Ben non on peut pas. Sur la table c'est mieux que par terre.
434	E.B	Alors qu'est-ce que je fais ? Là au début j'ai…
435	Ad	De l'air.
436	E.B	J'ai une certaine quantité d'air dedans. Et puis qu'est-ce que je fais quand j'appuie ?
437	P	On le sort.
438	Ad	On l'expulse.
439	E.B	Voilà donc là ça tient comme ça. Et ce que je vais faire c'est que je vais…
440	Ad	Soulever la table.
441	E.B	Je vais tirer dessus et quand je tire dessus qu'est-ce que je fais ?
442	Ad	Je soulève la table.
443	E.B	Et pourquoi ?
444	Ad	Parce qu'il y a le vide et que la pression elle pousse.
445	E.B	Alors je vous laisse réfléchir tous. Par petits groupes ou tout le monde.
446	J.L	Ben elle est plus faible à l'intérieur.
447	E.B	Là pour le moment est-ce qu'elle est plus faible à l'intérieur ?
448	C	Pour l'instant à ca niveau là non.
449	Ad	C'est quand tu tires que tu fais baisser la pression.
450	E.B	Alors quand on tire qu'est-ce qu'on fait ?
451	Ad	On augmente le volume.
452	E.B	On essaye d'augmenter le volume.
453	Ad	Et donc on fait baisser la pression.
454	E.B	Donc ce que vous me dites c'est que la variation de… Ce que vous êtes en train de me dire c'est que quand j'essaye d'augmenter le volume ça fait changer la pression à l'intérieur. Et la variation de pression elle est liée à quoi ? Au fait que vous tiriez. Vous tirez donc vous exercez un...
455	J.L	Force.
456	E.B	C'est vous qui exercez une force dans ce sens là (*vers le haut*). Et donc là évidemment c'est connecté à la table donc vous tirez et puis éventuellement elle suit. Mais si vous avez votre canalisation en dessous et bien s'il y a de l'air dans votre canalisation, s'il y a quelque chose qui bouche, ben quand vous tirez, l'ensemble essaie de suivre. Et comment faire pour l'enlever la ventouse sans s'embêter ? On essaie de faire rentrer de l'air. Et si on essaye de faire rentrer de l'air qu'est-ce qu'on fait ? On égalise les pressions. Alors la différence avec ma sphère de ... c'est quoi ? Ici c'est du...
457	M	Métal.
458	E.B	Ca n'est pas déformable alors qu'ici je joue sur la déformation.
459	Vidéo M2U01200 du 10 novembre.	
460		*La ventouse passe de table en table pour essayer.*
461	J.L	Les carrossiers qui ont une ventouse, euh par contre ils ont un système pour faire rentrer l'air sinon tu la décolle plus. Enfin c'est des câbles…
462	E.B	Je ne sais pas.
463	J.L	Enfin sur la mienne il y a des câbles.
464	E.B	Ah des câbles avec un effet de levier pour…
465	J.L	C'est impressionnant surtout sur la peinture impossible à…
466	E.B	Vas y raconte à tout le monde.

467	J.L	Quand tu as des bosses où la peinture n'a pas été abimée sur des carrosseries, ils font ça avec une ventouse hein.
468	Ad	Oui la ventouse à poignet qu'ils tirent.
469	J.L	Et ça revient pas mal. Mais il faut que tu puisses y aller, c'est ça qui est chiant…
470	Ad	Penche le bâton Estelle !
471	E.B	Ca va ? Donc, vous voyez, on a expliqué un certain nombre de phénomènes. Alors, on a associé pour le moment, on a associé... mais c'est un autre phénomène. Si on mesurait des choses avec un manomètre... Ben voilà, quand je comprime de l'air qu'est-ce qu'il se passe au niveau de la pression ?
472	Ad	Elle augmente.
473	E.B	Comment je peux voir ça ? Qu'est-ce qu'il se passe ici ? Pour le moment j'ai de l'air à pression atmosphérique (dans le tuyau), donc le niveau d'eau est le même des deux cotés vous êtes d'accord ?
474	M	C'est équilibré.
475	E.B	Qu'est-ce qu'il se passe si je le met ici ? (*l'air est comprimé d'un coté du tuyau grâce à une seringue*).
476	Ad	La pression change.
477	E.B	Comment je vois que la pression change ?
478	Ad	Parce qu'il est comprimé.
479	E.B	Alors je l'ai comprimé, sauf que évidemment j'ai envie de dire que la variation d'air dans mon tube est toute petite. Donc il faudrait que ça soit très fin ici et très gros ici pour vraiment dire les choses. Parce que là, il y a une partie de l'air qui est passée dedans. Mais globalement, ce que je constate, c'est que la pression augmente. Je diminue le volume, la pression augmente. J'augmente le volume, la pression diminue. Il y a un lien pour un gaz, entre la pression et le volume. Et si on veut faire des manipulations propres, on poserait que le produit de la pression par le volume reste constant. PV=cste à une température donnée. Ok ? Vous aviez déjà appris ça à l'école ? Le produit de la pression par un volume ça reste une constante. Ca maintenant ça vous permet... Est-ce que vous faites le lien entre ça et votre paquet de chips ?
480	Ad	Ouai !
481	E.B	Alors expliquez-moi.
482	Ad	La pression reste constante dans le paquet de chips.
483	E.B	Est-ce que la pression reste constante dans le paquet de chips ?
484	Ad	Ben entre en bas et en haut oui. C'est la même pression dans le paquet. Et en montant la pression descend donc ça pousse…
485	J.L	Oui puisqu'il est fermé le paquet.
486	Ad	Et donc quand je descends sous l'eau…
487	E.B	Attendez ! Vous allez me raconter des choses, vous allez me raconter votre explication et puis les autres ils vont dire si ils sont d'accord ou pas. Alors vous m'avez dit que le paquet de chips avec l'altitude il gonflait.
488		*E.B fait un schéma au tableau.*
489	Ad	C'est une montagne et un soleil.
490	E.B	Oui et ça c'est mon paquet de chips.
491	E.B	Alors, si on vous demande d'expliquer le phénomène qu'est-ce que vous dites ?
492	M	La pression est moins élevée en altitude.
493	E.B	La pression est comment en altitude par rapport à la pression d'en bas ?
494	M	Moins élevée.
495	E.B	Elle est moins élevée. Et donc si je met ici la pression au niveau de la mer, qu'est-ce que je dis de la pression ?
496	A	Elle est plus forte.

497	Ad	Elle diminue.
498	E.B	La pression en altitude elle est comment par rapport à celle du niveau de la mer ?
499	M	Elle baisse.
500	E.B	Inférieure à la pression de la mer. Qu'est-ce que vous pouvez dire d'autre ?
501	A 5'	Ben dans le sachet il y a la pression de la mer.
502	E.B	Dans le sachet ici il y a la pression de la mer vous êtes d'accord ?
503	A	La pression de la mer elle reste dans le paquet et elle va pousser, vu que la pression externe sera plus faible.
504	E.B	Je n'ai pas compris ce que vous me dites. Les autres vous avez compris ?
505	Ad	Oui.
506	M	Oui en fait c'est…
507	E.B	Donc vous voulez que j'écrive quoi ici ? A l'extérieur ici j'ai la pression à cette altitude. A l'intérieur je mets quoi ?
508	A	Pression mer.
509	M	Comme la pression est plus élevée elle va chercher à sortir pour s'équilibrer.
510	E.B	Pour s'équilibrer ?
511	M	Comme avec les avions.
512	E.B	D'accord. Et donc ?
513	M	Parce que le plastique il était déformable.
514	E.B	Le sachet n'était pas totalement gonflé, il est un peu déformable donc il gonfle. Mais alors donc vous me dites que la pression à l'intérieur du sachet est différente de la pression à l'extérieur du sachet quand je suis en altitude et qu'il est gonflé mon sac ?
515	M	Oui.
516	J.L	Ah non, s'il est gonflé il est à l'équilibre. Ah oui, non, c'est le sac qui fait la différence.
517	Ad	Ben non, il est à l'équilibre vu qu'il a augmenté son volume pour voir diminuer la pression à l'intérieur.
518	A	Et oui c'est ça.
519	J.L	Oui mais il y a le sac, il fait comme dans le sous-marin.
520	Ad	Mais le sac il est déformable.
521	J.L	Oui mais jusqu'à un certain point. Là t'es plus dans la zone de déformation du sac puisqu'il est gonflé.
522	Ad	Mais non mais ton sac il n'est pas gonflé quand tu le prends…
523	J.L	Ah ben non, en montagne il est gonflé.
524	Ad	Oui mais tu montes tu montes tu montes, la pression elle baisse donc à l'intérieur l'air il fait augmenter le volume…
525	J.L	Oui oui mais d'accord mais le sac a un rôle dedans.
526	Ad	Oui oui le sac, il y a la pression qui pousse pour s'équilibrer, donc le volume du sac il grandit et donc la pression s'égalise.
527	J.L	Et non, la pression elle n'est pas égale puisqu'il y a la résistance du sac.
528	E.B	Alors je mets quoi à l'intérieur ? Je mets toujours pression de la mer ou je mets autre chose ?
529	Ad	Ben pression inférieure à la pression de la mer mais pas forcément la pression de l'altitude.
530	A	C'est égal à la pression de l'altitude.
531	Ad	Pas forcément, ça dépend du coefficient de remplissage d'air de ton sac.
532	A	Oui mais si le sac il n'a pas éclaté c'est que…
533	E.B	Alors si on considère que le sac a suffisamment d'espace pour se déformer. Si j'avais un sac très peu rempli et qu'il a gonflé mais qu'il lui reste encore de l'espace pour pouvoir gonfler ?

534	Ad		Ah ben la pression de l'altitude est égale à la pression dans le sac.
535	E.B	8'	D'accord.
536	A		Le volume il a augmenté.
537	E.B		Vous en pensez quoi Estelle et Mariska ? Je vous sens très silencieuses et surtout vous ne me demandez rien.
538	M		C'est ça.
539	J.L		C'est-ce qu'on a vu tout à l'heure dans la seringue, quand le volume augmente, on a dit un truc tout à l'heure sur les gaz.
540	Ad		Oui. Quand le volume augmente, la pression diminue.
541	J.L		Oui voila.
542	E.B		Alors comment je pourrais faire pour savoir ?
543	Ad		On monte un manomètre en altitude.
544	E.B		On branche un manomètre sur notre paquet de chips et puis on vérifie bien qu'au niveau de la mer la pression dans le paquet de chips c'est bien la pression du niveau de la mer et puis on monte et on voit.
545	Ad		T'arrives à Valberg, tu sors ton paquet de chips le manomètre…
546	J.L		Il faut le paquet de chips avec le manomètre intégré.
547	E.B		Alors, on trouverait effectivement que la pression dans le paquet de chips c'est la pression de l'extérieur. Si on n'a pas équilibre entre les pressions, qu'est-ce qu'il se passe ?
548	J.L		Eclatement.
549	E.B		Ca pousse plus d'un coté que de l'autre, tant que ça pousse plus d'un coté que de l'autre ça…
550	Ad		Ca gonfle.
551	E.B		Ca bouge, il n'y a pas équilibre des forces. S'il n'y a pas équilibre des forces quelque part, alors évidemment au bout d'un moment il peut y avoir la résistance du paquet qui compense comme tout à l'heure dans le sous-marin.
552	Ad		Et si ça compense pas il éclate.
553	E.B		Et si ça ne compense pas ou si ça finit par ne plus compenser, le paquet de chips il éclate. Donc attention ! Si on vous pose ce genre de question, la réponse intuitive n'est pas forcément la bonne hein. Ca gonfle pour qu'on ait toujours équilibre des pressions. Et quand je prends une bouteille d'eau, que j'ai bu en altitude et que je redescends au niveau de la mer qu'est-ce qui arrive à ma bouteille ?
554	J.L		Elle s'écrase.
555	E.B		Elle s'écrase. Comment vous expliquez ça ?
556	Ad		Parce que la pression dans la bouteille, ça doit compenser, donc elle perd de son volume pour augmenter la pression.
557	E.B		Vous êtes d'accord ? Et maintenant dans ma bouteille j'ai quoi comme pression ?
558	Ad		La pression de la mer.
559	J.L		Ah mais elle est vide la bouteille.
560	E.B		Oui c'est une bouteille sans eau. Parce que, qu'est-ce qui se passe avec de l'eau ?
561	J.L		Ah ben le volume ne change pas.
562	E.B		Est-ce que le volume change avec de l'eau ?
563	J.L		Ben non.
564			*E.B prend la seringue remplie d'eau.*
565	E.B		Si j'appuie qu'est-ce qu'il se passe ?
566	J.L		Rien du tout.
567	E.B		Donc il y a une différence entre un liquide et un gaz.
568	Ad		Et si on comprime assez un liquide il ne peut pas devenir solide ?

569	E.B		Alors, effectivement on va voit apparaitre un solide. Mais à l'œil on ne voit pas. Ca va tout ça ? Donc pour un gaz la pression et le volume sont liés et si on jouait à trouver la relation, on trouverait que la relation c'est le produit de la pression fois le volume qui est une constante. Cela on s'en rendrait compte si on reste à température constante. Avec la température, qu'est-ce qu'il se passe pour un gaz ?
570	Ad		Il gonfle, il se dilate.
571	J.L		Augmentation ou diminution ?
572	E.B		Ah ben voila, il demande dans quelles conditions.
573	Ad		Si la température augmente.
574	E.B		Ah ben voila, il faut tout dire. Si vous me dites juste que le volume augmente.... Donc vous avez déjà vu ça que le volume d'un gaz variait avec la température.
575	J.L	12'42	C'est pour ça que l'hiver quand il fait froid, les chips, ils ne gonflent pas du tout le paquet.
576	E.B		Possible qu'il y ait une différence à ce niveau là. Donc on a deux phénomènes, on a un lien entre la pression, le volume et la température. Le produit de la pression par le volume c'est une constante fois la température, c'est-ce qu'on trouverait si on avait fait toutes les manips. Ca ça a été fait il y a quelque temps déjà, par des gens qui s'appellent Laplace, G et Boyle. Ce sont les gens qui ont travaillé pour construire cette loi.
577	Vidéo M2U01201 du 10 novembre.		
578	E.B		Bon on n'aura pas fait tout ce que j'espérais faire mais ce n'est pas grave. Enfin ce n'est pas grave, c'est comme ça. Simplement je voudrai qu'on revienne sur les expériences qu'on a faites et qu'on avait expliquées la dernière fois... à partir de quelle loi ? Qu'est-ce qu'on avait construit vous vous souvenez ?
579			*E.B a le matériel sur sa table: aquarium, bouchon et pot.*
580	M		L'air ne peut pas sortir.
581	E.B		Pour que de l'air sorte il faut que de l'eau rentre. Et puis on avait construit autre chose aussi, l'air occupe…
582	Ad		Occupe le volume du pot.
583	E.B		Non on n'avait pas dit ça, on avait dit que l'air occupait de l'espace. Je voudrais qu'on revienne sur cette manip (*le bouchon est à la surface de l'eau, le pot est enfoncé verticalement dessus au fond de l'eau et le bouchon reste à l'ouverture du pot*). Comment on avait expliqué les choses Adrien ? Ca il faut que vous puissiez redire les formulations comme ça.
584	Ad		Comme l'air doit sortir pour que l'eau rentre, non…
585	A		L'air ne peut pas sortir.
586	Ad		Donc le bouchon reste à la surface de l'eau.
587	E.B		L'air ne peut pas sortir c'est-à-dire que vous m'avez dit qu'il y avait de l'air…
588	Ad		Dans le pot.
589	E.B		Dans le pot. L'air ne pouvait pas sortir et donc l'eau ne pouvait pas rentrer. Est-ce qu'on pourrait maintenant aller plus loin dans cette manipulation ?
590	Ad		C'est-à-dire ?
591	E.B		C'est-à-dire, à votre avis est-ce qu'il se passe la même chose si je l'enfonce à 5cm de profondeur ou à 10m de profondeur dans une piscine ?
592	Ad		Ben non c'est une histoire de pression.
593	E.B		Qu'est-ce qu'il va se passer de différent et comment vous pouvez l'expliquer ?
594	Ad		La pression va augmenter.
595	E.B		La pression de quoi ?
596	J.L	3'	La pression de l'eau sur l'air.
597	Ad		La pression exercée sur le pot va augmenter en fonction de la profondeur.
598	E.B		Oui, donc la pression exercée sur le pot augmente…

599	C	Le bouchon va monter.
600	A	Le bouchon va monter puisque l'air va…
601	J.L	Pour équilibrer la pression il faut que le volume de l'air diminue à l'intérieur pour diminuer la pression.
602	C	L'eau fait remonter le bouchon.
603	J.L	Donc le bouchon va un peu monter.
604	E.B	Vous êtes d'accord ? Donc ce que vous me dites c'est que quand on va plus profond, la pression dans le liquide augmente et ce que vous me dites c'est que la pression dans le liquide elle va être comment dans le pot ?
605	A et J.L	La même.
606	E.B	Quelle est la différence avec le sous-marin ?
607	Ad	Il y a un trou en dessous.
608	E.B	Oui.
609	Ad	Comme la pression s'exerce sur tout l'ensemble du pot, dont l'ouverture, l'eau va monter.
610	E.B	Quelle est la pression au niveau de mon bouchon ?
611	M et Ad	La même que l'eau.
612	E.B	Que l'eau ici ?
613	M	Oui.
614	Ad	C'est la même partout.
615	E.B	Est-ce que c'est la même partout dans l'eau ?
616	J.L	Non puisque c'est la hauteur qui définie la pression.
617	E.B	C'est la hauteur qui définit la pression. On a dit que dans l'eau c'était plus flagrant et qu'on en prenait plus compte que dans l'air. Donc la pression de l'eau au niveau de l'ouverture du pot c'est la même que la pression au même niveau dans l'aquarium. Vous êtes d'accord ? Puisque la seule chose qu'on a mise en évidence, c'est que c'était lié à la hauteur. Est-ce que ça va ça ? Donc la pression au niveau de la surface c'est la même que la pression au niveau de l'aquarium mais au même niveau.
618	EB 5'	Et la pression de l'air ?
619	J.L	Ben elle est la même aussi.
620	A	C'est pareil que l'eau.
621	E.B	C'est pareil que la pression de l'eau parce que si ce n'était pas la même, qu'est-ce qu'il se passerait ?
622	J.L	L'air sortirait.
623	A	Ca aurait compensé donc le bouchon serait remonté ou alors…
624	E.B	Vous êtes d'accord ? Donc la pression de l'air dans mon petit pot, c'est la même que la pression de l'eau. La pression de l'air ici, c'est quoi (*pot à la surface de l'aquarium*) ?
625	C	C'est la même que la pression de l'eau.
626	E.B	Et c'est la même que la pression autour de nous. Autour de nous, on va appeler ça la pression atmosphérique. Donc la pression à la surface de l'eau c'est la pression…
627	J.L	Atmosphérique.
628	E.B	Atmosphérique et c'est la même qu'il y a dans le pot. Ici maintenant, la pression dans le pot elle est comment par rapport à la pression de dehors ?
629	J.L	Plus forte, plus élevée.
630	E.B	Vous êtes d'accord ?
631	Tous	Oui.
632	E.B	Elle est plus élevée pourquoi ?
633	M	Ben parce qu'il y a plus d'eau.

634	J.L	Parce qu'on est descendu.
635	E.B	Parce qu'on est descendu. Parce que maintenant cette hauteur d'eau… Donc vous me dite que si je m'enfonce plus bas, le bouchon va remonter. Et qu'est-ce qu'on va utiliser pour faire ça ?
636	Ad	Parce c'est la compensation de la pression et les bulles d'air…
637	E.B	Ca veut dire quoi la compensation de la pression ?
638	Ad	La pression dans le pot doit être la même qu'à l'extérieur du pot.
639	E.B	D'accord la pression doit être la même à l'intérieur et à l'extérieur du pot, et donc ?
640	Ad	Donc le volume va rétrécir.
641	E.B	Est-ce qu'on pourrait prévoir la variation de volume ?
642	Ad	Ben oui avec PV=nRT.
643	E.B	Est-ce que j'ai besoin de PV=nRT ?
644	Ad	Peut être.
645	A	Non c'est égal à la variation de pression.
646	E.B	J'ai besoin de PV=cste parce que je reste à la même température. Donc si j'écris que p1v1=p2v2, je connais P1, je peux calculer…
647	Ad	V1.
648	E.B	Alors je connais P1, je connais V1. Je connais la pression atmosphérique et le volume du pot. Si je descends au fond qu'est-ce que je peux calculer ? Je peux calculer…
649	J.L	La pression de l'eau.
650	E.B	Je peux calculer la pression de l'eau. Je peux calculer P2. Et puis comme je dis que c'est la même chose que la pression de l'air, il ne me reste plus ensuite qu'à trouver V2. J'ai P1, j'ai V1, j'ai P2, je peux trouver V2. Donc est-ce que je peux formuler autrement que tout à l'heure, ce qu'il se passe pour mon bouchon pendant que j'appuie avec le pot ?
651	8'	Tout à l'heure je disais que l'air occupe de l'espace et qu'il empêche l'eau de rentrer. Maintenant qu'est-ce que je peux dire ?
652	Ad	C'est selon la pression.
653	J.L	L'air occupe un volume plus ou moins grand dans le pot en fonction de la pression, en fonction de la hauteur, de la profondeur à laquelle on va faire descendre la pot.
654	E.B	Et ça, c'est-ce que je peux dire autrement, c'est, à cette profondeur là, l'air occupera tel volume et s'il occupe tel volume, le bouchon se trouve à…
655	J.L	Tel endroit.
656	E.B	Telle hauteur. Donc ce que je peux faire maintenant, c'est exprimer les choses en estimant la hauteur du bouchon dans le pot. Et avec une variation de hauteur de l'eau de 10cm, et ben à l'œil nu, sans faire le calcul qu'est-ce que je peux dire ? La variation de pression est elle importante ?
657	Ad	Non.
658	E.B	Non je ne la vois pas. Donc si je fais le calcul et que je trouve une variation de volume importante ça veut dire quoi ?
659	M	Que la pression a beaucoup changé.
660	E.B	Ca veut dire que la pression a beaucoup changé ? Si je fais le calcul dans cette situation là et si je trouve que la variation de volume dans mon pot, au début il faisait 80ml et à la sortie il fait 40ml qu'est-ce que j'en conclus ?
661	J.L	Qu'on s'est trompé.
662	E.B	Et on s'est trompé où ?
663	Ad	Ben dans le calcul.
664	E.B	Dans le calcul ou dans l'expérience ?
665	A	Dans le calcul.
666	E.B	Oui.

667	A	Mais si on ne descend qu'à cette hauteur ?
668	E.B	Alors je prends mon pot, je fais toujours la même expérience, simplement maintenant au lieu de formuler en disant qu'il y a de l'air dans le pot qui empêche l'eau de rentrer, maintenant ce que je dis c'est que je suis vachement fort parce que j'ai appris des choses en plus sur la pression et donc ce que je vais faire c'est que je vais calculer le volume d'air dans mon pot à cette profondeur là d'accord ? Et comment je fais le calcul ? Je fais le calcul en disant ben je sais que là, maintenant, la pression dans mon pot est la pression atmosphérique, je sais que le volume de mon pot c'est 80ml, donc j'ai 80ml d'air à la pression atmosphérique. Et puis quand je suis ici, maintenant, comme je suis à 10 cm sous l'eau je sais que la pression ici dans mon liquide est... je fais mon calcul. Tout à l'heure on avait dit que 1m c'était 10 000 Pascal donc 10 cm c'est 1000 Pascal. Donc j'ai augmenté ma pression de 1000 Pascal, je sais que la pression ici, c'était 103 000 maintenant c'est 104 000. Donc je connais la pression, bah je connais P1V1, je connais P2. J'écris que le produit de la pression par le volume c'est constant donc je vais trouver le volume de mon petit pot.
669	11'09	Et puis du coup je vais dire où se trouve le bouchon. Et puis quand je fais mon calcul je trouve que ça fait 40 ml. Donc si l'air fait 40 ml ça veut dire que le bouchon il va être au milieu. Donc j'écris ça et je fais l'expérience. Et je constate qu'avec l'expérience euh... Donc à qui je fais confiance ?
670	Ad	A l'expérience.
671	E.B	Et j'en conclu quoi ?
672	Ad	Que mon calcul est faux. Oui, que vous vous êtes trompé dans votre calcul. Oui Mariska ?
673	M	Oui.
674	E.B	Vous n'avez pas tout compris ?
675	M	Si si.
676	E.B	Bon alors ça, c'était la première expérience qu'on a faite. Maintenant si j'ai envie d'expliquer cette expérience (*avec une bouteille*)? J'explique de la même façon. Maintenant, comment j'explique le fait qu'en ouvrant le bouchon… Comment je fais pour faire remonter le bouchon ? Qu'est-ce qu'on a dit ?
677	Ad	On ouvre l'autre bouchon.
678	E.B	On ouvre le bouchon de la bouteille. Alors, comment je peux expliquer ça, maintenant en utilisant d'autres termes ? Tout à l'heure ce que je disais c'est quoi ? Je fais sortir de l'air et l'eau…
679	Ad	Rentre.
680	E.B	Prend sa place. Alors maintenant je vais expliquer ça en termes de pression.
681	Ad	On diminue la pression.
682	A	On diminue le volume de l'air.
683	Ad	Non on diminue la pression dans la bouteille.
684	E.B	Alors là, pour le moment, l'air il est comment par rapport à l'air extérieur ?
685	Ad	Il est à la pression de l'eau.
686	E.B	Il est à la pression de l'eau en bas.
687	Ad	En ouvrant le bouchon, on diminue la pression à l'intérieur de la bouteille et avec la pression de l'eau, l'eau monte.
688	J.L	Comme la pression de l'eau est supérieure, ben forcément l'eau va monter.
689	Ad	Et elle s'arrêtera à la surface de l'eau parce qu'à la surface de l'eau la pression elle est égale…
690	J.L	Elle s'équilibre. En fait au fur et à mesure que l'eau monte, la pression de l'eau diminue puisque l'eau remonte jusqu'à ce qu'elle arrive à l'équilibre.
691	E.B	Alors là pour le moment la pression de l'eau quand ça monte, ça je n'en sais trop rien. Mais là, déjà. Là, ce qu'on dit c'est quoi ? C'est que quand j'ouvre le bouchon qu'est-ce qu'il se passe ? L'air ici il est dans quel état ? Il est…
692	Ad	Il est sous pression.
693	J.L	Il est à une pression de l'eau…

694	Ad	Il a une pression plus élevée…
695	E.B	D'accord il a une pression plus élevée que l'air qui est autour, il est donc comprimé. Et donc quand j'ouvre le bouchon qu'est-ce qu'il se passe ?
696	M	Je déprime.
697	E.B	Je déprime c'est-à-dire que…
698	Ad	Ben on décomprime l'air qu'il y a dedans.
699	E.B	De façon à avoir quoi ?
700	Ad 14'	Une pression égale à la pression atmosphérique.
701	E.B	D'accord donc je vais vers l'équilibre des pressions. Donc pour avoir un équilibre des pressions, de l'air d'ici va sortir. Pourquoi ? Parce que…
702	Ad	P1V1=P2V2.
703	E.B	Voilà. Là j'ai une pression supérieure à la pression atmosphérique, j'ai un volume qui est-ce qu'il est, si je veux récupérer une pression égale à la pression atmosphérique, quel volume d'eau je dois avoir ? P1V1 divisé par P2 et je trouve le volume. Et je vais trouver quoi comme volume ?
704	Ad	Le petit haut de la bouteille.
705	E.B	Donc quand j'équilibre les pressions… Donc quand j'ouvre ça permet aux pressions d'être équilibrées et quand est-ce que j'ai l'équilibre ? Comme vous le disiez très justement…
706	Ad	A la surface de l'eau.
707	E.B	Oui. L'eau à la surface, partout il y a l'eau qui est à la même pression que l'air. Ca va ? Et maintenant ? (*le bouchon est au dessus de la surface de l'eau de l'aquarium dans la bouteille*). Comment on explique ça ?
708	J.L	Et ben parce que l'eau… Puisque quand on descend, la pression augmente, quand on est au niveau de l'eau la pression est équilibrée.
709	E.B	Equilibrée avec quoi ?
710	J.L	Avec l'air.
711	E.B	Avec la pression atmosphérique.
712	J.L	Et si on fait ça, la pression de l'eau est maintenant plus faible que la pression atmosphérique.
713	E.B	Vous êtes d'accord ?
714	J.L	Si on applique le principe… Si on dit que c'est la hauteur, oui on prend la colonne d'eau qui est là, puisque là on est à l'équilibre avec l'air, au dessus forcément la pression est plus faible. On pourrait la calculer la hauteur.
715	Ad	Je suis d'accord.
716	E.B	Est-ce que vous avez déjà compris l'autre version ? On refait l'autre version (*bouchon plus bas que le niveau de l'eau*). Ce qu'on a dit ici, c'est que la pression de l'air dans la bouteille est égale à la pression de l'eau à quel endroit ? Au niveau du bouchon. Qui est plus important que la pression atmosphérique. Il y a ça de hauteur de plus d'eau dessus. C'est la pression de l'air plus cette hauteur là d'eau. Et donc quand j'ouvre la bouchon, ben j'ai de l'air ici qui est de pression supérieure à la pression extérieure, quand je les met en contact qu'est-ce qu'il se passe ? Les pressions entre la bouteille et l'extérieur s'équilibrent. Et quand elles s'équilibrent, comme la pression ici est plus importante, une partie de l'air qu'il y avait dans la bouteille va partir. Ca part jusqu'à quand ? Jusqu'à ce que j'ai ici la même pression qu'à l'extérieur.
717	17'05	La même pression qu'à l'extérieur c'est-à-dire que le niveau de l'eau dans la bouteille va être le même que le niveau de l'eau à l'extérieur de la bouteille. C'est-à-dire que tout va se retrouver au niveau de l'eau de l'aquarium. C'est bon ? Alors maintenant je ferme le bouchon et je soulève la bouteille. Je soulève la bouteille je tire dessus. Maintenant qu'est-ce qu'il se passe ?
718	Ad	Alors, on était à pression atmosphérique quand on était en bas. Donc en montant la pression baisse. La pression d'où ? La pression d'ici ?
719	J.L	Non, non, la pression dans l'eau.

720	E.B	La pression de l'air environnant change parce que j'ai changé ma bouteille de place ?
721	Ad et J.L	Non, non.
722	E.B	Qu'est-ce qui a changé ?
723	Ad	Ben la différence entre la pression intérieure et extérieure.
724	E.B	Alors la pression intérieure elle est comment par rapport à l'extérieur ?
725	Ad	Elle est …
726	A	Plus élevée.
727	E.B	Elle est plus élevée ? La pression à l'intérieur est plus grande que la pression à l'extérieur ?
728	J.L	Et non elle est plus faible.
729	E.B	La pression à l'intérieur de la bouteille est plus grande que la pression atmosphérique ?
730	J.L	Ben non.
731	Ad	Ben si.
732	E.B	Non pourquoi et oui pourquoi ?
733	J.L	Et non parce que si on applique la règle qu'on a appliquée tout à l'heure sur l'eau. Si on dit qu'à la surface de séparation de l'eau et de l'air est à l'équilibre, et si quand on descend la pression augmente, quand on monte dans la colonne d'eau, dès qu'on a dépassé l'horizon, la pression va baisser puisqu'on applique le même principe.
734	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ? Donc vous me diriez du coup qu'à ce niveau là, la pression est plus…
735	J.L	Plus faible.
736	E.B	Plus faible qu'à l'extérieur. Donc ici l'air est ? Le contraire de comprimé il est…
737	E.B.	Il est détendu. C'est-ce que vous me dites ? Et est-ce que je peux calculer la pression de l'air ici ?
738	J.L	Oui en se servant de la colonne d'eau.
739	E.B	C'est-à-dire que la différence entre la hauteur ici la hauteur là c'est égal à… Alors la différence de pression, excusez moi ! La différence de pression entre ici et ici c'est égal à la hauteur de la colonne d'eau. Enfin c'est la hauteur fois la masse volumique de l'eau fois g vous êtes d'accord ? La pression ici, est-ce que je la connais ?
740	Ad	Oui.
741	E.B	Ca vaut quoi ? La pression atmosphérique. Donc j'ai quelque chose que je ne connais pas moins quelque chose que je connais qui est égal à la hauteur que je mesure fois la masse volumique de l'eau fois g. Donc est-ce que je peux retrouver la pression ici ?
742	Tous 20'	Oui.
743	E.B	Et je vais trouver une pression plus faible que la pression atmosphérique. Là, l'air est détendu. Oui parce que ce que j'ai fait c'est que j'ai tiré. Alors maintenant qu'est-ce qu'il se passe quand j'ouvre ?
744	Ad	Ben le niveau d'eau va descendre.
745	E.B	Alors pourquoi le niveau d'eau va descendre maintenant ?
746	Ad	Vu que la pression est plus faible à l'intérieur, elle va s'équilibrer et pour faire ça elle va augmenter le volume.
747	E.B	Donc pour équilibrer qu'est-ce qu'il faut que je fasse ? Donc là j'ai une quantité d'air donnée avec une pression et un volume donné. Si je veux équilibrer les pressions qu'est-ce que je peux faire ?
748	J.L	Faire rentrer de l'air.
749	E.B	Il faut que je fasse rentrer de l'air. Si je fais rentrer de l'air, là vous voyez je ne peux plus faire P1V1=P2V2. Tout à l'heure quand je l'ai sorti je n'ai rien dit mais est-ce que je pouvais le faire ? C'est à quelle condition ? A condition que la quantité d'air reste...
750	J.L	Constante.
751	E.B	Donc là je fais rentrer de l'air, et quand je fais rentrer de l'air ça permet à ce volume là de récupérer plus de pression. Donc en rajoutant de l'air la pression augmente et je veux que

		la pression ici soit la même que laquelle ? Je veux équilibrer, je veux qu'elle soit la même que dehors. Et quand elles sont les mêmes à l'intérieur et à l'extérieur qu'est-ce qui se passe au niveau de l'eau ?
752	M	Elle descend.
753	E.B	Elle redescend jusqu'à ce que ça soit au niveau de la surface. Quand j'ai récupéré mon bouchon au niveau de la surface ça veut dire qu'ici la pression est la même qu'ici. Ca appuie de la même façon. Quand je suis comme ça (bouteille relevée), ça veut dire qu'à l'intérieur aussi ça appuie moins qu'à l'extérieur.
754	J.L	Ben il faut vérifier, il faudrait qu'on ait un tube avec une pompe…
755	E.B	Alors comment on peut faire pour vérifier ?
756	J.L	Avec la seringue.
757	E.B	Oui.
758	J.L	On mettrait la seringue en haut, on laisserait l'eau se mettre au niveau de l'aquarium et puis on enlèverait de l'air et on verrait si ça monte.
759	E.B	Redites.
760	J.L 23'	On enlèverait de l'air et on regarderait…
761	E.B	On ne l'a pas fait ça ?
762	J.L	On l'a fait ça ?
763	E.B	Comment on fait pour faire monter le bouchon dans la bouteille ? Si j'enlève de l'air, l'eau prend sa place.
764	J.L	Ah oui !
765	E.B	Là, on explique les mêmes expériences en utilisant maintenant le mot pression. Et vous voyez, est-ce que c'est facile ? Et celui qui disait que le mot pression pourrait expliquer ces expériences. Ce n'est pas évident.
766	J.L	Ce n'est pas évident surtout pour la deuxième partie où l'air se détend. Mais enfin en faisant avec l'eau ça marche. C'est l'air qui gène en fait.
767	E.B	Alors, on pourrait regarder les choses avec un manomètre. Alors je vous en ai apporté un. Il vaut ce qu'il vaut mais on verra. Donc voilà mon manomètre. Est-ce que vous pouvez imaginer comment ça marche ? Donc c'est un tube avec un élastique. Quand on appuie ici (sur l'élastique), on change un tout petit peu la pression. Si on change un tout petit peu la pression, on change un tout petit peu le volume d'air contenu dedans. Et du coup comme tout à l'heure, comme tout ce qu'on a dit hein, le niveau du liquide change dans le tube. Ca va ?
768	26'	Donc qu'est-ce qu'il se passe quand je l'enfonce sous l'eau ? Qu'est-ce que vous prévoyiez qu'il se passe ?
769	C	Ca va monter.
770	E.B	Ca va monter dans le tube de gauche ou dans le tube de droite ?
771	J.L	De droite.
772	E.B	On regarde. Ca monte ?
773	Ad	C'est trop fort.
774	E.B	Alors maintenant je prends mon petit bouchon, j'enfonce ma bouteille et puis ce que je vais faire c'est que je vais le mettre au niveau de l'air dedans. Qu'est-ce que vous voyez ? Est-ce que ça change quelque chose ?
775	P	Non.
776	E.B	Je suis au niveau de l'air donc j'ai une bouteille avec de l'air qui est à la pression de l'eau. Et quand je vais ouvrir la bouteille, au fur et à mesure je vais essayer de suivre avec mon machin, est-ce que ça avance ?
777	Ad	Oui ça diminue.
778	E.B	Et maintenant je suis à quel niveau ?
779	Ad	A égalité à peu près. On est au niveau du départ.
780	E.B	Au niveau du départ, c'est-à-dire à la pression atmosphérique. Alors ben maintenant

		qu'est-ce qu'on fait ? Vas y, ferme le bouchon. Voilà donc je tire dessus. Ce que je vais essayer de faire c'est d'essayer de me mettre au niveau… Vas y, monte et qu'est-ce qu'on voit ?
781	J.L et C	Ah oui !
782	E.B	Donc je ne suis pas tout à fait au niveau du bouchon mais bon. Et puis qu'est-ce qu'il va se passer quand je vais ouvrir ? Je le laisse au même endroit le manomètre d'accord ? Qu'est-ce qu'il se passe ?
783	Ad	Rééquilibre. Il est hyper sensible.
784	E.B	C'est de l'eau. Si je monte de 10 cm ou si je descends de 10 cm ici qu'est-ce qu'il va se passer ?
785	Ad	Et si vous le mettez au dessus de votre tête ça va…
786	E.B	Là je reste dans l'air. Quand je suis dans l'air on a dit que la variation de pression était de l'ordre de combien ? La variation de pression entre l'air… Donc ce qui change c'est la masse volumique, d'un coté c'est 1g/l et de l'autre coté c'est 1000g/l. Les variations de pression, comme elles sont proportionnelles à la masse volumique, la variation sera plus forte dans l'eau que dans l'air.
787	29'	Vous êtes d'accord avec ça ? Donc on peut réexpliquer tout ce qu'on a dit en parlant de la pression. Et donc maintenant mon expérience de fin de cours de la dernière fois avec le papier transparent, je ne sais pas si il m'en reste.
788	29'24 à 30'50	*Mise en place du matériel.*
789		Alors, quand je suis ici (*sous l'eau*), la pression de l'air dans mon petit pot par rapport à la pression atmosphérique elle est comment ?
790	M	Pareil.
791	E.B	Elle est pareil que la pression atmosphérique ?
792	J.L	Elle est la même que la pression de l'eau…
793	E.B	Elle est la même que la pression de l'eau au niveau du plastique ou au niveau du bas du pot ? Tout à l'heure avec le bouchon on avait dit qu'on avait l'équilibre entre l'air et puis… On était au niveau du bouchon et le bouchon il était au niveau du bas. Donc là on doit avoir la même chose, au niveau du bas. En fait c'est un peu plus tordu que ça mais on va expliquer juste comme ça pour aujourd'hui. Quand j'avais fait un trou...
794	Ad	Rien ne se passe.
795	E.B	Rien ne se passait. Est-ce que ça, ce phénomène là, avec ce qu'on a écrit et dit, ça s'explique ou pas ?
796	Ad	Ben oui parce que le trou est tout petit.
797	A	Et non c'est parce que…
798	Ad	Et si c'est le même principe que quand on perce la bouteille et qu'on met le bouchon. A part que là c'est le contraire c'est l'eau dehors et l'air dedans.
799	J.L	Mais si tu dis que c'est la pression du fond du pot, au niveau du plastique où t'as percé la pression elle est…
800	E.B	C'est la même qu'au fond du pot.
801	J.L	Ben l'air doit bien sortir alors.
802	E.B	L'air devrait sortir.
803	Ad	Parce que le trou est petit.
804	E.B	Il y a un trou, on a vu que si on penchait ou qu'on avait la possibilité de faire sortir de l'air, l'air sortait.
805	Ad	Mais c'est parce qu'il est tout petit le trou.
806	E.B	Parce qu'il est tout petit. Si je prends une ouverture plus grande, est-ce que ça va sortir ?
807	Ad 33'	Si je fais un trou comme mon doigt.
808	E.B	Si je fais un gros trou. Si je fais un gros trou ça sort. Donc est-ce que ça on l'a expliqué ?
809	J.L et Ad	Non.
810	E.B	Donc vous voyez, on a expliqué des choses mais il nous reste encore des choses qu'on ne

		peut pas expliquer et qu'on a observées. Est-ce que nos lois fonctionnent toujours ? Elles fonctionnent dans la mesure où je dis si je mets en contact, que de l'air sort, l'eau rentre, est-ce que ça marche toujours ça ? On avait dit que pour que de l'air sorte il fallait que de l'eau rentre. Là est-ce qu'on voyait de l'eau rentrer au départ avec le petit trou ?
811	Ad	Non.
812	E.B	Donc est-ce que notre loi marchait ?
813	Ad	Non.
814	P	Oui.
815	E.B	Est-ce que l'eau rentrait ?
816	J.L	Non la loi ne marche plus.
817	E.B	La loi disait quoi ? Ce qu'on avait construit c'était que pour que de l'eau rentre il faut que de l'air sorte. Est-ce que vous voyez de l'air sortir ?
818	Ad et J.L	Non.
819	E.B	Est-ce qu'il y avait de l'eau qui rentrait ?
820	J.L	Non ah donc ca marche.
821	E.B	Donc, est-ce que ça marchait d'après vous ? Pour que de l'eau rentre il faut que de l'eau sorte. Vous ne voyez pas d'air sortir ni d'eau rentrer donc ça marchait. Simplement ce qui nous embête là c'est que en fonction de la taille du trou parfois on voit de l'air sortir et de l'eau rentrer et parfois on ne voit pas l'air sortir et là, l'eau ne rentre pas. Donc la loi marche simplement on ne comprend pas tout. Je n'ai pas invalidé ma loi simplement je ne comprends pas pourquoi parfois l'eau rentre et l'air sort et pourquoi parfois l'air ne sort pas et du coup l'eau ne rentre pas. Vous voyez ce que je fais là ? Donc ça veut dire qu'il y a une histoire de taille de trou... Ca veut dire qu'il faudra encore continuer plus loin pour expliquer le fait que suivant la taille du trou... Donc on peut dire que cette loi marche mais suivant la taille du trou l'air va sortir ou pas et l'eau va rentrer ou pas. Donc voilà ce que je mets comme limitation sur ma loi.
822	J.L	Oui mais ça regroupe un peu les histoires des sabliers avec la taille du trou et les trucs comme ça.
823	E.B	Oui il y a des trous de tailles différentes qui font que la loi s'applique toujours mais dans un cas c'est parce que de l'air rentre et dans un autre cas parce que de l'air ne sort pas. Il faudrait qu'on aille plus loin. Aller plus loin, ça voudrait dire travailler sur la tension superficielle.
824	EB 36'10	C'était la même chose la dernière fois avec la bouteille avec le trou où on voyait que parfois l'air rentrait, l'eau sortait et parfois non.
825	J.L	Ca c'est pareil que l'histoire… Comment ça s'appelle, cet insecte qui cavale sur l'eau ?
826	A	Ah oui ceux qui ont les pattes comme ça.
827	C	Les araignées d'eau.
828	E.B	Est-ce que ça va tout ça ? Alors je voudrais savoir si par rapport à ce qu'on a fait, on aurait pu rendre les choses plus scientifiques ?
829	Ad	Mais qu'est-ce que ça veut dire scientifique ?
830	M	Avec des données.
831	E.B	Avec des données c'est-à-dire ?
832	M	Mesurer la pression pour voir de combien elle augmente… Pour aller plus loin en fait.
833	Ad	Mais là c'est pareil, est-ce que des exemples rendent quelque chose scientifique ?
834	J.L	Non mais par exemple pour la pression de l'eau c'est vrai que… Non pour la pression de l'air… L'eau ça va parce qu'avec un petit modèle tu arrives à modéliser le truc…
835	E.B	Qu'est-ce qu'on a modélisé ?
836	J.L	Ben le fait qu'en descendant dans l'eau, la pression monte. Ca on l'a vérifié, on l'a calculé. Dans l'air… L'inverse est moins évident.
837	E.B	Est-ce que vous avez des idées là-dessus ou pas ? Ou on laisse tomber cette question ? Bon, allez on va passer à la suite. Alors la suite ça va être les changements d'états de la matière. Alors qu'est-ce que vous connaissez comme changement d'état ?

838	Ad	La sublimation. EB : Alors avant d'aborder les noms, quels sont les états que vous connaissez déjà ?
839	M	Gazeux.
840	A	Liquide.
841	E.B	Etat gazeux, liquide et solide. Vous savez tous ce qu'est un liquide, ce qu'est un solide et ce qu'est un gaz ?
842	Ad	Oui.
843	E.B	Alors vous allez vous mettre par petits groupes.
844	39' à 40'15	Alors là c'est un travail par petits groupes. Et je veux que vous arriviez à la fin à me donner trois définitions. On sait tous ce qu'est plus ou moins un solide, un liquide et un gaz. On prend quelqu'un qui arrive d'ailleurs, d'un pays complètement différent et qui ne sait pas ce qu'est un solide, un liquide et un gaz. C'est à dire que dans sa langue à lui ces concepts mêmes n'existent pas. Et donc ce que je voudrais que vous fassiez c'est que vous trouviez des définitions de solide, liquide et gaz qui lui permettent de pouvoir dire, comme vous, ça c'est un solide, ça c'est un liquide et ça c'est un gaz. Evidemment il est comme vous, il ne voit pas le petit petit petit. Donc les trucs qui partent sur des définitions microscopiques vous laissez tomber. Il ne voit pas plus ça que nous. Moi je ne vois pas les atomes. Vous avez le temps qu'il vous faut mais essayez d'aller le plus vite possible.
845		*Discussion par groupes.*
846	Groupe 1	
847	Ad	Le solide quand tu le poses sur un récipient, son volume ne change pas.
848	S	Solide c'est ?
849	Ad	C'est-ce qui est dur.
850	J.L	Mais si tu prends de la polenta, ça s'étale.
851	Ad	Oui mais pas des masses. Pas comme de l'eau.
852	J.L	Oui d'accord. Ah sinon tu lui dis prends une passoire, un solide ne passe pas à travers, un liquide il passe tout le temps.
853	Ad	Mais après comment tu vas différencier celui qui est solide de celui qui est liquide ?
854	J.L	Et ben comment tu veux qu'un solide passe à travers la passoire ?
855	Ad	Du sable.
856	J.L	Ah oui, merde.
857	Ad	Le liquide on n'a pas besoin de le mâcher !
858	Ad	Mais la purée on considère ça comme solide ou liquide ?
859	A	Euh liquide.
860	J.L	Non c'est solide.
861	A	Oui mais ça s'étale, tu mets un solide dans un verre ça va pas s'étaler.
862	J.L	Et oui mais si la purée c'est un solide, tu le mets dans un verre il épouse la forme de …
863	Ad	Et oui mais c'est ça le liquide épouse la forme du récipient.
864	J.L	Et le sable, il l'épouse la forme.
865	Ad	Oui mais c'est des solides divisés.
866	C	Un gaz ça occupe tout l'espace qu'on lui donne.
867	J.L	Non la gaz carbonique il n'occupe pas tout l'espace !
868	Groupe 2	
869	A	Alors solide c'est quoi ? C'est dur ! Non un solide ça ne varie pas de volume.
870	C	La pâte à modeler c'est un solide pour toi ou pas ?
871	A	Euh ah oui… Euh çan' occupe pas tout l'espace.
872	C	Et non ça c'est pour un gaz.
873	A	Ben non un gaz ça occupe tout l'espace.

874	A	Mais genre tu mets dans un verre un solide il ne va pas s'étaler.
875	C	Déjà on a un gaz occupe tout un espace.
876	A	Un liquide épouse la forme du pot, c'est ça que je cherchais à te dire depuis tout à l'heure.
877	C	Le gaz n'a pas de prise, on ne peut pas le prendre dans la main.
878	A	Un solide ne s'éparpille pas.
879	C	Il y a une prise en main.
880	Groupe 3	
881	M	Moi je dirai qu'un gaz ça se sent pas, tu ne sens pas de poids sur toi. Le liquide tu peux t'enfoncer dedans et tu peux le sentir sur ta peau. Et un solide c'est dur.
882	P	Pas forcément, c'est déformable.
883	M	Mais tu peux le prendre dans tes mains.
884	Vidéo M2U01202 du 10 novembre.	
885		*Discussion en groupe.*
886	Groupe 1	
887	J.L	Comment on pourrait définir un solide ?
888	Ad	C'est un bloc.
889	S	C'est comme de la glace.
890	Ad	Mais suivant les définitions qu'on donne là, la purée c'est liquide.
891	J.L	Je ne sais pas parce que c'est un solide quand même.
892	J.L	Comment on pourrait définir un liquide ?
893	S	On ne peut pas dire un solide c'est comme une rivière.
894	J.L	C'est liquide.
895	S	Oui et solide c'est comme en hiver.
896	Ad	Mais c'est pas une définition c'est un exemple. Et il ne faut pas donner d'exemple.
897	J.L	Quand t'ouvres un animal, les os c'est du solide, les trippes c'est du solide et dès que t'ouvres c'est du liquide.
898	Ad	Oui parce que le volume ne change pas.
899	S	C'est un bloc qui ne change pas de volume.
900	J.L	Gazeux c'est la merde.
901	Ad	La définition du gaz c'est qu'il prend tout l'espace qu'on lui donne.
902	J.L	Oui mais un liquide aussi.
903	Ad	Non vu qu'il monte pas le liquide. Le liquide il s'étend sur une surface.
904	S	Ah résistance !
905	J.L	Non mais il ne sait pas ce que c'est.
906	Ad	Le solide, on partirait sur une définition simple de toute façon.
907	J.L	Toi tu parles en terme d'espace.
908	Ad	Un liquide il occupe la surface qu'on lui donne.
909	J.L	Non mais le volume aussi.
910	Ad	Mais son volume ne changera jamais au liquide. Parce qu'il va s'étendre mais ça sera tout le temps la même équation. Un solide ne s'étend pas et un gaz prend tout l'espace qu'on lui donne.
911	Groupe 2	
912	C	Le solide on a un problème là. Qui a une prise en main.
913	A	Oui mais un liquide aussi. Un solide il ne s'éparpille pas. Au pire on lui montre des

		exemples. Un solide ça ne change pas de forme.
914	C	Ben si la pâte à modeler.
915	A	Ben oui mais c'est comme le sable on dit que ça change de forme mais le solide c'est un grain.
916	C	Qui ne change pas de volume.
917	A	Ben le liquide non plus et le gaz non plus. C'est de superficie.
918	C	Ben un liquide aussi.
919	A	Ben non vu qu'il s'étend.
920	C	Alors solide, qui a une prise en main, ne s'éparpille pas et garde la même superficie.
921	Groupe 3	
922	P	Un gaz il n'y a pas de résistance. Avec les autres états oui.
923	M	Ah oui. On ne le voit pas et on ne le sent pas au toucher.
924	P	Ouai. Mais en fait c'est même pas vrai qu'il n'y a pas de résistance. Le vent c'est quoi ?
925	M	Le vent ce n'est pas un gaz.
926	P	Mais l'air c'est du gaz. Mais le mouvement de l'air c'est du vent et donc tu sens une résistance.
927	M	Moi je dirai que c'est plutôt la force du vent.
928	P	Mais il y a un poids de l'air donc tu as un poids d'un gaz et donc une résistance.
929	5'20	
930	E.B	Vous avez fini ?
931	Tous	Oui.
932	E.B	Ok alors ce que je vous propose de faire… Vous avez chacun écrit votre définition ? Vous avez tous écrit les mêmes ? Vous vous êtes mis d'accord entre vous ?
933	Ad	Ah il faut…
934	E.B	Une définition par groupe.
935	Ad	Ah oui !
936	E.B	Donc chaque groupe écrit ses définitions au tableau.
937	6' à 11'22	*Un membre par groupe écrit au tableau les définitions.*
938	E.B	Alors définition du groupe de gauche. Un gaz c'est ce qui occupe tout l'espace, on ne peut pas le prendre avec les mains. Le liquide épouse la forme du récipient et n'a pas la même superficie. Vous voulez dire quoi par superficie ?
939	A	Ah non la surface pardon !
940	E.B	Le solide qui ne peut pas s'éparpiller come un liquide et qui garde la même surface, prise en main possible. Groupe suivant. Solide, une fois posé il ne bouge pas. Liquide, une fois posé il s'étend sur la surface sans changer de volume et gaz, il prend tout l'espace donné et son volume change. Ensuite troisième lot. Solide, on peut le tenir et le manipuler dans nos mains. Liquide, on peut aussi le sentir en le touchant mais on ne peut pas le manipuler sans l'aide d'un récipient. Gaz on ne le voit pas et on ne le sent pas au toucher. On a trois lots de définitions, est-ce qu'elles sont pareilles ?
941	Tous	Non.
942	E.B	Non elles ne sont pas pareilles. Alors, je vais vous demander maintenant par petit groupe… Dites le tout haut.
943	A	Quelle est la plus scientifique et quelle est la moins scientifique ?
944	E.B	Alors j'aimerai effectivement que vous m'indiquiez quel est pour vous, le lot le plus scientifique, quel est le lot le moins scientifique et quels sont les critères que vous utilisez pour choisir. Ca va ? Adrien est-ce que vous pourriez reformuler ce que je viens de dire ?
945	Ad 14'	Oui nous devons trouver quel est le lot le plus scientifique et dire pourquoi et sur quels critères nous nous sommes basés.
946	E.B	Et le moins scientifique. Je vous laisse faire et je voudrais que vous l'écriviez un peu en

		même temps que vous le faites. C'est par bloc hein !
947	A	Oui mais si on l'a exprimé comme ça c'est qu'on trouvait ça scientifique.
948	E.B	Oui mais vous n'aviez pas les autres. Est-ce qu'il y en a un qui vous parait plus scientifique que le vôtre ?
949	M	Mais nous, on n'a pas fait une définition scientifique, mais pour les enfants.
950	A	Oui qu'ils comprennent.
951	E.B	Je vous ai demandé de la définir pour vous entre nous là. Pour quelqu'un qui ne connait pas ces concepts là.
952	A	Mais il y le solide qui est mieux là ou le liquide mieux là, il n'y a pas de bloc bien.
953	E.B	Alors apparemment il y en a qui ont du mal. Je reprends la question, d'après vous quel est le bloc qui est le plus scientifique ? Quel est le bloc qui l'est le moins ? Dites moi les critères que vous utilisez pour choisir. Maintenant, si vous souhaitez écrire un nouveau bloc, vous êtes libres de le faire.
954	17'15 à 24'	*Discussion en groupe.*
955	E.B	Je vous propose de réécrire un nouveau bloc qui vous semble plus scientifique que tout ce que vous avez vu, maintenant que la réflexion a avancé.
956	24'30 à 29'45	*Réécriture en groupes.*
957	E.B	Vous avez fini ? Alors si vous avez fini on va commencer par ceux qui jouent avec les playmobil. Alors on revient sur tout ce sur quoi vous avez réfléchi. Alors on vous écoute. Quel est le bloc qui vous apparait le plus scientifique et celui qui vous apparait le moins scientifique ? Et expliquez pourquoi. Quels critères vous avez utilisé ?
958	C	Alors le plus scientifique on a dit que c'était le bloc 2, celui du milieu parce qu'ils utilisaient la notion de volume. Et le moins scientifique on a pris le bloc 3 parce qu'ils ne se basent que sur les sens, et que ce n'était qu'un point de vue, ce n'était qu'une vision des choses.
959	E.B	Donc c'était entre ce que vous avez fait vous et le bloc du milieu parce qu'ils utilisaient le mot volume. C'est votre seul critère ?
960	A	Comparé aux autres c'est ça qu'il y a en plus. Nous on a oublié de parler de volume. C'est une notion scientifique en plus.
961	E.B	Donc en gros c'est parce que pour vous le mot réfère à quelque chose de scientifique c'est ça ?
962	A	Oui c'est important.
963	E.B	D'accord. Alors à vous.
964	M	Alors nous on est parti du principe que nos définitions doivent être plus explicites donc on a éliminé le bloc du groupe d'Adrien parce que, une fois posé il ne bouge pas, pour nous ce n'est pas une définition. Et après par exemple pour la définition du gaz, il prend tout l'espace donné et son volume change, on dirait qu'il manque la fin de la phrase. Change quand quoi ? Change de récipient... Du coup on l'a éliminé mais pas sur des principes scientifiques, sur le principe de la définition.
965	E.B	Vous avez dit que la troisième phrase manque de précision en terme de cohérence c'est ça ? Et que la première, une fois posé il ne bouge pas qu'est-ce que vous disiez ?
966	M	Ben ce n'est pas suffisant pour une définition.
967	P 34'	Ce n'est qu'un aspect de la matière. Ca ne suffit pas.
968	E.B	Si je comprend bien ça ne suffit pas parce qu'on n'exprime qu'une partie de ce qu'est un solide et il manque des choses pour définir le solide. C'est ça que vous voulez dire ?
969	P	Oui.
970	M	Oui parce que là par exemple, le bac rempli d'eau il est posé et l'eau ne bouge plus. Alors l'eau elle est dans un solide mais là ça ne bouge pas.
971	E.B	Et l'ensemble pour vous n'est pas un solide ?
972	P	Non.
973	E.B	D'accord. La moins scientifique ?

974	M	Ben c'était celle là.
975	E.B	Et la plus scientifique ?
976	E	La plus scientifique nous on a dit que c'était le premier lot parce qu'on les comprend, il y a des mots… Enfin comme dans le gaz, il occupe tout l'espace, le terme de surface.
977	M	Mais après, comme elle disait Patrizia, ils ont défini par exemple le solide en comparaison au liquide mais on ne peut pas définir un terme à partir d'un autre terme parce que si on ne sait pas ce que c'est un liquide on ne comprend pas ce que c'est un solide.
978	E.B	Alors par contre quand on prend la définition d'un liquide qui nous est donnée. Si je remplace le mot liquide par la définition qu'ils nous ont donnée, est-ce que ça tient la route ou pas ? Vous dites, qui ne peut pas s'éparpiller comme les choses qui épousent la forme du récipient.
979	J.L	Et le sable aussi.
980	A	Oui mais le sable c'est plein de solides.
981	J.L	D'accord.
982	E.B	Je ne sais pas, ça on va en rediscuter. Est-ce que le sable il épouse la forme du récipient ?
983	Ad	Ben la grain en lui-même non.
984	A	Mais le solide c'est un grain, là il y en a plein des solides.
985	E.B	Ca dépend comment on définit les choses. Mais on parle de sable.
986	Ad	Ah ben oui alors le sable il est liquide.
987	E.B	Il épouse la forme du récipient le sable ?
988	J.L	Pas tout à fait. Si tu prends les grains, ils n'épousent pas parce qu'ils ne collent pas.
989	E.B	Alors qu'est-ce que vous appelez épouser la forme du récipient ?
990	J.L	Ca dépend à quelle échelle c'est toujours pareil.
991	E.B	Si vous me dites que ça épouse la forme du récipient…
992	37'	Ca épouse la forme du récipient. Ca veut dire que quand je verse du sable qu'est-ce qui se passe ?
993	M	Ca occupe tout l'espace.
994	E.B	Donc si je n'en verse que jusque là du sable ça va prendre la forme du récipient c'est ça que vous me dites ?
995	A	Oui mais il va y avoir une petite montagne.
996	E.B	Est-ce qu'il épouse la forme du récipient ?
997	Ad	Ben non. La surface elle n'est pas…
998	J.L	Non parce que quand il est à l'équilibre il ne bouge plus.
999	Ad	Parce qu'une fois posé, sans aide extérieur, il ne bouge pas.
1000	E.B	Est-ce qu'il épouse la forme du récipient ?
1001	Tous	Non.
1002	E.B	Bon mis à part ça, qu'est-ce que vous disiez d'autre ? Vous avez dit que c'était celle de gauche la plus scientifique mais ce qui vous embêtait c'est qu'on définissait un terme par un autre c'est ça ?
1003	M	Oui.
1004	E.B	Ok, qu'est-ce que vous avez dit d'autre ?
1005	M	C'est tout.
1006	E.B	Ok. A vous.
1007	Ad	Alors, la plus scientifique on a décidé que c'était la 2 parce que c'est nous qui l'avons écrite… Non donc la moins scientifique on a pris la 3 parce qu'il y a tout qui se fait par le toucher et que les gaz on les voit et on peut les sentir au toucher. Et que les définitions se basent trop sur une façon empirique, les définitions elles sont vraiment basée sur "par exemple on reconnait un solide en le manipulant".
1008	E.B	Il n'y a pas d'exemple.

1009	Ad	Non mais c'est l'impression que ça nous donne. C'est top par l'expérience.
1010	J.L	Oui mais la consigne de départ c'est qu'on s'adressait à quelqu'un qui ne connaissait rien. Alors le volume patin couffin…
1011	E	Il faut définir après les termes.
1012	J.L	Le problème il est là. Alors eux c'est vrai que c'est pas mal pour quelqu'un qui ne connait rien.
1013	Ad	Mais on se base sur quoi finalement ? Donc pour un demeuré qui ne connait rien la trois elle est bien. Et pour quelqu'un qui connait le volume, la 1. Je ne sais pas comment exprimer ça.
1014	J.L 40'	Non mais c'est vrai que ce n'est pas très scientifique dans l'expression mais peut être que de manipuler c'est dans les sciences, c'est dans la démarche. Tu te fies à du toucher aussi. Alors c'est vrai que l'histoire du vocabulaire il ne faut pas… On avait dit que c'est pas parce qu'il y avait du vocabulaire qui ressemblait à de la science que c'était scientifique.
1015	P	Oui on a dit ça aussi.
1016	E.B	Vous avez dit ça aussi ? Vous en avez discuté dans le groupe c'est ça ?
1017	M	Oui on disait qu'on pouvait expliquer quelque chose de très scientifique avec des termes très simples.
1018	E.B	Donc la présence de mots scientifiques n'est pas un critère pour dire qu'une définition est scientifique ou pas. C'est-ce que vous dites ?
1019	P	Oui.
1020	E.B	Je ne sais pas j'ai pas demandé à tout le monde. Vous êtes d'accord avec nous ?
1021	A	Oui mais après il y a des limites.
1022	E.B	Après il y a des limites oui ?
1023	A	Je pense qu'il ne faut pas s'interdire des mots super compliqués, par exemple surface…
1024	E.B	Est-ce que c'est compliqué le mot surface ?
1025	A	Non mais je ne sais pas, comme elles disent qu'il ne faut pas de mots scientifiques… Enfin ce n'est pas obligé… Si on exprime surface avec d'autres mots ça sera quand même scientifique.
1026	E.B	Donc là vous avez défini quelque chose qui n'était pas un critère. Enfin à la fois vous me dites qu'il n'y a pas besoin de mots scientifiques mais vous me dites autre chose aussi. Qu'est-ce qu'il faut du coup ?
1027	A	Il faut un équivalent quand même. Il faut en parler mais avec des mots différents.
1028	Ad	Il faut adapter.
1029	E.B	Alors je les relis. Moi je voudrais qu'on regarde les définitions du bloc 3. Je voudrais qu'on regarde comment les choses ont été construites. Solide, on peut le tenir, le manipuler dans nos mains.
1030	43'	Liquide… Comment on passe du solide au liquide ? Donc on peut le tenir et le manipuler dans nos mains, on peut aussi le sentir. Quand vous dites sentir c'est quoi alors ? C'est le sentir avec quoi ?
1031	M	En le touchant.
1032	E.B	On peut le toucher. Solide on peut le tenir, si on peut le tenir, on peut…
1033	M	Le toucher.
1034	E.B	Alors c'est toucher et plus, dans le mot tenir, il y a le mot toucher et le mot prendre en même temps. Et donc la différence là, "mais on ne peut pas le manipuler sans l'aide d'un récipient", alors le manipuler dans nos mains, ca veut dire le saisir c'est ça ? Le prendre c'est ça que vous voulez dire ? Parce que pour le liquide vous n'avez pas dit avec les mains mais est-ce que vous considérez les mains comme un récipient ?
1035	P	Oui.
1036	E.B	Donc si on met "le manipuler dans nos mains", on peut le mettre aussi dans le deuxième dans ce cas là. Le solide on peut le manipuler dans nos mains et le liquide aussi.
1037	M	Si on reste deux heures avec le liquide dans les mains il va couler entre les doigts.

1038	E.B	Si je le mets dans le creux de la main…
1039	M	Ah oui si on en met un tout petit peu.
1040	E.B	Alors qu'est-ce qu'il va se passer au bout d'un certain temps ?
1041	M	S'évaporer.
1042	E.B	Oui ça va s'évaporer mais on ne joue pas à ça là.
1043	M	Nous ce qu'on voulait dire c'est que la règle "on fait ça et on le prend", si on fait ça avec l'eau euh on ne va pas pouvoir la prendre entre les doigts.
1044	A	On ne peut pas faire quelque chose avec.
1045	Ad	On ne peut pas s'en saisir.
1046	E.B	Donc on ne peut pas s'en saisir avec deux doigts. Avec deux doigts est-ce que je peux prendre de l'eau ?
1047	M	Non.
1048	E.B	Avec deux doigts est-ce que je peux prendre un solide ?
1049	Ad	Enfin avec deux doigts est-ce que je peux prendre un ordinateur…
1050	E.B	Alors on est limité par ça.
1051	M	Mais manipuler ça ne va pas ?
1052	E.B	Est-ce que vous manipulez une montagne dans vos mains ?
1053	M	Non.
1054	E.B	Et est-ce que c'est un solide quand même ?
1055	A	Mais une montagne c'est un…
1056	E.B	Je prends un énorme caillou. Est-ce que je peux le manipuler dans mes mains ?
1057	Tous	Non.
1058	E.B	Ensuite, on peut aussi le toucher mais on ne peut pas le manipuler sans l'aide d'un récipient. Avec le "aussi" ça veut dire que le liquide a des propriétés identiques au solide mais la différence c'est qu'il faut un récipient pour le manipuler. Donc en fait si je regarde entre solide et liquide, ce qui vous aide à trancher si c'est un solide ou un liquide c'est quoi ?
1059	M	Qu'on ne peut pas le manipuler.
1060	E.B	Voilà, il faut un récipient pour le manipuler. Et puis gaz, "on ne le voit pas et on ne le sent pas au toucher". On ne peut pas le toucher c'est ça ? Alors, par rapport aux deux autres est-ce que vous avez utilisé les mêmes références ou pas ? Par exemple vous avez utilisé le toucher pour le solide et le liquide, pour le gaz vous avez utilisé le toucher et la vue. Pourquoi pas hein. Donc là, la différence entre le gaz et le liquide et le solide, ben vous m'avez dit que le solide et le liquide on pouvait les toucher. J'essaye de construire les choses. Le solide et le liquide on peut les toucher tout les deux, simplement le liquide, quand on le touche, il faut un récipient pour le garder. Et le gaz, vous me dites qu'on ne peut pas le toucher. Donc vous êtes sur la sensation. Donc est-ce qu'ils ont construit quelque chose qui, en terme de bloc, tient la route ?
1061	A	Oui.
1062	E.B	Oui c'est-à-dire qu'ils disent que les gaz on ne les sent pas au toucher. Et est-ce que ça permet de séparer des liquides et des solides ? Oui parce que les solides et liquides on les sent au toucher. Ensuite liquide et solide est-ce que je peux les séparer tous les deux ? Ben on les sent au toucher tous les deux et la différence qu'elles font c'est que l'un on peut le tenir dans un récipient et l'autre... L'un il faut un récipient et l'autre il ne faut pas. Donc est-ce qu'avec leurs définitions on peut séparer solide, liquide et gaz ?
1063	Tous	Oui.
1064	E.B	Alors à l'intérieur de la définition ça a l'air de marcher. On peut séparer les choses. Maintenant vous m'avez dit quelque chose sur le gaz, on ne le voit pas. Vous avez dit quelque chose Adrien ?
1065	Ad	Ca se voit un gaz. Il y en a qui se voient. Il y a un gaz qui est orangé je ne sais plus ce que c'est. Ce n'est pas avec le sodium ?

1066	E.B	Alors est-ce qu'il y a des gaz colorés ? Si il y a un gaz coloré est-ce qu'on peut dire qu'on ne le voit pas le gaz ?
1067	M	Non. En fait on s'est demandé si il y avait des gaz colorés et on a dit que non.
1068	E.B	Alors je vais vous faire penser à l'histoire.
1069	Vidéo M2U01203 du 10 novembre.	
1070	E.B	Quels étaient les gaz utilisés pendant la guerre 14-18 ?
1071	Ad	Le gaz moutarde.
1072	E.B	Les soldats sont morts à cause d'un gaz qu'on mettait dans les tranchées, ce gaz s'appelait le gaz moutarde. Vous avez déjà tous vu de la moutarde ? C'est un condiment qui est jaune. Il s'appelait le gaz moutarde parce que c'est un gaz qui est jaune. Donc il existe des gaz jaunes. On ne le voit pas, du coup, est-ce qu'on peut le garder ? Même si la définition était cohérente, qu'est-ce qu'on a comme problème maintenant ?
1073	M	C'est faux.
1074	E.B	Alors voilà, c'était cohérent parce qu'entre les trois choses on arrivait à voir, mais par contre là…
1075	P	Mais si on l'enlève ?
1076	E.B	Si on l'enlève est-ce qu'on peut toujours ?
1077	P	Si on laisse seulement "on ne le sent pas au toucher" ?
1078	E.B	Alors est-ce que ça reste encore cohérent ? On ne le sent pas au toucher, donc le gaz, on ne peut pas le sentir au toucher, le liquide on le sent au toucher mais on ne peut pas le manipuler, et le solide on le sent au toucher. Alors ce n'est pas une histoire de manipuler, on a dit qu'on disait juste que le liquide il faut un récipient et le solide il n'en a pas besoin. Donc est-ce que ça tient encore si on enlève "on ne le voit pas " ?
1079	J.L	Est-ce qu'on peut considérer que le vent c'est une manière de sentir l'existence du gaz ?
1080	E.B	On sent et on touche avec quoi ?
1081	Ad	Avec tout notre corps.
1082	J.L	La peau.
1083	E.B	Est-ce que vous sentez quelque chose ?
1084	E	Oui de l'air.
1085	E.B	Et l'air c'est quoi ?
1086	E	Du gaz.
1087	E.B	Donc là est-ce que la définition était cohérente entre gaz, liquide et solide ?
1088	A	Oui mais…
1089	E.B	Oui mais quoi ?
1090	J.L	Ca peut mettre en difficulté.
1091	E.B	Elle repose sur une distinction entre liquide, solide d'un côté et gaz de l'autre et cette distinction entre on peut le toucher et on ne peut pas le toucher. Alors, on peut le sentir au toucher ou pas ? Est-ce que là, ça tient ?
1092	Ad 3'	Non.
1093	E.B	Donc est-ce qu'on peut la garder comme ça ? Alors ensuite qu'est-ce qu'on a d'autre ? Le solide il ne bouge pas, qu'est-ce que vous m'avez dit ?
1094	M	Ce n'est pas complet.
1095	E.B	Alors qu'est-ce que vous vouliez mettre en plus ?
1096	J.L	On l'a modifiée.*
1097	E.B	Ah on va peut être regarder vos définitions modifiées. Qui a modifié ? Allez y.
1098	C	Alors gaz on a dit "qui occupe tout l'espace donné, son volume change et on ne peut pas le prendre dans les mains.

1099	E.B		Ca c'est à gauche du tableau c'est ça ? Alors redites moi.
1100	C		Euh, son volume peut changer.
1101	E.B		Ok, liquide ?
1102	C		Liquide "épouse la forme du récipient, il peut changer de surface sans changer de volume".
1103	E.B		Solide ?
1104	C		Euh, prise en main possible, garde la même surface et le même volume.
1105	E.B		A vous.
1106	J.L		Nous on a changé la première, on a mis "ne change pas de forme sans une aide extérieure.
1107	Ad	5'	A la place de "il ne bouge pas".
1108	E.B		Donc ça vous l'enlevez ?
1109	J.L		Oui oui.
1110	Ad		Non c'est il ne bouge pas qu'on enlève.
1111	E.B		Ok, le liquide ?
1112	Ad		On ne s'est pas posé la question, c'était vraiment la phrase du solide…
1113	E.B		ET le reste ça vous convient comme ça ?
1114	Ad		C'est pas que ça nous convient c'est qu'on n'a pas eu assez de temps pour se mettre d'accord sur les autres.
1115	E.B		D'accord. Alors, je voudrais que vous me disiez ce qui a conduit à ces changements de définition. Pour vous, par exemple, puisque ça vous a pris du temps.
1116	Ad		La phrase elle était moche.
1117	J.L		C'était "il ne bouge pas".
1118	Ad		Ca veut tout dire et rien dire en même temps. Parce que si on penche la table, c'est un solide, mais voilà il tombe.
1119	E.B		D'accord. Vous êtes d'accord aussi ?
1120	J.L		Et pour la forme, on n'est pas sûr parce qu'il y a peut-être des éléments solides qui ont des formes variables.
1121	Ad		Parce qu'on s'est demandé si la purée c'était liquide ou solide.
1122	A		La purée c'est un amas de solide.
1123	E.B		Ca veut dire quoi un amas de solide ?
1124	Ad		Oui mais le sable tu peux isoler un grain alors que la purée il faut subdivisé ton truc.
1125	E.B		Mais c'est comme un grain de sable ce n'est pas du sable. Euh, avec votre définition, le sable c'est quoi ?
1126	Ad		C'est un tout petit solide. Un amas de petits solides.
1127	J.L		Nous le sable il rentre dans les solides.
1128	E.B		Vous c'est un solide.
1129	Ad		Ben il ne bouge pas sans aide extérieure.
1130	E.B		D'accord, donc sans aide extérieure il ne change pas de forme. Alors vous, "garde la même surface et le même volume". Est-ce que du coup, le sable est un solide ?
1131	C		Par rapport à notre définition non.
1132	E.B		Pourquoi ?
1133	C		Parce que ça ne garde pas la même surface.
1134	E.B		C'est-à-dire que votre définition n'indique pas si il y a une action extérieure ou pas donc on peut supposer qu'il y en a une, et si il y en a une…
1135	C	8'10	Sans aide extérieure.
1136	E		Patrizia a trouvé une définition du solide.
1137	E.B		Allez y.

1138	E		Un solide c'est une matière qui ne change pas de forme sans élément extérieur.
1139	E.B		Oui c'est ça. Alors on regarde la cohérence des blocs maintenant. Alors, solide, ne change pas de forme sans un élément extérieur. Liquide, une fois posé il s'étend sur la surface. Ca veut dire quoi ?
1140	J.L		Le sable il prend une position et il s'arrête.
1141	M		Mais si on met une goutte d'eau dans un grand récipient ça ne va pas s'étaler sur toute la surface.
1142	E.B		Alors on va supposer qu'on prend suffisamment d'eau pour pouvoir discuter. Une fois qu'il est posé, est-ce qu'il s'étend ?
1143	J.L		Ben oui.
1144	E.B		Qu'est-ce qu'il a de particulier une fois qu'il est posé ?
1145	P		Oui mais c'est une fois posé. Mais il manque quelque chose.
1146	E.B		Alors qu'est-ce qu'il manque ?
1147	A		C'est vrai que si on lui montre ça (*liquide déjà dans un solide*), il ne va pas voir le liquide s'étendre sur la surface
1148	Ad		Non mais il fait ça.
1149	E.B		Ah ben vous ne l'avez pas écrit ça. Est-ce qu'il a besoin de faire ça pour trouver que c'est un liquide ?
1150	P		Tu as dit qu'un solide ne change pas sans élément extérieur mais là tu es un élément extérieur quand tu fais ça, donc sans toi le liquide ne change pas.
1151	A	11'10	Si tu lui montres ça il va te dire que c'est un solide puisque ça ne change pas de forme.
1152	P		Si je te dis "il ne change pas sa forme sans un élément extérieur", ça peut aussi être un liquide. Ca ne change pas si tu n'as pas…
1153	Ad		Non mais oui je suis d'accord avec ce que tu dis.
1154	J.L		Là c'est compliqué parce qu'on cumule un liquide dans un récipient. Il faut le prendre hors récipient. Il faut prendre l'élément sur une surface plane, si tu le verse il va s'étaler.
1155	P		Si moi je te dis j'ai quelque chose qui ne change pas sa forme sans un élément extérieur alors tu peux me répondre si c'est liquide ou solide ?
1156	J.L		C'est un solide.
1157	P		Pourquoi ?
1158	J.L		Parce que tu prends une pierre, si tu ne la casses pas elle ne change pas de forme.
1159	A		Oui mais là le liquide il ne change pas de forme.
1160	Ad		Mais c'est normal il est dans un solide.
1161	A		Oui mais il faut préciser.
1162	Ad		Ben non.
1163	P		Mais tu ne peux pas me répondre si c'est liquide ou solide.
1164	E.B		Je suis désolée mais Patrizia vous dites, j'ai un aquarium et j'ai quelque chose dans l'aquarium, j'ai deux choses différentes parce que je peux voir un aquarium sans rien dedans d'accord ? La question qu'on se pose c'est qu'est-ce que c'est ce quelque chose ? Est-ce qu'il est liquide ou est ce qu'il est solide ?
1165	Ad		Dans ce cas là on est obligé de le sortir.
1166	E.B		Non ! Là vous imposez une contrainte en plus que vous n'avez pas posée ici.
1167	Ad		Mais on n'a pas dit qu'il fallait qu''il soit dans un récipient le liquide, on le prend à part.
1168	A		Le solide il faut dire qu'il ne change pas de forme quand il n'est pas dans un récipient.
1169	E.B		Mais là Adrien, est-ce que vous comprenez la remarque de Patrizia ?
1170	Ad		Oui, oui bien sur. Mais nous on a considéré hors récipient.
1171	E.B		Est-ce que c'est indiqué dans la définition ?
1172	Ad		Non.

1173	E.B		Donc est-ce que vos définitions permettent de distinguer un liquide, un solide et un gaz ?
1174	J.L		Non non, mais là on est dans des conditions d'expérience différentes. Il faut qu'on se mette dans les mêmes conditions. Donc si je suis sur une table plate, je pose une pierre elle ne s'étale pas, je pose de l'eau elle va s'étaler.
1175	E.B		Donc dans ce cas là ça veut dire que ce que vous dites c'est que, un critère pour savoir si c'est un solide ou un liquide c'est je le pose sur une table…
1176	J.L	14'	Mais c'est-ce qu'on avait dit tout à l'heure.
1177	E.B		Mais vous ne l'avez pas écrit.
1178	J.L		Ah oui mais on vous l'avait dit !
1179	E.B		Oui mais là vous rajoutez une contrainte, il faut que votre solide vous le posiez sur une table, c'est quand même différent.
1180	Ad		Si on peut changer les conditions, moi je dit qu'il y a une très forte température donc mon solide il fond.
1181	E.B		Attendez, moi, je ne suis pas d'accord avec ce que vous dites. Voilà j'ai posé les deux sur la table. J'ai pris mon aquarium je l'ai mis sur la table. Je prends mon aquarium plein d'eau et je le pose sur la table.
1182	Ad		Oui mais l'aquarium c'est un solide. Là on pose un solide sur la table.
1183	J.L		Oui c'est un solide.
1184	E.B		Ok, comment vous faites pour mettre un liquide sur la table ?
1185	Ad		Moi je vous le pose sur la table.
1186	E.B		Oui mais c'est-à-dire que pour prendre le liquide vous avez pris aussi un aquarium. Donc ça ça répond à l'argumentation de Patrizia. Elle tenait la route, je ne veux pas que vous refusiez l'argumentation de Patrizia.
1187	J.L		D'accord mais alors on va tout démonter.
1188	E.B		Ben oui, allez. Qu'est-ce qu'on essaye de faire ? On essaye de construire des choses qui nous permettent de savoir ce qu'est un solide, un liquide et un gaz. On a dit que changer de forme avec un élément extérieur ce n'était peut être pas suffisant. C'est ça que vous avez l'air de dire Patrizia.
1189	Ad		Le problème c'est qu'aucune des définitions ne s'est basée sur les mêmes conditions.
1190	J.L		Peut être qu'il faudrait rajouter "qui épouse la forme du récipient".
1191	E.B		Est-ce que ça, ça change quelque chose ?
1192	J.L		Ben oui.
1193	Ad		Et non parce que le problème c'est que ça ne bouge pas donc ça épouse la forme.
1194	J.L		Non mais si on rajoute…
1195	P		Si tu les mets tous les trois dans une boite qu'est-ce qu'il se passe ?
1196	J.L		Tu mets une pierre est-ce qu'elle épouse la forme de la boite ?
1197	P		Non.
1198	J.L	17'	Donc ça c'est un bon critère. Entre liquide et solide hein.
1199	E.B		J'écris ce que vous me dites. Solide, n'épouse pas la forme du récipient, liquide, épouse la forme du récipient.
1200	J.L		Et gaz aussi.
1201	Ad		Même plus parce qu'il sort après.
1202	E.B		Attendez j'écris ce que vous me dites. Est-ce qu'il épouse la forme du récipient ?
1203	J.L		Oui.
1204	Ad		Ca épouse la forme d'un récipient fermé.
1205	J.L		Le gaz carbonique, tu le verses dans un récipient il reste dedans.
1206	Ad		Oui s'il est plus lourd que l'air aussi.
1207	E.B		Bon alors est-ce que je précise si le récipient est fermé ou pas ?

1208	Ad		Le problème c'est que le gaz on en prend un qui est plus lourd ou moins lourd que l'air ?
1209	E.B		Je ne sais pas, vous êtes en train de me dire qu'un gaz ça dépend et ça peut sortir du récipient.
1210	P		Mais J.L, si tu mets le gaz carbonique dans une boite vide, il n'y a pas d'air dedans.
1211	Ad		Ben tu ne peux pas le mettre.
1212	P		Pourquoi ?
1213	Ad		Si, tu peux, mais tu galères.
1214	P		Mais ça prend tout le volume.
1215	Ad		Oui mais l'étude on considère qu'elle est faite dans un environnement vide ?
1216	E.B		Si je prends une bouteille vide. Est-ce que je peux faire le vide dans une bouteille ?
1217	Ad et J.L		Oui.
1218	E.B		On a vu que je pouvais même faire le vide dans le haut de mon tube. Si je prends mon tube vide au départ et que je fais rentrer un gaz dedans qu'est-ce qu'il se passe ?
1219	Ad		Ben il remplit tout l'espace qu'on lui donne. Il remplit toute la bouteille.
1220	E.B		Est-ce qu'il reste dans une partie de la bouteille ?
1221	Ad		Non il remplira tout la bouteille avec les problèmes de pression ça…
1222	J.L		Et non dans le vide non.
1223	E.B		Il est vide, je rentre un gaz dedans.
1224	P		Et il prend tout l'espace.
1225	E.B		Il prend tout l'espace. Rappelez vous hier, quand on a mis de l'eau et qu'on a dit qu'on ouvrait le vide, l'eau occupait tout l'espace. Ben avec l'air on pourrait le faire également.
1226	P		Ok.
1227	E.B		L'air c'est pareil il occupe tout l'espace.
1228	J.L		Mais un liquide aussi.
1229	E.B		Un liquide est-ce qu'il occupe tout l'espace ?
1230	J.L		Pas forcément.
1231	P		Ben voilà c'est ça la différence.
1232	J.L		Ca dépend le volume.
1233	E.B		C'est ça la différence ?
1234	P		Oui.
1235	E.B		Donc occupe tout l'espace disponible, est-ce qu'il a un volume à lui le gaz ?
1236	Ad	20'	Non il n'a pas de volume propre.
1237	E.B		Il n'a pas de volume à lui.
1238	J.L		Oui déjà ça fait une différence avec le liquide.
1239	E.B		Alors le solide et le liquide, qu'est-ce qu'on peut dire par rapport à ça ?
1240	J.L		Conservation du volume.
1241	E.B		Est-ce qu'ils occupent tout l'espace disponible le solide et le liquide.
1242	M		Non.
1243	J.L		Non ils ont un volume fini, fixe.
1244	E.B		On va appeler ça propre. Ensuite, est-ce que c'est suffisant ?
1245	Ad		Non.
1246	E.B		Est-ce qu'avec ça je peux séparer les différentes choses ?
1247	Tous		Oui.
1248	P		Non pas encore.
1249	Ad		Ben si.
1250	E.B		Alors comment je fais pour séparer le gaz des solides et des liquides ? Je regarde quoi ?

1251	Ad	On ouvre la bouteille et on regarde si il occupe tout l'espace.
1252	A	On ne peut pas le prendre dans les mains.
1253	Ad	Mais ça ce n'est pas grave de ne pas pouvoir le prendre dans les mains.
1254	J.L	Il n'a pas de volume propre puisqu'il s'est dispersé, il s'est étalé.
1255	E.B	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'ils disent ? Je prends du gaz moutarde dans une petite bouteille et j'ouvre la bouteille. J'attend, au bout d'un moment qu'est-ce qu'il se passe ?
1256	Ad	Ben il sort le gaz.
1257	E.B	On peut le voir sortir au départ si c'est très coloré et puis au bout d'un moment on voit partout la même chose. C'est-à-dire qu'il s'est détendu dans toutes les directions. Donc je prends un volume d'un gaz donné, j'ouvre et puis il part partout, il occupe tout l'espace disponible. Ca veut dire qu'il n'a pas de volume propre. Est-ce que ça le sépare des liquides et des gaz ? Je prends un liquide, j'ouvre, est-ce que son volume change ?
1258	Tous	Non.
1259	E.B	Je prends un solide, j'ouvre, est-ce que son volume change ?
1260	Ad	Non.
1261	E.B	Donc est-ce que ça ça permet de séparer le gaz des deux autres ?
1262	Ad et J.L	Oui.
1263	E.B	Alors maintenant, le solide et le liquide vous m'avez dit qu'ils avaient un volume propre tous les deux donc ça ne permet pas de les séparer. Est-ce qu'on peut les séparer autrement ?
1264	Ad	Epouse la forme du récipient ou n'épouse pas la forme du récipient.
1265	E.B	Donc maintenant vous me dites, le liquide il épouse la forme du récipient c'est-à-dire que là qu'est-ce que je fais ? Je prends un liquide, je change de récipient et je regarde si il épouse la forme du nouveau récipient ou pas.
1266	J.L 23'	Dans ce cas là il faut essayer avec un récipient à section carrée pour voir si il va dans les angles.
1267	E.B	Par exemple. Donc si je le déplace et que ça épouse la forme du nouveau récipient c'est un liquide. Et sinon ? On appelle ça un solide. Est-ce que j'arrive à séparer des solides et des liquides comme ça ?
1268	Ad et J.L	Oui.
1269	E.B	Alors ça on l'appelle aussi autrement, quand il n'épouse pas la forme du récipient on dit qu'il a une forme à lui. Et le liquide est-ce qu'il a une forme propre ?
1270	J.L	Non.
1271	E.B	Pas de forme propre.
1272	Ad	Donc la pâte à modeler c'est liquide.
1273	E.B	On peut prendre le dentifrice.
1274	P	C'est entre le solide et le liquide.
1275	Ad	Il est solide le dentifrice. Quand on le pose dans un récipient à bords carrés ben ça ne prend pas la forme.
1276	P	Si tu laisses le temps.
1277	E	Et si il y en a une grosse quantité.
1278	E.B	Alors le dentifrice, la pâte à modeler et toutes ces choses là, qu'est-ce qu'il faut qu'on fasse pour que ça change de forme ?
1279	Ad	Appuyer dessus.
1280	E.B	Ce sont des solides où on appuie dessus. Donc là vous voyez que la définition qu'on vient de construire, pour certains solides elle est délicate à mener parce que si on appuie dessus ça n'a plus la forme propre. Donc on peut préciser éventuellement sans intervention extérieure. Autre que le poids puisqu'on a toujours le poids qui s'exerce sur nous.
1281	26'	Le sable ?

1282	Ad	C'est un solide divisé.
1283	E.B	On appelle ça un solide en grains. Alors le sable on le met dans quoi ? Est-ce qu'on va le mettre dans les liquides ?
1284	Ad	Non.
1285	E.B	Est-ce qu'on peut préciser quelque chose dans les liquides qui fait qu'on ne mettra pas le sable ?
1286	J.L	La surface doit être plane.
1287	E.B	Ah ! Est-ce que c'est valable pour tous les liquides que la surface est plane ?
1288	Ad	Oui.
1289	E.B	Elle est plane si on laisse tranquille le liquide. Donc si je rajoute "surface plane, horizontale au repos" qu'est-ce que vous en pensez ? Alors si on regarde un solide maintenant, solide et liquide est-ce qu'on les distingue ? Oui volume propre tous les deux mais un a une forme propre l'autre non. Est-ce qu'on a séparé les gaz des solides et liquides ? On a dit que oui. Donc est-ce que c'est tout bon maintenant ?
1290	Tous	Oui.
1291	E.B	Aux cas auquel on n' a pas pensé près. Il y a la mousse. Prenez de la mousse à raser c'est quoi ?
1292	Ad et A	C'est un solide.
1293	E.B	Ah bon ?
1294	A	C'est un liquide mais quand on fait ça ça mousse.
1295	Ad	C'est un solide, ça n'a pas de surface plane.
1296	A	Tant que tu ne l'agites pas ça reste liquide.
1297	J.L	C'est compliqué puisqu'il y a un gaz à propulsion.
1298	E.B	C'est compliqué donc il y a des choses entre deux. Alors il faut savoir qu'il y a des définitions beaucoup plus précises que celles là. Enfin, différentes, qui permettent de séparer différemment solide, liquide et gaz. Là on a créé un lot de définitions. C'est le lot qu'on utilisera nous, c'est le lot qu'on utilise à l'école. Est-ce qu'elles sont dans l'absolu les définitions ?
1299	J.L	Non relatif.
1300	E.B	Elles ont un coté comment ? C'est-à-dire que quand on pose des définitions il y a toujours un aspect un peu arbitraire. On s'est basé sur quoi ? Sur notre vécu. Vous disiez que ça reposait trop sur les sensations, n'empêche que si on n'avait pas eu les sensations est-ce qu'on aurai pu définir solide, liquide et gaz ?
1301	J.L	Non.
1302	E.B	Donc ça repose sur ce qu'on connait, ce qu'on expérimente là avec nos sens.
1303	Vidéo M2U01205 du 10 novembre.	
1304	E.B	J'aimerai que vous regardiez ce machin et que vous me disiez son fonctionnement (pompe).
1305	J.L	Mets-la en dessous du niveau de l'eau, une fois que t'as amorcé après, ça coule. T'as jamais volé de l'essence dans une bagnole ?
1306	1'50 à 7'	*Discussion et expérimentation sur le fonctionnement de la pompe.*
1307	Ad	Aurélie elle a trouvé comment ça marchait madame.
1308	A	Je peux montrer si vous voulez.
1309	E.B	Alors montrez-nous.
1310	A	Il vaut mieux que le deuxième bassin soit en bas.
1311	J.L	Sur la chaise.
1312	A	Il faut amorcer pour enlever tout l'air et voilà (*l'eau coule d'un bac à l'autre avec la pompe*).

1313	E.B	Et si vous le mettez plus haut qu'est-ce qu'il se passe ?
1314	A	C'est au dessus du niveau de l'eau donc ça ne marche pas.
1315	Ad	On devrait même mettre un troisième aquarium au sol pour pomper l'eau dans le deuxième.
1316	E.B	Pour remonter ?
1317	Ad	Non pour descendre.
1318	E.B	Est-ce qu'il y en a qui ont ouvert pour regarder comment ça marchait à l'intérieur ?
1319	Ad	Oui Patrizia.
1320	E.B	Vous avez regardé ?
1321	P	Oui.
1322	E.B	Alors ça fonctionne comment ?
1323	P	Il y a deux clapets qui s'ouvrent et se ferment.
1324	E.B	Ils s'ouvrent et se ferment comment ?
1325	Ad	Par alternance.
1326	E.B	Comment on fait pour savoir ? On regarde ce qu'il se passe quand on souffle dans ce sens là. C'est-à-dire que quand je le mets dans ce sens là il est…
1327	J.L	Il est fermé.
1328	Ad	Il est ouvert.
1329	E.B	Donc quand j'essaye de faire passer des choses dans ce sens là il est ouvert.
1330	Ad	Ca passe.
1331	E.B	Tout le monde a vu ? Et il y en a un autre de clapet qui est ici. Et celui là il s'ouvre vers le haut. Tenez Estelle faites un dessin au tableau.
1332	10'	Donc ce clapet s'ouvre dans ce sens là et celui là s'ouvre comme ça (*vers le bas*). Vous voyez ? Voilà donc on a dit que ce clapet ci s'ouvrait dans quel sens ?
1333	11'08 à 12'40	*Mise en place du schéma.*
1334	E.B	Alors, comment on explique ce qu'il se passe ? Qu'est-ce qu'on fait au départ ?
1335	Ad	On enlève l'air.
1336	E.B	On fait comment ?
1337	Ad	On appuie.
1338	E.B	Alors si j'appuie qu'est-ce qu'il se passe ?
1339	Ad	En appuyant il y a l'air qui sort par le trou.
1340	E.B	Il y a deux trous hein. Comment je sais qu'il y a de l'air qui sort ?
1341	A	On l'a vu.
1342	E.B	Vous l'avez vu ?
1343	Ad	Non on le sent.
1344	E.B	D'accord donc là j'ai fait sortir l'air qui était dedans. Ensuite qu'est-ce que je fais quand j'ouvre ?
1345	Ad	Donc là on a crée du vide.
1346	E.B	Est-ce qu'on a créé du vide ?
1347	Ad	Non pas encore. En ouvrant la main.
1348	E.B	Quand j'ouvre la main qu'est-ce qu'il se passe ?
1349	Ad	Il y a une baisse de pression.
1350	E.B	Dans quoi ?
1351	Ad	Dans la pompe.
1352	E	Celle d'en bas.
1353	Ad	Et il y a les deux clapets qui se sont refermés.

1354	E.B	Pour le moment les deux clapets sont fermés vous êtes d'accord ?
1355	Ad	Et en ouvrant lentement la main il y a une baisse de pression donc…
1356	E.B	Pourquoi il y a une baisse de pression ?
1357	Ad	Parce qu'on a expulsé de l'air et ça revient à un volume donné.
1358	E.B	Ah ça veut dire que pour le moment le volume total c'est-ce volume là (*premier tuyau*) et quand j'ouvre qu'est-ce qu'il se passe ?
1359	J.L	Ben le volume augmente…
1360	Ad	Et la pression baisse donc pour équilibrer ça fait monter l'eau.
1361	E.B	Redites le doucement je n'ai pas suivi.
1362	Ad	Quand vous ouvrez lentement la main la pression baisse…
1363	E.B	Parce que ?
1364	Ad	Le volume grandit donc la pression baisse.
1365	E.B	Vous êtes d'accord les autres ?
1366	Tous	Oui.
1367	Ad	Donc pour compenser, vu qu'il n'y a que le clapet du bas qui peut s'ouvrir comme ça (*vers le haut*), ce qui est en dessous du clapet du bas remonte et ça fait remonter l'eau.
1368	E.B	Parce que globalement partout on va avoir un équilibre des pressions. Et est-ce que la pression ici est la même que la pression atmosphérique ?
1369	Ad	Oui.
1370	J.L	Et non c'est la pression de la colonne d'eau.
1371	E.B	Donc là je suis encore à une pression inférieure à celle de… J'avais fait baisser la pression, je l'ai faite un peu remonter mais est-ce que j'ai fini ? Non. Donc si j'appuie ici…
1372	Ad 15'13	C'est l'autre clapet qui s'ouvre et l'air qui part.
1373	J.L	Les deux clapets se referment…
1374	Ad	Et en ouvrant ça fait comme tout à l'heure.
1375	E.B	Ca fait comme tout à l'heure sauf que pour le moment j'ai de l'eau qui arrive jusqu'ici (*bout orange de la pompe*). Alors j'avais de l'eau ici donc quand j'ai appuyé qu'est-ce qu'il s'est passé ?
1376	Ad	Elle a été éjectée.
1377	E.B	J'ai éjecté de l'eau et puis c'est resté écrasé donc qu'est-ce qu'il faut que je fasse ?
1378	Ad	Le redresser.
1379	E.B	Alors si je redresse qu'est-ce qu'il se passe ?
1380	Ad	Il y a encore de l'eau qui monte.
1381	E.B	Et alors là, oh !
1382	Ad	Il faut le baisser un peu plus.
1383	E.B	Alors ça coule et puis ?
1384	Ad	Ca s'arrête. Ca ne fonctionnait qu'avec une tout à l'heure. Celle que vous aviez dans la main ne fonctionnait pas.
1385	J.L	L'autre elle a bien fonctionné. Ah ben elle se re-désamorce comment ça se fait ? Ah oui non mais attention, il faut que celui là soit plus bas que l'eau et là t'es juste à la même hauteur je crois.
1386	E.B	Alors qu'est-ce qu'on fait ?
1387	Ad	On penche.
1388	J.L	On rajoute de l'eau ou on coupe le tuyau.
1389	E.B	Donc ça veut dire quoi ? Ca veut dire que ça, il faut que ça soit plus bas que le niveau de l'eau dans le bac. Et ça s'arrête quand ? Ca s'arrête quand on est au même niveau. Est-ce que j'ai besoin de tout ce système là pour faire ça ? Est-ce que j'ai besoin de ce machin avec la pompe ?

1390	J.L 18'40	Ah non non t'aspires.
1391	E.B	Tu nous montres ?
1392	J.L	Oui pas de problème je l'ai fait assez de fois avec l'essence.
1393	E.B	Donc on aspire de l'eau et ça se met à couler tout seul. Alors qu'est-ce qu'il se passe ? Comment on peut expliquer ça ?
1394	J.L	C'est qu'il y a une différence de pression.
1395	E.B	Une différence de pression entre quoi et quoi ?
1396	J.L	Entre le départ et l'arrivée.
1397	E.B	C'est-à-dire ?
1398	J.L	L'entrée de la durite et la sortie de la durite.
1399	Ad	Le bas du tuyau il a une plus forte pression que ce qui est dehors.
1400	E.B	Plus forte ou plus faible ?
1401	A et J.L	Plus faible.
1402	E.B	Alors, ici c'est la pression de l'air et ici c'est la pression de l'eau. Et la pression de l'eau elle est…
1403	A et Ad	Plus grande.
1404	E.B	Elle est plus grande. Donc c'est une pression plus importante ici qu'ici. Donc on va vers quoi ?
1405	Ad	Vers l'équilibre.
1406	E.B	Vers l'égalité des pressions. Et pour aller vers l'égalité des pressions, ce qu'il se passe c'est que le niveau d'eau ici...
1407	J.L	Il faut que le volume diminue.
1408	E.B	Par contre si on remonte le tube et qu'on le met à la même hauteur qu'ici (*niveau du bac sur la table*), qu'est-ce qu'il va se passer ?
1409	A	Pourquoi il faut qu'il soit au niveau… L'autre est toujours dans l'eau donc la pression…
1410	E.B	Oui vous avez raison mais ce qu'il se passe…
1411	J.L	Non mais c'est au niveau du bac.
1412	E.B	Oui au niveau du bac on a la pression de l'air plus cette hauteur là d'eau.
1413	J.L 21'	Oui voilà.
1414	E.B	Ensuite on monte et puis on redescend (*en suivant les tuyaux*). Donc une fois qu'on a amorcé… Vas y redescends. On a toujours la pression de l'air simplement…
1415	A	Ca ne s'arrête pas au niveau du tuyau.
1416	E.B	Non ça ne s'arrête pas au niveau du tuyau, ça s'arrête à quel niveau ?
1417	Ad	Au niveau de la surface de l'eau.
1418	J.L	Ah elle s'est désamorcée.
1419	Ad	Et maintenant il faut mettre du colorant au moins on voit l'eau passer.
1420	E.B	Bon alors il nous reste une question là ceci dit. Alors là quand on remonte un petit peu plus, ce qu'il se passe, c'est quoi ? On voit l'eau qui reflue. Vous avez vu ou pas ?
1421	A	Oui.
1422	E.B	Alors ça refluait jusqu'où ? Ca refluait jusqu'au niveau de l'eau au niveau de la surface. C'est-à-dire jusqu'au niveau de la pression… Là on est où ? On est à quelle pression ?
1423	J.L	La même qu'ici.
1424	E.B	On a la même pression…
1425	J.L	Que l'air.
1426	A	Quand on monte comment ça se fait que ça s'arrête alors que c'est toujours la même pression ?
1427	E.B	Ca veut dire qu'il doit y avoir des choses un peu plus compliquées que ce qu'on disait.

1428	A	Ouai je pense.
1429	E.B	Qu'est-ce qu'il se passe par rapport à tout à l'heure ? Tout à l'heure est-ce qu'on le disait en étant dans des systèmes où de l'eau coulait ?
1430	A	Non.
1431	E.B	Non on était fondamentalement dans de la statique et là on est dans de la dynamique. Il se passe des choses un tout petit peu plus complexes. Et ce n'est peut être pas beaucoup plus complexe, simplement là je dois vous avouer que je suis aussi sèche que vous.
1432	Ad	Donc vous vous engagez sur un terrain…
1433	E.B	Si, j'ai connu tout cela, mais là tout de suite maintenant… Mais ça doit être basique hein. On peut regarder très vite. Ca s'appelle comment ?
1434	Ad	Les vases communiquant.
1435	E.B	C'est ça les vases communiquant ?
1436	Ad 24'	On appelle ça voler de l'essence ! Ahah
1437	E.B	Vous savez quoi, on va laisser ça en suspend.
1438	Ad	Ah ben non, on ne peut pas.
1439	E.B	Non mais je connais quelqu'un…
1440	J.L	Mais…
1441	E.B	Vas y dis moi.
1442	J.L	Tu sais ce coup là, de mettre de l'eau dans la durite on remonte les deux bouts et les niveaux sont…
1443	E.B	Ca on l'a fait hier.
1444	J.L	Oui mais il y a des niveaux à eau qui sont très longs. C'est quand tu fais…
1445	E.B	Ca c'est autre chose. C'est le jeu des vases communiquant pour le coup. Ca c'est en archéologie, pour mesurer les différences de hauteur d'un endroit à l'autre. On prend un fil, on met une bouteille de chaque coté. Je mets mon zéro au niveau de la table, maintenant je veux savoir à quelle hauteur je suis après avoir fait un tranche en creusant, quand je suis ici. Par rapport à ma surface qui est très loin.
1446	27'	Ben ce que je vais faire c'est que je vais prendre ma bouteille, la descendre et puis sur ma bouteille j'ai mis des graduations. Et puis si je suis plus bas qu'est-ce qu'il va se passe ?
1447	J.L	L'eau monte. Mais ça en bâtiment tu l'as aussi.
1448	E.B	En bâtiment bah oui. Et donc comme ça je sais que pour être à niveau je dois avoir les deux au niveau du zéro. Mais ce que je veux surtout faire, c'est connaitre mon zéro à un endroit donc ce que je fais c'est que je me mets à un endroit, j'ai fixé mon zéro là, et puis il est où mon zéro ailleurs ? Je me trimballe avec mon fil et puis je m'arrange pour le mettre à zéro. Je le monte et le descend jusqu'au moment où ma bouteille est à zéro. Et je sais que mon zéro qui est ici il est le même que le zéro qui est là bas. Donc j'ai la même référence. Ca va ça ?
1449	Tous	Oui.
1450	E.B	Et puis une fois que j'ai mon zéro je prend ma règle et je mesure, ben je suis à -20, -30 etc.
1451	J.L	Parce que quand tu veux peindre par exemple, tu veux peindre jusqu'à un certain endroit dans une pièce. Ca c'est vachement bien parce que tu prends un coté, tu déploies ton truc et puis l'autre il va te marquer de l'autre coté.
1452	E.B	Vous suivez ce qu'il veut dire ?
1453	Tous	Oui.
1454	J.L	Et tu sais maintenant ils ont fait des lasers mais je trouve que c'est plus facile à faire qu'avec des lasers. Il y a des niveaux à bulle dans tous les sens.
1455	Ad	C'est chiant les lasers.
1456	E.B 29'	Ce n'est sans doute pas la même utilité et pas la même…
1457	J.L	Et si, c'est vendu pour ça.
1458	E.B	Donc pour peindre sa pièce, imaginez que les maçons n'ont pas fait un plafond droit…

1459	A	Oui mais la peinture il vaut mieux qu'elle suive le plafond que…
1460	E.B	Alors après il faut voir ce qu'il vaut mieux que ça suive.
1461	Ad	Soit c'est beau soit c'est droit.
1462	E.B	Est-ce que c'est droit ou horizontal ?
1463	Ad	Oui enfin horizontal.
1464	E.B	Donc ça, ca va le principe des vases communiquant ? Mais ça on en avait déjà parlé. On était parti sur les changements d'états, on avait dit solide, liquide et gaz. Et on avait vu que ce n'était pas facile de les définir. Euh ce que je voulais vous préciser quand même c'est que solide, liquide, gaz, là on est parti sur n'importe quel solide, n'importe quel liquide et n'importe quel gaz. Si je prends de l'eau par exemple, là par contre c'est la même matière. Vous savez qu'une même matière je peux la faire passer par les trois états, et là, on est liquide. Alors une même matière, qu'est-ce que je peux dire plutôt que matière ?
1465	Ad	Même élément.
1466	E.B	Alors un même élément ça peut être de l'azote par exemple…
1467	J.L	Non un même mélange.
1468	Ad	Un même composé moléculaire.
1469	E.B	Alors on va parler de corps et on va parler de corps pur. Alors, simple et composé, un corps simple c'est un corps où il n'y aurait que des molécules d'une sorte. Là je pars sur quelque chose de complètement différent je pars sur les molécules. Donc si j'ai un matière où tout est pareil dedans, si je n'ai que de l'or, ça c'est-ce que j'appelle un corps simple. Si j'ai de l'eau...
1470	J.L	C'est un corps composé.
1471	E.B	C'est un corps composé parce qu'il contient deux types d'atomes, des atomes d'oxygène et d'hydrogène. Ca c'est un corps composé. Et puis quand on parle de corps pur, c'est un corps qui contient partout la même chose, donc ou c'est partout de l'eau ou c'est partout de l'or ou c'est partout de quelque chose. Et quand j'ai un corps pur, et bien pour les changements d'état on peut dire des choses particulières. Ca va ? Alors on va travailler uniquement aujourd'hui sur l'eau. Est-ce que vous connaissez les noms des changements d'état ? Quand je passe du solide au liquide ça s'appelle ?
1472	A	Sublimation.
1473	E.B	Perdu, solide au liquide.
1474	J.L	Liquéfaction.
1475	E.B	Ca s'appelle comment ?
1476	J.L	Euh fusion !
1477	E.B	Oui. Solide au liquide j'ai de la glace solide et je la passe au liquide, je la fais fondre donc ça s'appelle de la fusion. Alors quand je passe du liquide au solide par contre ça s'appelle comment ?
1478	A 32'	Sublimation.
1479	Ad	Et non la sublimation c'est du solide au gazeux.
1480	E.B	Du liquide au solide.
1481	A et Ad	La congélation.
1482	E.B	Il y a un autre mot pour ça.
1483	A	Solidification.
1484	E.B	Ensuite quand je passe du solide au gaz ? Comme ça Aurélie va pouvoir nous le dire.
1485	A	Sublimation !
1486	E.B	Solide au gaz c'est la sublimation. Quand je passe du liquide au gaz ? C'est plus compliqué.
1487	J.L	Evaporation. Non euh…
1488	E.B	Du liquide au gaz.
1489	C	Evaporation.

1490	E.B	Alors l'évaporation c'est une possibilité comme une autre. Évaporation ça marche mais il n'y a pas que ça qui marche. Comment je fais pour faire passer un liquide à l'état gazeux ? Qu'est-ce que je peux faire ?
1491	J.L	Le chauffer.
1492	E.B	Le chauffer, et ça s'appelle comment ? Qu'est-ce que vous faites pour faire cuire vos pâtes ?
1493	Ad	Ebullition !
1494	E.B	Ah merci. Donc on a évaporation et ébullition, ce sont deux façons de faire pour passer du liquide au gaz. Donc il y a un mot pour dire tout ça d'un coup, ça s'appelle la vaporisation. Ebullition et évaporation sont deux façons différentes de vaporiser.
1495	33'45 à 35'	*Mise au tableau des réponses.*
1496		Du gaz au liquide ?
1497	Ad	Condensation.
1498	E.B	Alors il y a deux mots, on parle de gaz liquéfié, liquéfaction ou condensation mais là, on va préciser condensation liquide parce que du gaz au liquide ça s'appelle comment ? Comme vous ne savez pas je vous le dit, ça s'appelle condensation liquide. Donc le mot condensation il faut faire gaffe.
1499		Quelle différence vous faites entre l'ébullition et l'évaporation ?
1500	Ad	Ebullition c'est quand il y a des bulles et l'évaporation c'est quand il n'y en a pas.
1501	E.B	Ca c'est un bon critère. Est-ce qu'on pourrait dire les choses encore autrement ?
1502	Ad	L'évaporation c'est quand on n'est pas à la température d'ébullition.
1503	E.B	Ah oui ça c'est effectivement une façon de voir les choses.
1504	J.L	L'ébullition c'est peut être plus rapide que l'évaporation.
1505	E.B	Alors l'ébullition c'est plus rapide que l'évaporation vous êtes d'accord avec ça ?
1506	Ad	Oui.
1507	E.B	Bien sûr il y a des bulles dans tout le liquide. Donc l'ébullition c'est un phénomène qui se produit dans tout le liquide.
1508	Ad	A partir d'une température.
1509	E.B	Alors ça on va le voir ensuite. Alors que l'évaporation c'est un phénomène qui se produit où ?
1510	Ad	De partout. Euh à la surface du liquide.
1511	E.B	Oui.
1512	38'	Donc à la surface. Donc l'ébullition c'est un phénomène qui se produit dans tout le liquide alors que l'évaporation c'est un phénomène qui se produit à la surface.
1513	P	Olala.
1514	E.B	Qu'est-ce qu'il se passe ?
1515	P	C'est dur.
1516	E.B	Je vais vous raconter une histoire. Une histoire très ancienne. C'est une histoire du Moyen Age. C'est l'histoire d'un renard…
1517	Ad	Ah c'est-celui qui se coince la queue…
1518	A	Il se gèle la queue.
1519	E.B	Et bien puisque vous la connaissez vous allez la raconter parce que je ne suis pas sure que Patrizia et Siméa la connaissent.
1520	Ad	Mais si, le roman de Renart, il y a tout le monde qui connait.
1521	E.B	Qui ne connait pas ?
1522	P	Le roman de Renart ?
1523	E.B	Voilà donc vous voyez vous allez raconter. L'histoire de la pêche à la queue.
1524	Ad	Je ne m'en rappelle plus.
1525	40'10 à 42'37	*E.B raconte l'histoire.*

1526	E.B	Alors par rapport à ça quelle question on peut se poser ?
1527	Ad	Est-ce que c'est possible en vrai ?
1528	E.B	Est-ce que c'est possible en vrai quoi ?
1529	Ad	Ben qu'on se retrouve la queue coincée dans la glace.
1530	J.L	Qui du renard ou du loup a la queue la plus grosse.
1531	E.B	Alors on ne va pas se poser de questions sur toute l'histoire mais on va se poser effectivement la question de ..., Adrien m'a vu venir de loin…
1532	Ad	C'est parce que j'ai lu votre livre madame.
1533	E.B	Et c'est vrai ça ?
1534	Ad	Ben oui.
1535	E.B	C'est bien.
1536	Ad	Même que vous parlez d'un truc à congélation directe.
1537	E.B	Ca s'appelle un mélange réfrigérant.
1538	Ad	Voilà qui descend jusque -15.
1539	E.B	Moins 18. Donc la question qu'on va se poser c'est, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire, c'est-à-dire est-ce que la queue du loup peut rester coincée ? Donc pour faire cela on a besoin de quoi ?
1540	Ad	D'une queue d'un loup.
1541	E.B	On a besoin d'un loup. Évidemment on n'a pas de loup. On a besoin de sa queue essentiellement, donc sa queue, on va la représenter avec un brin de laine. Alors avec les petits on dessine un loup et puis on l'accroche. On a besoin de quoi d'autre ?
1542	Ad	De la glace.
1543	J.L	De l'eau et de la glace.
1544	Ad	Avec des poissons.
1545	E.B	Alors on a besoin d'eau parce que le loup a trempé sa queue dans l'eau. On a besoin de quoi d'autre ?
1546	J.L	De froid.
1547	E.B	On a besoin de froid. Donc on a besoin d'un endroit où il fait froid, où il y a de l'eau quelque part et où le loup met sa queue dans l'eau. Regardez, je vous ai apporté un petit peu d'eau dans un petit pot.
1548	Ad	C'est un petit lac.
1549	E.B	Non c'est pas le lac c'est le petit trou d'eau. C'est le trou où le loup met sa queue dans l'eau. Et puis ça ici ça va représenter le froid, c'est mon lac (*plus gros pot avec de la glace*). Pour faire mon lac froid ce que je fais c'est que je mets beaucoup de sel.
1550	Ad	Pour faire descendre la température.
1551	E.B	Je mets du sel sur de la glace. Et puis ça marche d'autant mieux que ça s'est bien mélangé. Et je ne vais certainement pas mélanger avec mes doigts parce que là, c'est comme un congélateur ça, descend très bas.
1552	E	Comment ça se fait que glace et sel ça…
1553	E.B	C'est une bonne question. Donc ma glace je l'ai prise d'où ?
1554	Ad	De la bouteille de J.L.
1555	E.B	Oui j'avais tout laissé trainer là bas.
1556	Ad	Ca a fondu. Donc ça fait qu'on ne pourra pas reproduire l'expérience.
1557	E.B	Ah ! Et c'est embêtant ?
1558	Ad	Ben oui. Parce que si ça foire maintenant ben on doit arrêter tout.
1559	E.B	Donc en gros ce que vous voulez c'est qu'il n'y ait pas qu'une expérience mais qu'il y en ait plusieurs c'est ça ?
1560	Ad	Ben c'est vous qui nous avez dit qu'il fallait multiplier les expériences pour la fiabilité.

1561	E.B	C'est vous qui l'avez dit. Donc vous êtes toujours d'accord ?
1562	Ad 46'	Si je l'ai dit c'est que je suis toujours d'accord.
1563	E.B	Et ben vous savez quoi, vous allez prendre… Hop voilà deux assiettes…
1564		*Mise en place du matériel.*
1565		Et donc là ce que je vais faire, c'est que je vais poser mon pot au milieu de l'assiette et je fais comme le loup, j'attends.
1566	E	Normalement on met le sel pour ne pas que ça gèle.
1567	E.B	Je vais vous en parler après.
1568	Vidéo M2U01206 du 10 novembre.	
1569	E.B	C'est bon, vous avez mis la queue du loup ? Vous êtes à 0 degré ?
1570	M	On est à -5 degrés.
1571	E.B	Hier je l'ai fait avec de la neige donc on a pu descendre à -18 degrés.
1572	Ad	Là on est déjà à -10 degrés.
1573	E.B	Est-ce qu'on est à -10 ?
1574	Ad	Là oui on est à -12 °C.
1575	E.B	Donc est-ce que ça descend partout à la même température ?
1576	M	Non.
1577	E.B	Non, moi je suis à -12°C et vous vous êtes à combien ?
1578	M	Moins 8 °C, moins 10 °C.
1579	E.B	Ca veut dire que, est-ce qu'il se passe tout à fait la même chose dans chaque…
1580	J.L	Ben on n'a pas dosé la glace, on n'a pas dosé le sel…
1581	E.B	Donc peut être que ça dépend de la quantité de sel, mais d'une façon générale on constate que ça descend en dessous de zéro degrés. Bon alors pendant qu'on attend un petit peu je vous raconte une histoire. Alors c'est quoi la question que vous posiez tout à l'heure ?
1582	M	Est-ce que l'histoire est possible ?
1583	E.B	Ah ça c'est-ce qu'on est en train de vérifier.
1584	A	Comment ça se fait que la glace ça ne fait pas fondre la glace alors qu'on en met sur le gel normalement ?
1585	E.B	Vous n'avez peut être pas bien regardé quand vous avez mis le sel il y a peut être un peu de glace qui a fondue. Alors pourquoi on met du sel sur les routes c'est ça que vous demandez ?
1586	J.L 3'	Non mais c'est peut être pas le même.
1587	Ad	C'est du gros sel.
1588	E.B	C'est pareil.
1589	J.L	C'est du gros sel ? Chlorure de sodium aussi ?
1590	E.B	Oui en fait c'est de la saumure, donc c'est un mélange de sel et d'eau déjà.
1591	J.L	Ah ouai.
1592	E.B	Donc on met de l'eau très très salée sur les routes. Du sel imbibé d'eau.
1593	Ad	Comme les olives.
1594	J.L	Ah ben comme on ne descend pas à -20 °C…
1595	E.B	Alors, dehors il fait -5 °C, il est en train de neiger, en général ce qu'on fait c'est qu'on balance ça avant qu'il neige. Mais bon des fois on le fait après parce qu'on n'a pas le choix. La neige est tombée, on fait passer la saleuse sur les routes, on a donc sur les routes de la neige et du sel. Et un peu d'eau. On a de la neige, du sel et un peu d'eau. Ce qui va se passer ensuite c'est que les voitures vont rouler. Quand les voitures roulent qu'est-ce qu'il se passe ?

1596	J.L	Elles mélangent.
1597	E.B	Elles mélangent, elles écrasent un peu la neige. Donc en écrasant, la neige, elle va un petit peu fondre. Quand la neige fond qu'est-ce qu'il se passe ?
1598	J.L	Elle se mélange au sel.
1599	E.B	Elle se mélange au sel et à l'eau déjà salée. Donc on récupère au fur et à mesure de l'eau salée. Alors là regardez qu'est-ce que vous avez ?
1600	Ad	De l'eau salée gèle à partir de…
1601	E.B	Dans votre mélange vous avez de l'eau salée, elle est à quelle température ? Elle est à -10, -12, -8 °C, et cette eau salée est-ce qu'elle est solide ?
1602	Tous	Non.
1603	E.B	Non elle est toujours liquide. Ca veut dire que l'eau salée à -12 °C elle est encore liquide. Donc on met du sel sur les route pour qu'en fait, une fois qu'on récupère de l'eau salée, cette eau salée est-ce qu'elle regèle ?
1604	Tous	Non.
1605	E.B	Par contre sur la route il fait quelle température ?
1606	Ad	Ben il fait -12 ou -18 °C.
1607	E.B	Alors qu'ailleurs il fait peut être -5 °C mais on s'en fiche.
1608	Ad	Donc en gros si la route est salée on ne se casse pas la figure.
1609	E.B	Parce qu'il fait très froid sur la route.
1610	A	Mais pourquoi il fait froid sur la route ?
1611	P	Pourquoi la température baisse ?
1612	E.B	Alors ça c'est une autre question. Là est-ce qu'on a compris pourquoi est-ce qu'on mettait du sel sur les routes ? On a constaté qu'il y avait de l'eau qui restait liquide à -12, -13 °C. Ceci dit si je jouais à baisser la température, mon eau salée elle va geler et à partir de ce moment là ça ne sert plus à rien de mettre du sel sur les routes. Si il fait -25 °C dehors on ne va pas mettre de sel sur les routes parce que l'eau salée devient solide.
1613	J.L	Sinon il y a du gravier.
1614	E.B	Et ce qu'on va faire c'est qu'on met du gravier à la place. Parce que le gravier quand on roule, ça évite qu'on glisse sur du verglas. C'est comme vos chaines, vous rajoutez du frottement, c'est une autre approche.
1615	E 6'25	Madame, l'eau salée elle gèle à combien ?
1616	E.B	Euh ça dépend de la quantité de sel qu'il y a dedans. Donc suivant la quantité de sel elle gèle à des températures différentes.
1617	E	Mais c'est en général…
1618	E.B	Aux alentours de -20 °C. Alors maintenant la question de Patrizia était différente. C'était quoi votre question Patrizia ?
1619	P	Pourquoi la température baisse ?
1620	E.B	Alors là c'est une question compliquée. Qu'est-ce qu'on aurait envie de dire ? Est-ce que vous avez une idée de la température initiale de la glace que vous avez utilisée ?
1621	Ad	Environ 0 °C vu que l'eau était liquide à coté.
1622	J.L	Elle était fondante.
1623	E.B	Il y avait de l'eau c'était de la glace fondante. Vous l'avez vu là bas ?
1624	Ad	Oui. Donc aux alentours de 0 °C.
1625	E.B	Comment on peut en être sûr ?
1626	J.L	Il aurait fallu mesurer.
1627	E.B	Ben regardez, il en reste encore ou pas de la glace ?
1628	A	En tout cas nous la queue du loup a gelé.
1629	E.B	Ca y est déjà fait ?
1630	A	Oui.

1631	E	Nous non.
1632	E.B	Pas encore ?
1633	E	Pas du tout.
1634	E.B	Ben attendez encore un petit peu.
1635	A	Si mais en fait c'est gelé en dessous.
1636	E.B	Mettez les doigts dedans pour vérifier. Alors je n'ai pas répondu à la question de Patrizia. Adrien est-ce que vous pourriez ramener un petit peu de glace s'il vous plait ?
1637	Ad 9'	Il fait deux degrés dans le bac madame.
1638	J.L	Mais l'eau de mer quand on est près de la banquise elle est beaucoup plus froide.
1639	E.B	Alors l'eau de mer quand on est près de la banquise c'est de l'eau…
1640	J.L	Salée. Donc elle est beaucoup plus froide que…
1641	E.B	Donc l'eau de mer effectivement, quand la banquise se met à geler, elle se met à geler à des températures inférieures à 0 °C. Et ça dépend sous doute de la quantité de sel qu'on a dans l'eau.
1642	J.L	Et oui la mer morte si elle gèle…
1643	E.B	C'est bon ça a gelé vous ?
1644	C	Ah oui oui c'est bon.
1645	E.B	Oui donc la queue est prise.
1646	M	Ah nous aussi c'est bon !
1647	E.B	Vous aussi c'est bon ?
1648	Ad	C'est trop fort.
1649	E.B	Est-ce que la queue est prise chez vous ?
1650	M	Oui mais on ne peut pas la soulever parce que tout est collé.
1651	E.B	Donc est-ce que l'histoire est possible ? Est-ce que la queue du loup peut rester coincée ?
1652	Ad	Oui.
1653	E.B	Alors maintenant la question que je vais vous poser, ben si je fais la même chose mais que maintenant j'utilise un petit tube comme ça, est-ce que ça va geler aussi dans le petit tube ?
1654	M	Qu'on met la queue dans le tube ?
1655	E.B	Ca, je vais mettre de l'eau dedans.
1656	Ad	De l'eau froide ou de l'eau chaude ?
1657	E.B	De l'eau normale.
1658	Ad	Ben ça va mettre plus de temps à refroidir.
1659	E.B	Oui mais est-ce que ça va geler pareillement ?
1660	A	Euh non ça ne va pas s'accrocher.
1661	E.B	Est-ce que l'eau va se transformer en glace ?
1662	A	C'est la même matière ?
1663	E.B	Je ne sais pas, au lieu de prendre un petit pot je prend un tube, c'est la seule différence.
1664	A	C'est plus haut donc peut être que…
1665	E.B	Oui mais je mets ça d'eau.
1666	J.L	Mais la surface de contact tu mets tout le tube enfoncé dedans.
1667	E.B	Et je mets tout le tube dedans.
1668	Ad	Ben oui ça peut geler.
1669	J.L 12'	Ca va geler un peu différemment, ça va se prendre par le tour mais… Pourquoi ça ne gèlerait pas ?
1670	E.B	Ce que j'aimerais bien que vous fassiez, on va mettre un thermomètre dans le tube, on va regarder l'évolution de la température. Donc je voudrais que vous me dessiniez l'évolution de la température dans le tube.

1671	J.L	Et l'autre on regarde si il bouge ou pas ?
1672	E.B	L'autre on s'en moque un peu.
1673	Ad	Il faut faire un graphique.
1674	E.B	Voilà effectivement je voudrais que ce soit ça que vous me fassiez.
1675	J.L	Il nous faudrait le temps aussi.
1676	Ad	Il nous faut un chronomètre madame.
1677	E.B	Alors vous allez me faire, à votre idée ce qu'il va se passer. Je voudrais que vous me dessiniez en fonction du temps l'évolution de la température en degrés Celsius. Donc au tout début la température de l'eau était, c'était de l'eau du robinet, elle est de 10 °C. Attention il faut que votre thermomètre soit dans l'eau.
1678	Ad	Je te le dis tous les 30 secondes.
1679	J.L	Toutes les 15 secondes plutôt.
1680	Ad	5 degrés.
1681	J.L	Déjà ?
1682	Ad	3. Ca va se stabiliser.
1683	C	Ca reste à zéro.
1684	E.B	Ca ne bouge plus et ça reste à zéro. Pour vous aussi ?
1685	Ad	Nous pour le moment ça descend. Toujours 3 °C.
1686	E.B	Vous voyez toujours 3 °C ?
1687	Ad	2 au bout d'une minute.
1688	E.B	Vous, vous voyez quoi ?
1689	M	3 degrés.
1690	A 15'	Nous on est à zéro.
1691	15' à 16'15	*Observation de l'expérience.*
1692	M	Madame, l'eau dans le tube elle devrait pas commencer à glacer puisqu'on est à 0 °C ?
1693	E.B	Ah bah on va regarder ce qu'il se passe.
1694	C	Nous on voit des petits trucs.
1695	M	Ah bon ?
1696	C	Un tout petit peu.
1697	E.B	Je vous réapprovisionne en glace un peu.
1698	A	Est-ce qu'on peut perdre nos doigts si on les laisse dedans ?
1699	E.B	Je pense qu'il y a un peu de marge quand même. Alors qu'est-ce qu'il se passe chez les uns et les autres ?
1700	J.L	Ben nous c'est descendu brutalement au début puis là ça c'est stabilisé…
1701	E.B	C'est descendu brutalement au début et puis ça ne bouge plus c'est ça ? Vous aussi ça ne bouge plus ?
1702	M	Nous ça a remonté.
1703	J.L	Touche pas le tube avec les doigts et le thermomètre c'est pareil.
1704	A	Ca avait gelé nous.
1705	E.B	Ca avait gelé dans votre tube et c'était à 0 °C. Et vous ?
1706	Ad	Nous ça ne bouge plus.
1707	E.B	Et est-ce qu'il y a de la glace ?
1708	Ad	Il y a un glaçon mais je soupçonne son arrivée ici. Et si ça a gelé !
1709	E.B	Ca a gelé ?
1710	Ad 19'	Ouai.
1711	J.L	Ah ouai ouai légèrement.

1712	E.B	Alors donc c'est en train de geler et la température est à combien ?
1713	A et J.L	Zéro.
1714	E.B	Bon donc c'est en train de geler…
1715	Ad	On peut attaquer le problème par l'autre bout maintenant, et si on mettait de l'eau sucrée.
1716	E.B	Ah si je met de la glace et du sucre qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que le sel est important. Alors si je prend de la glace et du sucre est-ce que ça chute à -12 °C ?
1717	Ad	Non.
1718	E.B	Ben comment vous savez ?
1719	Ad	On n'a qu'à essayer.
1720	M	On peut faire de la glace pilée.
1721	E.B	Je vais attendre un peu et puis on va mettre du sucre. Alors qu'est-ce que vous constatez ? La température elle reste à…
1722	M	Zéro.
1723	E.B	La température reste à zéro et pendant ce temps là, l'eau est en train de se transformer en glace. Est-ce que c'est zéro ?
1724	A	Moins 1 °C chez nous.
1725	E.B	Moins 1 °C chez vous et vous ?
1726	M	Zéro.
1727	E.B	Et comment vous faites pour regarder l'indication sur votre thermomètre ?
1728	A	On se met pile en face.
1729	E.B	L'œil vous le mettez où ? Vous le mettez en face de la graduation parce que sinon on peut voir un peu plus ou un peu moins.
1730	Ad 22'	Sinon on peut voir 50 °C.
1731	E.B	Vous c'est zéro, vous c'est zéro et vous c'est…
1732	M	1 °C.
1733	E.B	Alors qu'est-ce qu'on fait dans ces cas là ?
1734	Ad	On attend.
1735	E.B	Il y en a combien qui on lu ? Est-ce que c'est important qu'il y en ait plusieurs qui lisent ?
1736	Ad	Oui. On rajoute du sel.
1737	E.B	Oui, pourquoi ?
1738	Ad	Pour avoir une confirmation.
1739	E.B	Ok donc est-ce que vous trouvez zéro, tous ?
1740	Ad	Non. Mais il faut rajouter du sel.
1741	E.B	Quel et le lien ?
1742	Ad	Ben parce qu'on a mis des glaçons sans sel et ça a diminué l'eau.
1743	E.B	Quelle est la température à l'extérieur de votre mélange ?
1744	Ad	Moins 10 °C.
1745	A	Moins 13 °C.
1746	M	Moins 5 °C.
1747	E.B	Vous c'est un peu plus bizarre. Mas dans votre tube à tous vous avez une température qui est aux environs de zéro degré. Euh pourquoi on a pas tous la même température ? Est-ce qu'on a tous fait la même chose ?
1748	M	Non.
1749	E.B	Est-ce qu'on a tous fait la même chose dans le tube ?
1750	Ad	Oui.
1751	A	Oui mais on ne l'a pas mis pareil.

1752	E.B	Oui mais alors là on mesure la température dans le tube. Donc dans le tube j'ai la même chose, j'ai à chaque fois de l'eau et un thermomètre. Donc si j'ai la même chose dans le tube…
1753	J.L	On a de l'eau douce dans le tube.
1754	E.B	L'eau je l'ai pris au robinet, c'était la même eau du même robinet hein.
1755	A	On n'a peut être pas exactement la même quantité.
1756	J.L	Il y a peut être aussi la forme de l'assiette…
1757	E.B	La forme de l'assiette qui jouerait ?
1758	J.L	Non non.
1759	E.B	La température vous la prenez dans quoi ? Dans un tube. Dans le tube vous avez quoi ? La même chose. Vous avez la même chose dans le tube et c'est mis à chaque fois au froid. Et vous constatez tous que la température dans votre tube…
1760	J.L	Elle est toujours autour de zéro.
1761	E.B	Elle est aux environs de zéro à plus ou moins…
1762	Ad	0,5. Mais c'est parce qu'il reste de l'eau liquide dedans.
1763	E.B	Alors est-ce qu'il reste de l'eau liquide dans tous les tubes ? Il reste du solide et du liquide, est-ce qu'on a du solide ?
1764	Tous 25'	Oui.
1765	E.B	Est-ce qu'on a du liquide ?
1766	M	Un peu.
1767	E.B	Et là la température elle est à -0,5, 0 et là 0. Donc on est à des températures proches de zéro mais un petit peu différentes. Comment on pourrait expliquer ça ?
1768	Ad	C'est parce qu'il reste de l'eau liquide.
1769	E.B	Parce qu'il reste de l'eau liquide dans le tube. Donc ce que vous voulez dire c'est que la glace sera vraiment à zéro quand on n'aura plus que de la glace.
1770	Ad	Oui et elle pourra descendre plus bas.
1771	J.L	Ca il faut le vérifier parce que…
1772	E	Un glaçon ça peut descendre en dessous de zéro ?
1773	Ad	Oui.
1774	E	Oui mais là, la température qu'on a c'est celle de l'eau avec les glaçons.
1775	E.B	Alors l'eau avec les glaçons, la température c'est combien ?
1776	J.L	Zéro.
1777	E.B	C'est aux alentours de zéro degré. On n'a pas tout à fait la même température chez les uns et chez les autres. Comment on règle cette question ? Vous m'avez dit il n'y a pas longtemps qu'il fallait qu'on trouve la même chose.
1778	Ad	Après c'est des approximations.
1779	J.L	Autour de zéro c'est la même chose.
1780	E.B	Est-ce que c'est la même chose ?
1781	Ad	Ben fondamentalement non mais c'est des approximations faites avec un thermomètre.
1782	J.L	Il faudrait qu'on prenne le même thermomètre pour mesurer tout le monde.
1783	Ad	C'est des incertitudes.
1784	E.B	Donc vous êtes en train de me dire que c'est peut être parce que les thermomètres n'ont pas la même précision.
1785	J.L	N'affichent pas la même chose, ne sont pas étalonnés pareil quoi.
1786	E.B	Donc vous me dites que c'est peut être l'instrument de mesure qui n'est pas tout à fait le même. Comment on pourrait vérifier ça ?
1787	A	En prenant le même.
1788	E.B	En prenant le même thermomètre et en faisant les mêmes manipulations plusieurs fois.

1789	J.L	Après il faudrait que ça soit le même œil qui regarde.
1790	E.B	Vous êtes d'accord avec ça ?
1791	J.L	Et oui on ne regarde pas tous de la même manière.
1792	C	Il est tout solide.
1793	E.B	Et il est toujours à zéro ?
1794	C	Il est à -1 °C.
1795	E.B	Alors, continuez à le laisser tranquille et on va voir. Donc eux il est tout solide et il est à -1 °C.
1796	Ad	Nous aussi on est à -1 °C et pourtant c'est encore un peu liquide.
1797	E.B	Et ça reste à -1 °C ?
1798	Ad	Ben je ne sais pas je viens de m'en apercevoir.
1799	28'	Si ça se trouve entre temps c'est monté descendu.
1800	E.B	Donc ce qu'on constate c'est que tant qu'on a du solide et du liquide la température reste aux alentours de zéro. Donc votre courbe elle fait quoi ? Elle descend vite de 10 °C à 0 °C et ensuite elle stagne. La question qu'on se posait c'était quoi ? Est-ce que la glace peut descendre en dessous de zéro degré ? Alors je vais vous poser la question autrement, je prends de la glace de mon congélateur qui est aux alentours de -15, -18°C. Je sors la glace de mon congélateur et tout de suite je mets un thermomètre dessus pour mesurer sa température. Quelle est la température de la glace ?
1801	Ad	Elle est en même temps en contact avec l'air extérieur.
1802	E.B	Oui mais je me dépêche pour éviter qu'il y ai beaucoup d'échanges.
1803	Ad	Le mieux ça serait de mettre le thermomètre dans le congélateur.
1804	J.L	Ah non parce que là il sera à -15 °C.
1805	E.B	Quelle sera la température de la glace à la sortie à votre avis ?
1806	P	A peu près zéro.
1807	E.B	Mariska à peu près zéro ?
1808	M	Oui.
1809	A	Nous c'est à -5°C là.
1810	E.B	Ah vous votre glace est à -5 °C.
1811	Ad	Moins 3°C !
1812	E.B	Oui mais vous êtes où là ?
1813	J.L	On est à coté.
1814	E.B	A force de tripoter.
1815	Ad	Et ben voilà ça nous prouve que la glace peut descendre à moins de zéro.
1816	E.B	Alors est-ce que la glace peut descendre à moins de zéro ?
1817	Ad et A	Ben oui.
1818	E.B	Bon alors je reprends ma question. J'ai mon congélateur qui est à -15°C, allez on bouge un peu ! Qu'est-ce que vous faites ?
1819	Ad	Je rajoute un peu d'eau pour que ça gèle le thermomètre.
1820	E.B	Donc je sors la glace de mon congélateur qui est à -15°C. Je mets un thermomètre sur ma glace, quelle est la température de la glace ?
1821	Ad	Moins 15°C.
1822	A	Zéro.
1823	P	Zéro.
1824	E.B	Comment vous le savez ?
1825	Ad	Parce qu'on l'a laissée dans un environnement à -15°C.
1826	E.B	C'est à -15 parce qu'autour c'est à -15 c'est ça que vous me dites ?

1827	Ad	31'	Ben ça reste longtemps ça devient forcément à -15.
1828	A		Il y a un transfert de chaleur.
1829	Ad		Vu que là il y a eu un transfert de chaleur aussi quand on a mis ça.
1830	E.B		Et vous vous me dites zéro.
1831	M		C'est un guide qui m'a expliqué ça cet été. Il m'a dit que quand on fait un igloo, dehors il peut faire -20°C et dans l'igloo il fera zéro degré.
1832	E.B		Est-ce que c'est la même chose de dire qu'il fera zéro dans l'igloo et de dire que la glace a une température de zéro degré ?
1833	J.L		C'est l'air de l'igloo.
1834	M		Ah c'est l'air !
1835	E.B		C'est pas la même chose vous êtes d'accord ?
1836	M		Oui.
1837	E.B		Bon allez, je vous dis ! La température quand je sors mes glaçons du congélateur, si il est à -15°C, les glaçons seront à -15°C. Ca vous va vous êtes d'accord avec ce que je vous dis ?
1838	Ad		Vous n'avez pas répondu à la question sur le sel.
1839	E.B		Je vais y répondre après. Mais là, la question c'est, vous me faites confiance ?
1840	A		Non mais c'est normal.
1841	P		Mais vous dites comme ça il faut que vous expliquiez. Ou vous faites voir mais je ne crois pas comme ça.
1842	J.L		T'as raison.
1843	A		Mais c'est normal non ?
1844	E.B		Alors ce n'est pas prouvé c'est ça qui vous embête ?
1845	P		Oui.
1846	A		C'est à la même température que l'eau les glaçons.
1847	E.B		Ah c'est vrai ?
1848	A		Oui.
1849	E.B		Attention je sors les glaçons. Alors il faudrait qu'il n'y ait pas d'air et que ça soit collé dessus hein.
1850	J.L		Il aurait fallut faire un trou.
1851	E.B		Je vais trouver un autre thermomètre continuez à regarder ce qu'il se passe.
1852	E		Euh nous on est à -7°C.
1853	E.B		Alors ça descend comment ?
1854	M	34'04	Ben c'est resté à zéro un moment et d'un coup ça chute.
1855	E.B		Et on est à combien maintenant ?
1856	M		Là on est à -7°C.
1857	E.B		Et alors celui là ?
1858	A		Ben on est à -7°C aussi.
1859	E.B		Alors ça donne quoi Patrizia ? Vous êtes à combien ?
1860	P		Moins 5 °C.
1861	Ad		Sinon on en casse un peu avec le marteau et…
1862	E.B		Ah c'est pas bête ça mais il faut se dépêcher.
1863	Ad		Vite le marteau !
1864	E.B		Alors regardez ce qu'il se passe là. Vous arrivez à lire ? Moi je vois -3,5°C, -3,7°C, -4,2°C, -5,2°C, -6,2°C, -6,9°C, -7,6°C… Donc déjà est-ce que ça reste à zéro ?
1865	J.L		Non.
1866	E.B		Ca descend hein. Mais ce n'est pas encore -15°C.

1867	A		On ne pourrait pas essayer de le planter ?
1868	E.B		Il faudrait le planter, alors qu'est ce qu'on pourrait faire d'autre ? Je vous propose autre chose. Si je le mets au congélateur… Plutôt que de mettre celui là je pourrai mettre un thermomètre en verre. Il m'en reste un ?
1869	P	37'	Ici madame.
1870	E.B		Bon alors ce que je vais faire, regardez, je pose mon thermomètre dedans et puis je vais le mettre dans mon congélateur ça vous va ?
1871	Tous		Oui.
1872	E.B		Et puis on verra si ce soir à la fin du cours de monsieur Picholle… Bon l'expérience est lancée. Bon qu'est-ce qu'on en conclut de toutes ces histoires ? Qu'est-ce qu'on peut conclure ?
1873	M		Que la glace prend la température du milieu où elle est.
1874	A		Mais c'est pas n'importe quelle matière ? C'est-ce qu'on avait vu en thermo.
1875	E.B		Ah vous avez vu ça c'est vrai ?
1876	A		Non mais je dois me tromper.
1877	E.B		Mais je n'en sais rien ! Donc là vous avez quelle température dans votre tube ?
1878	A		La même que…
1879	E.B		La même que dans le milieu extérieur. Et vous ?
1880	M		J'ai -10°C.
1881	Ad		Nous le thermomètre il est sorti pendant que ça gelait.
1882	E.B		Tant pis pour vous. Mais du coup on n'a plus que deux expériences. Et vous ?
1883	M		C'est à -9°C.
1884	E.B		C'est à -9°C et votre mélange extérieur est à…
1885	E		Il est remonté un petit peu.
1886	E.B		Oui mais il faut le mettre au même endroit peut être non ?
1887	E		Moins 10°C.
1888	A	40'10	Nous c'est exactement pareil -9°C et -9°C.
1889	E.B		Et vous ?
1890	M		Nous c'est pareil c'est -9°C.
1891	E.B		Donc vous avez la même température…
1892	A		Entre la glace et l'extérieur.
1893	E.B		Voilà ok. Alors pour ceux qui ont mis le thermomètre correctement et ont laissé geler l'eau, ils ont trouvé que pendant très longtemps on avait une température qui était aux environs de zéro degré. C'est resté longtemps comme ça. C'est resté comme ça jusqu'à quand ?
1894	A		Jusqu'à ce que ça soit tout gelé.
1895	E.B		Et là, qu'est-ce qu'il s'est passé ?
1896	C		Ca a descendu.
1897	E.B		Ca a descendu jusqu'où ?
1898	Tous		Jusqu'à la température extérieure
1899	E.B		Jusqu'à la température du milieu extérieur.
1900	Ad		C'est bien ce que j'ai dit tout à l'heure donc.
1901	E.B		Ben apparemment oui. Si je mets un objet… Mon objet est froid c'est-à-dire que je le sors du congélateur par exemple et puis que je le mets dans une pièce à température ambiante, qu'est-ce qu'il se passe au bout d'un moment ?
1902	A		Il prend la température ambiante.
1903	E.B		Il prend la température du milieu. Si je prend de l'eau très froide, de l'eau très chaude et que je les mélange ensemble qu'est-ce qu'il se passe à la sortie ?
1904	Ad		Ben ça dépend les volumes d'eau qu'on met.

1905	E.B	La même quantité.
1906	J.L	Ca va prendre la température moyenne.
1907	E.B	Donc l'ensemble de l'eau va atteindre la même température. Donc ça veut dire quoi ? Ca veut dire que quand on met deux choses qui sont à température différente en contact…
1908	M	Ca s'équilibre.
1909	E.B	Au bout d'un moment on a un équilibre des températures. Donc là si ce qu'on dit colle, qu'est-ce qu'on s'attend à voir à la sortie de mon congélateur ?
1910	Ad	Moins 15°C.
1911	E.B	Et j'ai mis un thermomètre dans l'eau seulement qu'est-ce que vous en pensez ?
1912	Ad	C'est pas suffisant il aurait fallu en mettre plusieurs.
1913	M	Ben un dans l'eau et un dans le congélateur comme ça.
1914	E.B	Pour mesurer la température…
1915	M	Du congélateur.
1916	E.B	La mesure de la température du congélateur je peux peut-être la faire juste au moment où j'ouvre quand je sortirai les glaçons. Vous êtes d'accord ?
1917	M	Oui.
1918	Ad	On essaye avec le sucre ?
1919	E.B	Allez,s on va essayer avec du sucre alors.
1920	Ad	Et on sait pourquoi l'eau elle est plus froide avec le sel ?
1921	E.B	Ca c'est la question de Patrizia du début.
1922	43'	Est-ce que vous voulez bien m'apporter un machin dans lequel je puisse mettre les glaçons ? Donc je met la glace. Je vais regarder la température de ma glace. On s'attend à trouver quoi ?
1923	C	Un peu plus de -15°C.
1924	Ad	Mais ça fait un moment qu'ils sont dehors maintenant.
1925	E.B	C'est pour ça que je les ai laissés dehors, c'est pour que j'ai de la glace qui ne soit plus à…
1926	Ad	Moins 15°C.
1927	E.B	Pourquoi ma glace n'est plus à -15°C ?
1928	A	Parce qu'elle est restée dehors.
1929	E.B	Elle est restée dehors et la température ambiante c'est 20°C. Est-ce que ma glace va monter à 20°C ?
1930	J.L	Non sinon ce n'est plus de la glace.
1931	E.B	Qu'est-ce qu'il va se passer ?
1932	Ad	Elle va se liquéfier.
1933	E.B	Tiens ben on va prendre la glace qui est chez vous à combien ?
1934	A	Moins 9°C.
1935	E.B	On va regarder ce qu'il se passe. Est-ce qu'il y a de l'eau salée qui est rentrée dedans ou pas ?
1936	C	Euh on croit pas.
1937	E.B	Et vous un peu ? Bon c'est pas très grave on va regarder ce que ça donne. Vous me dites quoi Patrizia ?
1938	P	Jusqu'à zéro il va rester gelé.
1939	E.B	Oui et ensuite ?
1940	A	Il va se liquéfier.
1941	E.B	Et qu'est-ce qu'il va se passer ?
1942	A	Ca va augmenter la température.
1943	E.B	Donc la glace fond à zéro degré et ça monte tout de suite ? Alors est-ce que quelqu'un veut

		bien venir me lire la température ?
1944	C	Double check.
1945	E.B	C'est important ?
1946	Ad	Oui.
1947	A 46'06	2,5°C.
1948	E.B	Donc on est aux alentours de deux. C'est sans doute parce qu'il y a de l'air. Donc si je mets de l'eau… Tout à l'heure quand on a mis du sel qu'est-ce qu'il s'est passé ? La température a baissé. On va mettre du sucre.
1949	A	Et si on rajoute du sucre ?
1950	E.B	Ben là il y a déjà du sel. Qu'est-ce qu'il se passe si je mélange du sel et du sucre je ne peut pas savoir ce qu'il va se passer. Ce que je vais faire c'est que je vais mélanger un peu comme j'ai fait tout à l'heure. Est-ce que déjà on a l'impression qu'il se passe la même chose ?
1951	A	Non.
1952	E.B	La température est-ce qu'elle descend ?
1953	J.L	Non pas comme tout à l'heure. Un petit peu on dirait.
1954	E.B	Est-ce qu'avec du sucre ça marche ?
1955	A	Non.
1956	J.L	Elle baisse un peu quand même.
1957	E.B	Qu'est-ce qu'il se passe Patrizia ?
1958	P	Ca reste à zéro.
1959	E.B	J.L est-ce que ça descend à -15°C ?
1960	J.L	Non.
1961	E.B	Et les autres vous ne regardez pas ?
1962	Ad et M	C'est -1°C.
1963	Vidéo M2U01207 du 10 novembre.	
1964	E.B	Donc est-ce qu'il descend à -18 ? ou à -15 ou à -12 comme on l'a vu ?
1965	Ad	Non pas du tout.
1966	E.B	Donc est-ce qu'il se passe la même chose avec du sel ou avec du sucre?
1967	TOUS	Non.
1968	Ad	Il y a une grande différence.
1969	M	Mais pourquoi le sel il fait descendre la température ?
1970	E.B.	Alors c'est une question très intéressante, que j'ai posée à énormément de gens qui m'ont dit énormément de bêtises... Alors, qu'est-ce qu'on pourrait imaginer ? Bon déjà qu'est-ce qui fait que la température descend en général ? Pour que la température descende qu'est-ce qu'il faut qu'on lui fasse ?
1971	Ad	Qu'il fasse froid.
1972	E.B	Un corps pour que sa température descende il faut...
1973	J.L	Qu'on lui donne du froid.
1974	Ad	Qu'on lui enlève de l'énergie.
1975	E.B.	Qu'on lui donne du froid ? On va plutôt dire qu'on lui prenne de la chaleur, on va plutôt parler comme ça.
1976	E.B.	Il y a des moments, là vous êtes en train de donner de la chaleur, est-ce que la température change ?
1977	A	Oui
1978	E.B.	Ah bon ?

1979	C.	Euh non
1980	E.B.	Patrizia, elle chauffe bien son tube, donc elle chauffe avec sa main, d'ailleurs sa main refroidit. Elle fournit de la chaleur au tube, et est-ce que la température change ?
1981	P	Un..Hum... Ça change doucement.
1982	E.B.	Mais ça reste aux alentours de...
1983	P.	Zéro.
1984	E.B.	Et pour le moment il y a encore de la glace, d'accord. Et chez vous, est-ce que c'est pareil ?
1985	A	Zéro. Mais ça va changer là en fait ?
1986	E.B.	Donc là pour le moment vous fournissez de la chaleur et ça reste à zéro.
1987	Ad	Mais ce n'est pas...
1988	E.B.	Attendez... Suivez déjà ce que je dis, et après vous poserez la question, d'accord ?
1989	Ad	Oui.
1990	E.B.	D'accord ? Parce que sinon on ne va pas s'en sortir.
1991		Tout à l'heure, ce qu'il s'est passé, c'est que vous avez eu de l'eau liquide et, comme elle était dans un mélange qui était très froid, qu'est-ce qu'on a fait avec cette eau liquide ? on lui a...
1992	Ad	Enlevé de la chaleur.
1993	E.B.	On lui a enlevé de la chaleur. Et pendant qu'on a enlevé de la chaleur à l'eau, sa température restait à...
1994	Ad	Zéro.
1995	E.B.	Et elle se changeait...
1996	Ad	En glace.
1997	E.B.	Donc, quand on a, ce qu'on appelle, un changement d'état pour un corps pur, comme l'eau, et bien quand on lui donne de la chaleur, ou bien quand on lui prend de la chaleur et qu'en même temps il y a un changement d'état, la température reste...
1998	A	Stable.
1999	E.B.	Vous êtes d'accord ?
2000	E.B.	Donc, on a mis le thermomètre, on a mis de l'eau, on a pris de la chaleur à l'eau... Enfin c'est-ce que je dis, je parle en terme de chaleur, tant qu'on avait de l'eau qui se transforme en glace, on prenait de la chaleur et ça restait à zéro degré. Puis quand on a eu plus que de la glace, quand on prenait de la chaleur à la glace, là, la température baissait pour atteindre celle du...
2001	Ad	Du milieu extérieur.
2002	E.B. 3'	Là maintenant j'avais de la glace au départ qui était à zéro degré, je lui ai fourni de la chaleur, et tant qu'il y a de la glace ça reste aux alentours de zéro. Donc le fait qu'on fournisse de la chaleur et que la température augmente ou diminue, est-ce que c'est systématique ?
2003	J.L	Non.
2004	E.B.	Non, parce que là, la température reste la même. Donc ça c'est quelque chose, la température augmente quand on chauffe si on a un corps qui ne change pas d'état. Je vais préciser même un corps qui n'est pas pur... enfin pour un corps pur, il y a des choses compliquées. Oui, le changement d'état, pour un corps pur, il se fait à température...
2005	Ad	Stable.
2006	E.B	Stable, constante, c'est-ce qu'on appelle un palier de changement d'état. Le changement d'état de l'eau (on fournit ou on enlève de la chaleur), tout à l'heure on a enlevé de la chaleur, maintenant on en fournit, et ça se fait de la même façon, à zéro degré. Par contre, si je n'ai pas un changement d'état en cours, si j'ai un solide, que je chauffe, ou que je refroidis, et bien sa température, elle augmente ou elle descend. Vous êtes d'accord ? Pareil pour un liquide, vous savez ça, pour cuire des pâtes, vous voyez bien que la température de l'eau augmente quand je fournis de la chaleur. C'est bon ? Tout ça pour dire que chaleur et température sont deux choses différentes. Alors donc, quand j'ai mis du sel dans ma glace, sa température a chuté. La température a chuté, ça veut dire que, ce qu'il s'est passé,

		c'est que, pour que la température d'un corps chute...
2007	J.L	C'est qu'il a lâché de la chaleur.
2008	E.B	C'est qu'il a lâché de la chaleur. Il a cédé de la chaleur. Donc, qu'est-ce qui a pu céder de la chaleur ? Qu'est-ce qui dans tout ça, a pu prendre...
2009	A	Le sel.
2010	Ad	La dissolution du sel.
2011	E.B	Vous en pensez quoi ? Alors, la dissolution du sel, ça prend de la chaleur au milieu ? Il faut fournir de l'énergie pour que ça dissolve le sel, c'est ça ?
2012	Ad	Ça prend de l'énergie à l'eau pour casser les liaisons...
2013	E.B	Comment on pourrait vérifier ça ? Je vous propose un...
2014	Ad	On met le thermomètre dans de l'eau...
2015	E.B	Oui ?
2016	Ad	Et on met du sel et on mélange, et on regarde la variation de température.
2017	E.B	Ça vous convient ?
2018	TOUS	Oui.
2019	E.B	Ben moi, ça ne me convient pas.
2020	J.L	A température ambiante.
2021	Ad	Et il faut que ce soit dans un vase isotherme.
2022	E.B	Ah. Là, ça me convient mieux.
2023	Ad	Comment ça s'appelle ?
2024	E.B	Un vase Dewar.
2025	Ad	Ouais, le vase Dewar.
2026	E.B	Mais un thermos de café, ça me va très bien aussi.
2027	Ad	Ouais, mais le vase Dewar, c'est mieux.
2028	E.B	Donc, il faut que je n'aie pas d'échange de chaleur avec l'extérieur, je mets mon eau dans un milieu complètement isolé, je prends sa température, je rajoute du sel, je touille, et j'observe si la température baisse.
2029	J.L	Si on touille, ça peut être...
2030	E.B 6'	Alors je ne touille pas...
2031	Ad	En fait tu ne touilles pas. Faut prendre un truc en tire-bouchon... et tu relèves, juste pour que ça mélange un peu, sans que ça ajoute de l'énergie mécanique.
2032	J.L	Non, faut pas agiter, parce que si tu agites, moi je vais te dire, c'est l'énergie...
2033	Ad	Oui, tu donnes de l'énergie mécanique.
2034	J.L	Et ouais.
2035	E.B	D'accord donc, je ne touille pas. Je mets mon thermomètre, j'observe, et je vois le tout descendre de... un demi degré, un degré. Donc la température descend à peine, quand je rajoute du sel dans de l'eau... Ça descend un petit peu mais ça descend à peine. Donc, est-ce que c'est ça qui va expliquer, est-ce que la dissolution ça va expliquer qu'on descende à -15 ?
2036	J.L	A priori non
2037	Ad	Ben ça dépend... on peut en rajouter beaucoup ou pas.
2038	E.B	On en a rajouté beaucoup, on peut en rajouter beaucoup jusqu'à saturation du milieu
2039	J.L	Ça, ça ne nous donne pas d'explication sur la descente de dix degrés et quelque.
2040	E.B	Ok. Donc, est-ce que la dissolution du sel, ça fournit une explication au -15, -18°C ?
2041	Ad	Pas suffisamment
2042	J.L	Non.
2043	E.B	Non, ça y contribue sans doute un peu, mais un tout petit peu. Bon, alors quoi ? Qu'est-ce qui peut se passer d'autre ?

2044	J.L	Alors c'est le changement d'état peut-être ?
2045	E.B	Ah, le changement d'état... le changement d'état de quoi ?
2046	J.L	De l'eau en glace.
2047	Ad	Et oui, ça demande de l'énergie.
2048	E.B	De la glace en eau ? Regardez ! Est-ce que votre mélange, il est le même que tout à l'heure ?
2049	TOUS	Non.
2050	J.L	Non non, maintenant il y a plus d'eau
2051	E.B	Il y a plus d'eau que tout à l'heure, c'est-à-dire que, une partie de la...
2052	J.L	De la glace s'est transformée en...
2053	Ad	La température, elle ne changeait pas vraiment à l'intérieur.
2054	E.B	Alors à l'intérieur oui, mais à l'extérieur j'avais du sel. Alors de la glace qui se transforme en eau, est-ce que ça vous prend de l'énergie ?
2055	Ad	Oui
2056	EB	Oui, et si ça prend de l'énergie, quelque part, peut-être que ça peut faire ailleurs enfin, là où on prend de l'énergie, ça fait baisser la...
2057	Ad	température.
2058	E.B	Vous êtes d'accord ?
2059	TOUS	Oui...
2060	J.L	Ben oui.
2061	EB	Bon ok, si c'est le changement de la glace en eau qui a fait baisser la température, euh... ou ça a été pris ?
2062	Ad	Mais ça sert à quoi ?
2063	E.B	Attendez, on essaie de voir d'où pourrait venir la chute de température... Vous me dites qu'il y a une partie de la glace qui s'est transformée en eau...
2064	A	Ça a été pris dans la glace.
2065	E.B.	Est-ce que ça pourrait marcher ça ?
2066	Ad	J'ai rien compris. C'est quoi qui a été pris dans la glace ?
2067	A	L'énergie. Vu que c'est la glace qui fond, donc c'est la glace qui perd de la chaleur, donc c'est la glace qui perd de l'énergie.
2068	E.B.	Qui donne de l'énergie ?
2069	A	Ouais, mais qui la... enfin elle la perd quoi.
2070	Ad	Ouais mais dans tous les cas, quand on fait décongeler un glaçon sur une table, il n'arrive pas à moins 18.
2071	E.B	Non, il arrive à quelle température ?
2072	Ad	Il arrive à zéro.
2073	E.B.	Il arrive à zéro degré.
2074	Ad	Et une fois qu'il arrive à zéro, il fond, et quand il a fondu entièrement il chauffe.
2075	E.B	Vous êtes d'accord avec ça, c'est-ce qu'on est en train de montrer.
2076	Ad	Oui, au lieu de se transformer en chaleur, ça fournit de l'énergie à la... à la fusion.
2077	E.B	Oui
2078	Ad 9'	La température extérieure. Mais ça n'explique pas donc, pourquoi ça a baissé tout à l'heure.
2079	E.B.	Alors, Aurélie tenait le bon bout, vous redites ce que vous avez dit Aurélie ?
2080	A	Euh que l'énergie venait de la glace.
2081	E.B	Bon. La glace, au départ, elle est aux alentours de zéro degré, vous êtes d'accord ? Et ce qu'elle vous dit, c'est qu'il y a une partie de la glace qui fond, et que pour fondre, cette partie de la glace, elle prend de la chaleur à une autre partie de la glace. Donc il y a une

		partie de la glace qui était à zéro degré, qui donne de la chaleur -dans ce cas là elle descend en dessous de zéro degré- et il y a une autre partie de la glace ailleurs qui récupère cette chaleur et qui fond.
2082		Donc globalement,
2083	J.L.	Ah c'est l'histoire de l'équilibre
2084	E.B.	Donc globalement, du coup, la température du mélange descend.
2085	A.	Ah mais le sel il y est pour quoi dans l'histoire ?
2086	E.B.	Eh bien ça, est-ce que ça se passe avec du sel ? Est-ce que ça se passe sans sel ?
2087	Ad.	Ben non. Si on met deux glaçons côte à côte, il n'y en a pas un qui va descendre à moins 18.
2088	E.B.	Donc si on met du sel avec de la glace, il y a quelque chose qui se passe qui fait qu'une partie de la glace se transforme en eau pendant qu'une autre partie de la glace donne de la chaleur, et la température globalement va descendre. Je n'ai pas expliqué pourquoi ça se passe quand il y a du sel, mais c'est une partie de l'explication. Maintenant pourquoi quand il y a du sel ça se passe et pas quand il y a du sucre, c'est encore d'autres phénomènes encore plus compliqués. Donc là ça reste en suspens. Là, dans cette condition là, on n'a pas assez fixé les choses pour donner une explication. Quand on fait de la thermodynamique, ce qu'on fait c'est qu'on fixe tout et qu'on fait varier un paramètre à la fois. Là, est-ce qu'on a fait varier un paramètre à la fois ?
2089	Ad.	Non.
2090	E.B.	Non, il y a de la chaleur qui peut venir de l'extérieur, on a un mélange qui fond, on a plein de choses qui se passent à la fois.
2091	Ad.	Ah, on ne peut pas faire le chemin...
2092	E.B.	Non. Alors si on fait les choses, on voit que, au départ, si je ne prends que de l'eau et du sel et que je baisse progressivement la température, je me rends compte qu'à moins 21 ça gèle. Mais ça dépend encore de la quantité de sel. Suivant la quantité de sel, la température de solidification change. Si je prends de la glace... là, si je prends de l'eau et du sel, c'est essentiellement comme ça qu'il faut faire mais nous on n'a pas fait comme ça.
2093	12'	Nous on a pris de la glace, on a mis du sel, on a obtenu tout de suite un mélange infâme avec un peu d'eau salée, du sel encore un peu solide parce qu'on est à saturation par rapport à la température, etc. Nous on a fait un mélange sale et donc on ne peut pas fournir d'explication simple. Voilà, donc je n'ai pas répondu à votre question. Sachez que j'ai posé la question à plein de gens.
2094	Ad.	Mais dire qu'il n'y a pas d'explication c'était bien aussi.
2095	E.B.	C'est bien pour quoi ?
2096	Ad.	C'était une blague.
2097	E.B.	Est-ce qu'on a explication à tout ? On peut faire plein de choses à condition de ne pas faire tout changer en même temps. Mais là on a fait changer trop de choses à la fois. Alors ça reste encore à zéro votre histoire ?
2098	A.	Non là c'est à 20.
2099	E.B.	Et vous ?
2100	E.	19 degrés.
2101	E.B.	Et donc c'est resté aux alentours de zéro jusqu'au moment où c'est devenu...
2102	P.	De l'eau.
2103	E.B.	Et puis c'est monté. C'est bon ce changement d'état là ?
2104	14' à 14,45'	*Discussion sur l'emploi du temps.*
2105	E.B.	Alors maintenant je voudrais qu'on discute sur un autre changement d'état. Un changement d'état que je peux faire facilement.
2106	Ad.	La vaporisation.
2107	E.B.	Voilà, alors la vaporisation, je ne vais pas parler de l'évaporation mais on en a déjà un peu parlé. Donc on va parler de l'ébullition.
2108	Ad.	Et avec de l'eau sucrée on peut faire du caramel.

2109	E.B.	Est-ce qu'on parle du changement avec du caramel ? Est-ce que la caramélisation est un changement d'état ?
2110	A.	Non ça brûle le sucre.
2111	E.B.	Voilà !
2112	16' à 17,O7'	*Installation du matériel.*
2113	E.B.	Donc là, on a vu que quand on changeait l'état de l'eau, la température restait constante. Est-ce que c'était la même température dans un sens et dans l'autre ?
2114	P.	Oui.
2115	E.B.	Oui, c'était aux alentours de zéro degré à chaque fois ? Donc la température de changement d'état dans un sens et dans l'autre est la même, et c'était pour l'eau aux alentours de zéro degré. Maintenant je vais prendre de l'eau, et qu'est-ce que je vais faire ? Avec une casserole et une plaque chauffante ? Je vais la faire bouillir. Alors ce que je voudrais que vous fassiez... Alors qu'est-ce qu'on pourrait faire d'ailleurs ? Pourquoi j'ai mis deux plaques ?
2116	A.	Pour regarder si ça bout à la même température.
2117	J.L.	Avec l'eau salée.
2118	E.B.	Donc pourquoi j'ai mis deux plaques ?
2119	Ad.	Pour le faire deux fois.
2120	E.B.	On va faire les expériences deux fois. Vous allez faire la même expérience en double. Si je veux faire quelque chose et que je veux pouvoir comparer, qu'est-ce qu'il faut que je fasse ? Qu'est-ce qu'il faut que je mette dans les deux casseroles ?
2121	J.L.	La même quantité.
2122	E.B.	La même quantité d'eau ?
2123	J.L.	Il vaudrait mieux.
2124	E.B.	Je mets combien d'eau dans la casserole ?
2125	M.	5OO ml.
2126	E.B.	Et combien dans cette casserole ? 5OO ml. Les thermomètres vont tous jusqu'à 11O degrés. Alors qu'est-ce qu'on fait ?
2127	J.L.	On mesure la température de l'eau.
2128	E.B.	On s'attend à trouver quoi ?
2129	M. 2O'	La même température de l'eau. Tenez, un thermomètre, regardez la température de l'eau.
2130	Ad.	Moi c'est à 19,5°C.
2131	E.B.	Rapprochez vous pour voir. Donc on va considérer quoi du coup ? Que l'eau est à 2O°C.
2132	21' à 22,5'	*Changement d'eau pour erreur de manipulation*
2133	Ad.	C'est parti !
2134	E.B.	C'est parti ça veut dire quoi ? Ça veut dire qu'on fait quoi ?
2135	A.	On allume.
2136	E.B.	On allume comment ?
2137	M.	Au maximum, tous les deux les mêmes.
2138	E.B.	C'est important ?
2139	J.L.	On ne sait pas pour l'instant.
2140	E.B.	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
2141	J.L.	Ce qu'il faudrait c'est qu'on ait déjà les mêmes conditions pour vérifier que ça se passe de la même manière. Après on peut faire varier des variables mais pas au début sinon on s'en sort plus.
2142	E.B.	Donc on est d'accord, on met tout à niveau 6 et on va regarder quoi ?
2143	M.	La température d'ébullition.
2144	E.B.	Alors, j'aimerais bien qu'on regarde non seulement la température mais aussi le contenu de la casserole et ce qu'il se passe dans la casserole. Donc que vous me décriviez ce que

		vous voyez dans la casserole, ok ? Vous allez regarder par exemple les bulles, ce qu'il se passe. Allez c'est parti, on commence !
2145	24,25'	*Début de l'expérience*
2146	M.	Mais elles étaient à la même température les deux casseroles ?
2147	E.B.	Elles étaient arrivées presque à la même température, l'une était à 20 au début, l'autre était à 21.
2148	P.	Mais si je mets le thermomètre sur le fond de la casserole ?
2149	E.B.	Qu'est-ce que je mesure ? Est-ce que vous arrivez à lire la température ? Ça serait bien que vous preniez des notes.
2150	A.	Il faudrait un chrono alors pour voir vraiment bien l'évolution.
2151	E.B.	Qu'est-ce que vous voyez ?
2152	Ad.	Ça fume !
2153	E.B.	Est-ce que vous voyez la même chose vous aussi ?
2154	Ad.	Non ce n'est pas que ça fume, c'est que ça crame, c'est la casserole.
2155	A.	Mais c'est qu'il doit rester des choses dessus.
2156	Ad.	On est à 30°C.
2157	E.B.	Regardez le fond de la casserole.
2158	M.	On voit des petites bulles.
2159	E.B.	A quelle température vous voyez des bulles ?
2160	Ad.	32°C.
2161	A.	Elles sont au fond de la casserole.
2162	J.L.	Elles commencent à se décrocher, ça y est.
2163	M.	Elles grossissent.
2164	27,08' à 30,30'	Observation de l'expérience et prise de notes.
2165	E.B.	Alors, vous avez noté vos observations ?
2166	Ad.	Ben on est à 94°C et on ne bouge plus.
2167	E.B.	Et vous, vous êtes à quelle température ?
2168	M.	97°C.
2169	E.B.	Alors vous voyez quoi ? Ça bout pour tous les deux ? Ça bout à quelle température ?
2170	P.	97°C.
2171	E.B.	Et vous ?
2172	Ad.	94°C.
2173	E.B.	C'est la même eau, vous êtes d'accord ? On a mis la même quantité d'eau.
2174	Ad.	Mais on n'a pas mis les mêmes thermomètres.
2175	J.L.	Et si on échangeait de thermomètre ?
2176	P.	Ah ouais ça monte.
2177	A.	En fait c'est les thermomètres.
2178	Ad.	On a la même température qu'eux tout à l'heure.
2179	J.L.	Ah ben non, il aurait du descendre à 94°C.
2180	A.	Non, c'est juste que lui, pour une même température, il affiche 94°C.
2181	Ad.	Les deux sont à température d'ébullition. Et donc on se fie à quelle température ? On peut avoir un troisième thermomètre ?
2182	E.B.	Je m'attendais à ce que vous me disiez ça, tenez.
2183	J.L. 33'	Ils sont à quoi ceux là ? A l'alcool ?
2184	E.B.	Oui.

2185	Ad.	Ah celui là il s'arrête à 92°C.
2186	A.	Nous aussi à 91°C.
2187	E.B.	Je vous en donne d'autres.
2188	J.L.	Ça c'est la couleur du liquide ?
2189	E.B.	Oui.
2190	J.L.	Ah ben tu vois, on n'a pas les mêmes.
2191	Ad.	Alors les bleus, ils montent jusqu'à 98/99°C, et les rouges c'est 92°C.
2192	E.B.	C'est vrai ça ?
2193	A.	Et non parce qu'ici il y a deux rouges et ils n'ont pas la même température.
2194	E.B.	Vous voulez des rouges en plus ?
2195	TOUS	Non.
2196	E.B.	Il y a encore un rouge là.
2197	A.	On n'a aucune même température.
2198	Ad.	Les rouges et les bleus, il y a un écart de température, c'est impressionnant ! Le rouge, il est à 90°C.
2199	J.L.	Il y a 6°C de différence entre les deux.
2200	A.	Il y a un rouge 94°C et un rouge 92°C.
2201	Ad.	On a dépassé le changement d'état.
2202	E.B.	C'est à dire ?
2203	Ad.	On recommence à prendre la température.
2204	E.B.	Je ne comprends pas ce que vous voulez dire.
2205	Ad.	Au changement d'état la température reste constante, et ben là on commence à monter lentement, donc ça veut dire qu'on a dépassé le changement d'état.
2206	E.B.	La température elle est à combien là ?
2207	Ad.	95°C.
2208	P.	98°C.
2209	A.	C'est la couleur, enfin la matière.
2210	E.B.	Alors vous me dites qu'il y a une différence de couleur.
2211	J.L.	Le rouge, sûr, il y a au moins 4°C de différence.
2212	Ad.	Nous, nos trois bleus, ils sont à 100°C, et le rouge 94°C.
2213	A.	Nous 92°C.
2214	E.B.	Donc les rouges, ils sont à quelle température à peu près ?
2215	A.	Entre 92 et 94°C.
2216	E.B.	Et les bleus ?
2217	Ad 36'	Nous ils sont à 100°C.
2218	E.B.	Donc aux alentours de 100°C. On peut peut-être les baisser, même les éteindre. Bon on va se rassoir et je veux que vous me racontiez tout ce que vous avez vu. Gardez les thermomètres avec vous
2219	Ad.	Tu penses qu'on les fait péter si on les met directement dans l'eau froide ?
2220	E.B.	Il y a des risques oui. Bon alors, qu'est-ce que vous avez constaté ? J'aimerais bien qu'un groupe me dise ses observations. Alors, est-ce que vous voulez bien me raconter ce que vous avez observé dans ce groupe ?
2221	C.	Alors, il y avait une augmentation de la température de 20°C à 98°C.
2222	E.B.	C'était quel thermomètre ?
2223	C.	Un bleu. Et donc vers 30°C, on a vu qu'il y avait des petites bulles qui se formaient sur le fond de la casserole. A 35°C, on voyait qu'elles commençaient à se décoller. A 38°C, on a vu qu'elles devenaient de plus en plus grosses. A 60°C, on a vu qu'il y avait de la vapeur.

2224	E.B.	Qu'est-ce que vous appelez de la vapeur ?
2225	A.	Ce qu'il y a au dessus de la casserole.
2226	E.B.	D'accord.
2227	C.	A 70°C, les bulles devenaient de plus en plus grosses. A 90°C, ça commençait à bouillir.
2228	E.B.	Donc quand vous dites que ça commençait à bouillir...
2229	C.	On voyait des bulles qui commençaient à monter.
2230	E.B.	Et l'ébullition, vous dites que ça commence à bouillir à partir de quand ?
2231	C.	98°C.
2232	E.B.	Et quand vous dites que ça bout, ça correspond à quoi ?
2233	M. 39'	C'est toutes les bulles qui remontent.
2234	P.	Très très vite.
2235	E.B.	Un remue-ménage. Dans tout le liquide il y a des bulles qui apparaissent en permanence. Est-ce que vous avez observé des choses différentes ?
2236	Ad.	On a observé à peu près la même chose, à part que dans les 80°C, on a observé des bulles qui faisaient une sorte de tourbillon au fond de l'eau. Et après, il y avait l'ébullition qui était en cercle, mais c'est dû à la résistance du chauffe-plat.
2237	E.B.	Donc vous avez observé la façon dont les bulles montaient. Il y avait des endroits privilégiés où les bulles se formaient.
2238	Ad.	Ouais, c'est ça. Et après il y avait un mouvement d'eau sous forme de tourbillon. Une petite trainée blanche...
2239	J.L.	Un peu comme un nuage.
2240	A.	Oui nous aussi mais c'était les petites bulles.
2241	E.B.	Donc vous voyiez les bulles se déplacer au fond de la casserole. Donc vous avez fait globalement les mêmes observations. Donc à 30°C, on a vu apparaître des bulles, on les a vues monter tout doucement, et puis après on a revu des bulles un peu plus importantes aux alentours de 80°C, et puis ça commençait à s'agiter, et ça s'agitait vraiment et ça restait dans le même état et là, la température était constante pendant un bon moment. Pour la température constante, vous avez eu un problème à ce que j'ai compris, avec les thermomètres.
2242	Ad.	Il y a eu un décalage entre les thermomètres rouges et les thermomètres bleus.
2243	E.B.	Et donc vous en avez déduit quelque chose ou pas ?
2244	Ad.	Que d'après les connaissances que l'on nous avait apportées, et les préjugés sur l'eau qui bout, les thermomètres rouges étaient inexactes.
2245	E.B.	Tout à l'heure, est-ce qu'on avait une différence entre les thermomètres rouges et les thermomètres bleus ?
2246	M.	On n'a pas vérifié.
2247	Ad.	Nous on avait un petit décalage mais notre expérience avait raté.
2248	E.B.	Vous, vous aviez un rouge... Vous, vous aviez un bleu... et vous vous aviez un rouge. Est-ce que vous aviez trouvé à peu près les mêmes températures ?
2249	Ad.	Oui.
2250	E.B.	Est-ce que vous aviez trouvé 6°C de différence ?
2251	M.	Non.
2252	E.B.	Alors est-ce que vous avez regardé ces thermomètres de près ? Ça serait pas mal de regarder un rouge et un bleu.
2253	J.L. 42'	Déjà il y en a un où il y a marqué 'totale immersion', et l'autre où il y a 'limite d'immersion". Déjà on n'a pas fait gaffe à ça.
2254	Ad.	Non mais on n'a pas dépassé, il n'y avait pas assez d'eau.
2255	E.B.	Vous voyez tous qu'il y a marqué sur certains « totale immersion », et sur d'autres il y a un trait ?
2256	Ad.	C'est sur les rouges qu'il y a « totale immersion » ?

2257	J.L.	Ouais.
2258	E.B.	Alors « totale immersion », qu'est-ce que ça pourrait dire ?
2259	J.L.	Qu'il faut le mettre entier.
2260	Ad.	Qu'on peut le mettre comme on veut.
2261	A.	Non il fallait le mettre en entier sous l'eau.
2262	E.B.	Eh oui !
2263	M.	Alors on ne peut pas l'utiliser pour n'importe quoi.
2264	E.B.	Alors, « totale immersion », ça veut dire que pour lire une température correcte, il faut le plonger jusqu'à l'endroit où le liquide coloré s'arrête. Je m'explique mal.
2265	Ad.	Donc en gros, si c'est 96°C, il faut jusqu'à 96°C.
2266	E.B.	Voilà.
2267	J.L.	Mais donc si ça continue à monter, il faut continuer à l'immerger.
2268	E.B.	Eh oui, c'est à dire que progressivement il faut continuer à l'immerger. C'est à dire que pour observer une température d'ébullition de l'eau, que l'on connait aux alentours de 100°C, il aurait fallu l'immerger jusqu'à 100°C. Alors que l'autre ?
2269	J.L.	L'autre non, il y a une limite à 76mm.
2270	E.B.	76 mm, ca veut dire quoi ?
2271	Ad.	C'est l'immersion maximale.
2272	E.B.	Immersion 76mm, ça veut dire quoi ? Ça veut dire...
2273	A.	On est obligé de l'immerger jusqu'à 76ml.
2274	E.B.	Voilà, donc pour qu'il indique une température correcte, il faut l'immerger jusqu'à la limite. Est-ce qu'on a fait ça ?
2275	J.L.	Donc nous on n'avait pas assez d'eau.
2276	E.B.	Ceci dit, ceux où il fallait les immerger un petit peu moins, les températures étaient plus proches de la réalité...
2277	J.L.	Qu'avec ceux là.
2278	E.B.	Avec ceux là vous aviez combien comme température d'ébullition ?
2279	Ad.	98/99°C.
2280	E.B.	Qu'est-ce qu'on pourrait faire ? Est-ce que ça marche ?
2281	Ad.	Oui.
2282	E.B.	On peut le refaire. Alors avant de faire ça quand même, il y a une dernière observation que vous n'avez pas faite. Regardez l'eau dans votre casserole.
2283	A. 45'	Ah ben oui elle a diminué.
2284	E.B.	Comment on peut faire pour savoir ?
2285	Ad.	On la remet dans le verre doseur.
2286	J.L.	Combien on avait mis ?
2287	A.	500 ml.
2288	Ad.	Maintenant il y a 210ml. Holala, comment on a perdu plus que vous !
2289	E.B.	Alors regardez ce qu'il se passe. Est-ce que c'est un phénomène d'ébullition ?
2290	Ad.	D'évaporation.
2291	E.B.	Ouais, et l'évaporation est d'autant plus rapide...
2292	Ad.	Qu'il y a moins d'eau.
2293	E.B.	C'est bon ? Oui ? Bon donc, la température d'ébullition de l'eau... donc les thermomètres, qu'est-ce qu'il faut faire avec un thermomètre ?
2294	A.	Être vigilant.
2295	E.B.	Être vigilant oui, et faire attention aux conditions d'utilisation sinon ?
2296	J.L.	C'est erroné.

2297	E.B.	Ça va ? Alors la température d'ébullition de l'eau, on a vu que c'était...
2298	Ad.	Une constante.
2299	E.B.	Oui, ça a un nom que j'ai dit tout à l'heure, ça s'appelle un...
2300	Ad.	Un palier.
2301	E.B.	Donc on a vu que la température de l'eau...
2302	Ad.	Montait, se stabilisait et remontait.
2303	E.B.	Ah bon ?
2304	Ad.	Ben nous, après avoir bouilli ça continuait à augmenter.
2305	M.	Non, monte puis se stabilise.
2306	E.B.	Alors je reprends. On avait de l'eau liquide, sa température a monté, on a vu apparaître des bulles, et puis la température s'est stabilisée aux alentours de combien ?
2307	Ad.	100°C.
2308	48'	94°C thermomètre rouge.
2309	E.B.	Alors on a dit quoi ? On a dit que le thermomètre rouge n'était pas dans ses conditions d'utilisation normale. Alors on regarde les bleus, qui n'étaient pas totalement dans des conditions normales mais qui étaient plus proches. On était aux alentours de 98/99°C. Est-ce que ça bougeait ?
2310	Ad.	Non.
2311	E.B.	Donc on est resté toujours sur un palier.
2312	Ad.	Et non on est monté jusqu'à 100°C.
2313	E.B.	Donc vous, votre température d'ébullition restait toujours la même et aux alentours de 100°C.
2314	Ad.	Et non, parce qu'on est resté à 98°C pendant super longtemps, et après on est monté à 100°C.
2315	E.B.	Et à la fin, vous aviez combien d'eau dans votre thermomètre ? Et votre thermomètre, il touchait quoi ?
2316	Ad.	Ah d'accord.
2317	J.L	Il touchait quoi ?
2318	E.B.	Est-ce que je peux avoir de l'eau qui bout à plus de 100°C ?
2319	Ad.	Non.
2320	J.L.	Il n'y a pas une histoire de montagne ?
2321	C.	Ça bout plus tard.
2322	Vidéo M2U01208 du 10 novembre.	
2323	A	Ça bout plus vite.
2324	C	Non ça bout moins vite.
2325	Ad	Non ça bout à 80 degrés.
2326	E.B	Ça bout plus vite ?
2327	P	Oui à 60.
2328	E.B	Ça bout à 60 degrés ? Vous l'avez déjà fait ?
2329	P	Parfois.
2330	E.B	Vous avez déjà vu l'eau bouillir à 60 degrés Patrizia ?
2331	P	Non.
2332	Ad	Il faut être très haut.
2333	E.B	Bon je crois qu'il va falloir qu'on aille à la montagne hein. Vous avez écrit toutes les manipulations qu'on pourrait faire à la montagne ? Bon, donc là on a constaté qu'avec les

		thermomètres bleus, la température d'ébullition restait aux alentour de 100 degrés. On a un palier de changement d'état comme tout à l'heure. Vous êtes d'accord ? Donc le changement d'état de l'eau se fait, solide liquide, à une température constante et liquide gaz, à une température constante. Zéro degré d'un côté et 100 degrés de l'autre. On a vu la température monter, on a vu apparaître des bulles. Euh vous m'avez dit qu'on voyait au dessus de la casserole de la vapeur. Alors est-ce que vous savez quand est-ce qu'on a également de la vapeur d'eau ?
2334	Ad	Dans l'évaporation à partir de 30 degrés.
2335	E.B	Est-ce que c'est à partir de 30 degrés ? Comment on peut savoir ça ?
2336	Ad	On fait couler un bain. Ou on fait chauffer de l'eau et dès qu'on voit de la vapeur...
2337	E.B	Alors, si je prends un verre, j'aurais du le faire ça, si je prends un verre, que je le remplis d'eau. Si je l'avais rempli d'eau au début de la semaine.
2338	Ad	Oui.
2339	E.B	Je l'ai rempli d'eau lundi, j'ai mis une marque. Et puis je l'ai laissé tranquille dans son coin, aujourd'hui qu'est-ce qu'il se serait passé ?
2340	Ad	Ça serait en dessous de la marque.
2341	E.B	Ça serait en dessous de la marque vous êtes d'accord ?
2342	M	Oui.
2343	E.B	Là vous m'auriez dit que c'est en dessous de la marque parce que l'eau s'est évaporée.
2344	Ad	Ben oui.
2345	E.B	Vous l'avez vu la vapeur ?
2346	Ad	Non.
2347	E.B	Vous la voyez la vapeur quand le linge sèche ? Non.
2348	J.L	Quand il fait froid.
2349	E.B	Alors ici, si je regarde de très près, que je met une caméra dessus est-ce que je vais voir la vapeur ?
2350	Ad	Non.
2351	E.B	La vapeur est...
2352	Ad 3'	Invisible.
2353	E.B	Je suis en train de parler. Quand je parle... Vous n'avez jamais soufflé sur une vitre ?
2354	A	On le voit plus en hiver.
2355	E.B	Ah et là est-ce qu'en ce moment il y a de la vapeur d'eau qui sort de la bouche ?
2356	Tous	Non.
2357	E.B	Non ?
2358	A	Oui mais on ne la voit pas.
2359	E.B	Donc là j'ai de la vapeur d'eau qui sort de ma bouche mais on ne la voit pas. Alors, on pose une définition, que la vapeur d'eau c'est quelque chose qu'on ne voit pas. La vapeur d'eau ici, vous êtes bien d'accord qu'on ne la voit pas et la vapeur d'eau qui sort de ma bouche on ne la voit pas. Si je pose que la vapeur d'eau est invisible, la vapeur d'eau c'est de l'eau qui passe dans l'air mais que je ne vois pas, est-ce qu'il y a de la vapeur d'eau actuellement dans la pièce ?
2360	Ad	Ben oui.
2361	E.B	Largement. Est-ce que vous la voyez ?
2362	Ad	Non.
2363	E.B	Donc la vapeur d'eau c'est de l'eau qui se trouve dans l'air et qu'on ne voit pas. Alors si la vapeur d'eau c'est-ce qui se trouve dans l'air et qu'on ne voit pas, ce qui sort de ma casserole c'est quoi ?
2364	Ad	De la vapeur d'eau, mais en beaucoup plus gros nombre. Ben c'est de l'eau qui sort de la casserole.
2365	E.B	Alors il y a de l'eau qui sort de la casserole vous êtes d'accord ?

2366	Ad	Si la vapeur d'eau on ne la voit pas...
2367	E.B	Alors si la vapeur d'eau on ne la voit pas, est-ce que ce qui sort de la casserole et qu'on voit on va l'appeler de la vapeur ?
2368	Ad	Non, de la fumée d'eau.
2369	E.B	Pourquoi on ne va pas l'appeler de la vapeur ?
2370	A	De la vapeur plus épaisse.
2371	Ad	Parce que de la vapeur on a dit qu'on ne la voyait pas. Et donc si c'est quelque chose qu'on voit c'est de la fumée.
2372	E.B	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
2373	Ad	La fumée on la voit tout le temps.
2374	E.B	On a dit que la vapeur d'eau était invisible.
2375	J.L	On l'a dit mais si là on la voit c'est peut être parce qu'elle n'est pas invisible aussi. Ou alors c'est autre chose. Mais si c'est autre chose c'est quoi ?
2376	E.B	Si on a dit que la vapeur d'eau était invisible, ce qui sort de la casserole est-ce qu'on va appeler ça de la vapeur d'eau ?
2377	J.L	On ne peut pas puisqu'on a dit que c'était invisible.
2378	E.B	Alors on va l'appeler autrement, ça ressemble à quoi ?
2379	Ad	De la fumée.
2380	E.B	Ça ressemble à de la fumée. Alors le problème c'est que la fumée ça a une autre définition. La fumée c'est des particules solides en suspension dans l'air. Est-ce que c'était du solide en suspension dans l'air ?
2381	Ad	Non. C'est de la fumée liquide.
2382	E.B	Ah c'est de la fumée liquide ! Oui, c'est joli ça.
2383	A	De la buée.
2384	E.B	Ah ça ressemble à de la buée aussi. Pourquoi vous me parlez de buée ?
2385	6'	Quand on met une main, un couvercle ou quelque chose au dessus de la casserole qu'est-ce qu'on voit ? On voit des gouttes d'eau, on appelle ça de la buée. Alors ce qu'on voit sortir de la casserole on va appeler ça du nuage ou du brouillard.
2386	Ad	Du nuage ?
2387	E.B	Oui. Ce sont des toutes petites gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. Donc ce n'est pas du solide donc ce n'est pas de la fumée Mais ce sont des petites gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. Et on les voit quand on met une casserole parce que les gouttelettes d'eau se rassemblent et ça forme des plus grosses gouttes. Donc ce qui sort de ma casserole c'est-ce qu'on appelle du nuage. Parce qu'on le...
2388	Tous	Voit.
2389	E.B	Parce qu'on le voit. Et ce qui ne se voit pas c'est-ce qu'on va appeler de...
2390	J.L	La vapeur d'eau. Écrivez ça et retenez ça. J'ai une dernière question pour vous là. Il y avait plein de bulles au moment de l'ébullition, la question que je vous pose est la suivante, il y avait quoi dans les bulles ?
2391	A	De l'air.
2392	P	L'air.
2393	M	Des bulles d'eau.
2394	E.B	Pourquoi vous pensez ça Mariska ?
2395	M	Parce que vu que ça vient du fond et qu'il y avait de l'eau dans toute la casserole, ça peut être que de l'eau. A moins qu'il y ait de l'air qui soit rentré par les cotés, qui vient en dessous...
2396	C	Mais au début on a des petites bulles sur les cotés.
2397	J.L	Moi je me suis dit que la casserole était poreuse donc l'air passait par en dessous.
2398	P	H2O c'est...

2399	E.B	C'est de l'eau. Alors ces bulles qu'est-ce que ça pourrait bien être au moment de l'ébullition ? Ces grosses bulles.
2400	M	C'est de l'oxygène.
2401	E.B	C'est de l'oxygène, vous avez changé d'avis ?
2402	Ad	En fait il y a beaucoup d'énergie en bas de la casserole, du coup il y a les liaisons d'H2O qui se cassent et donc il y a de l'oxygène et de l'hydrogène. Non ?
2403	E.B	Je ne sais pas.
2404	C	Ben si, comme on a perdu de l'eau, c'est obligé qu'elle se transforme.
2405	Ad	Avec grand apport de chaleur c'est possible de casser les liaisons. Donc est-ce que ce n'est pas la molécule qui se casse en fin de compte ? Et qui se retrouve à l'état gazeux.
2406	9'	Et avec la résistance de l'eau ça fait une bulle.
2407	J.L	De toute façon quand tu fais bouillir jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien dans la casserole, t'as évacué tout ce qu'il y avait...
2408	Ad	Oui mais à la fin t'as plus de bulles vu qu'il n'y a plus d'eau pour faire les bulles. Donc c'est forcément que c'est des molécules qui pètent.
2409	E.B	Pourquoi ?
2410	Ad	C'est de l'H2O liquide.
2411	E.B	Bon l'eau c'est effectivement une molécule qui contient de l'hydrogène et de l'oxygène vous êtes d'accord ? On a dit que l'eau s'évaporait. Quand l'eau s'évapore, dans l'air ça donne quoi ? Est-ce que ça donne de l'hydrogène et de l'oxygène ?
2412	Ad	Non. Ça donne de l'eau.
2413	E.B	Ça donne de l'eau à l'état gazeux. Donc quand j'évapore de l'eau ça donne...
2414	Ad et J.L	De l'eau.
2415	E.B	Bon dans ma casserole, j'ai eu des bulles, vous m'avez proposé quoi comme explication ? Ça pouvait être quoi ces bulles ?
2416	M	De l'air ou de l'eau.
2417	E.B	J.L tu m'as dit, et on l'a constaté, au bout d'un moment j'ai de moins en moins d'eau. Si j'ai de moins en moins d'eau dans ma casserole qu'est-ce que je peux en conclure ?
2418	J.L	L'eau est partie sous forme de gaz.
2419	E.B	Que l'eau est partie. Qu'est-ce que je vois partir de ma casserole ?
2420	Ad	De l'eau.
2421	J.L	Non du nuage.
2422	E.B	Alors je vois du nuage partir autour de ma casserole et quoi d'autre ? Quand vous faites bouillir de l'eau qu'est-ce que vous voyez sortir de la casserole ?
2423	Ad	Du nuage et des gouttes d'eau.
2424	J.L	Ah qui sort de ma casserole ben des bulles.
2425	E.B	Des bulles ! Vous avez vu sortir des bulles. Donc vous me dites qu'il y a de l'eau qui sort de la casserole et vous me dites qu'il y a des bulles qui sortent de la casserole. Qu'est-ce qu'on pourrait avoir envie de dire ?
2426	M	C'est de l'eau.
2427	E.B	Ce sont des bulles... d'air ?
2428	M	D'eau.
2429	P	Mais c'est quoi des bulles d'eau ?
2430	E.B	C'est des bulles qui contiennent quoi ? La question c'est qu'est-ce qu'il y a dans les bulles ? Quand on a joué avec l'air, on a dit que dans les bulles il y a avait de l'air. Maintenant la question c'est qu'est-ce qu'il y a dans les bulles ici ? Est-ce que c'est les mêmes bulles que quand je jouais avec l'air ?
2431	A	Non c'est de l'eau.
2432	E.B	Des bulles avec de l'eau ?

2433	12'	Est-ce que ça pourrait être des bulles avec de la vapeur d'eau ? Ça pourrait. Bon ça pourrait être des bulles d'eau. Quelles raisons j'aurais pour que l'eau se dise, ah ben tient il fait un petit peu chaud je me casse en deux ? Comment je pourrais vérifier si c'est ça ou pas ? Parce que l'autre idée que vous aviez c'est ou c'est de bulles d'eau... Vous êtes d'accord qu'il y a de l'eau qui part, donc la conclusion logique ça pourrait être que ce sont des bulles qui contiennent de l'eau, de la vapeur d'eau. C'est à dire que l'eau part sous la forme de bulles. Il y en a qui m'ont dit que l'eau était faite d'hydrogène et d'oxygène alors peut être que ces bulles c'était des bulles d'hydrogène et des bulles d'oxygène.
2434	Ad	Ouai mais non parce qu'il n'y aurait pas assez d'oxygène. Vu que l'oxygène il existe sous forme gazeuse en O2.
2435	E.B	Quel est le lien ?
2436	Ad	Ah mais en fait ça serait dangereux parce que c'est inflammable le H2.
2437	E.B	Ah oui et ?
2438	Ad	Ben ça explose.
2439	E.B	Alors si je récupère par un moyen quelconque du gaz hydrogène qui est en fait du dihydrogène H2 et effectivement que je l'enferme quelque part. Je mets une allumette ça fait boum.
2440	Ad	Parce que c'est plus léger que l'air et avant c'était utilisé comme l'hélium.
2441	E.B	Oui.
2442	Ad	Et un jour il y a un dirigeable qui a explosé.
2443	E.B	Donc j'ai un moyen simple de savoir si j'ai du dihydrogène qui sort de ma casserole...
2444	A	Oui mais si on le fait et qu'il y en a...
2445	E.B	Ben à votre avis ? On va le refaire hein.
2446	E	Il y a quand même du feu sous la casserole.
2447	E.B	Maintenant on a les plaques électriques mais pendant très longtemps on a cuisiné au gaz. On ne va pas le faire, si je le fais, je vous garantis que ça ne s'enflamme pas. Donc les bulles est-ce que c'est de l'eau qui s'est cassée ?
2448	P	Non.
2449	E.B	Donc les bulles c'est quoi ?
2450	P	C'est l'eau qui est déjà à 100 degrés.
2451	J.L	C'est peut être parce que les bulles montent.
2452	E.B	Alors les bulles pourquoi elles montent, c'est autre chose.
2453	Ad 15'	Ou alors c'est peut être parce que ça casse les liaisons hydrogène qui forment l'eau liquide...
2454	E.B	Oui continuez continuez.
2455	J.L	Ça c'est la température.
2456	Ad	Ben non parce que les liaisons hydrogènes c'est plus fragiles que les liaisons entre les atomes. Et avec la chaleur ça doit casser les liaisons hydrogènes qui forment l'eau...
2457	E.B	Attendez, les liaisons hydrogènes c'est encore autre chose, vous manipulez des mots mais vous avez un petit souci là. C'est quoi la liaison hydrogène ?
2458	Ad	C'est entre les molécules d'eau.
2459	E.B	D'accord donc vous avez des molécules qui se séparent les unes des autres c'est ça que vous me dites ?
2460	Ad	Oui. C'est pour ça que la glace est plus grosse en volume...
2461	E.B	Ça je ne sais pas mais donc ce que vous êtes en train de me dire c'est que les molécules d'eau qui étaient assez proches les unes des autres...
2462	Ad	Elles s'éloignent.
2463	E.B	C'est pas pareil. Se dissocier ça veut dire se casser. Donc est-ce qu'on peut raisonnablement estimer que les bulles qui sortent de ma casserole sont des bulles d'eau ?
2464	Tous	Oui.

2465	E.B	Aux alentours de 100 degrés en tout cas.
2466	Ad	Oui.
2467	E.B	Alors on va faire une dernière manipulation quand même.
2468	Ad	Est-ce que c'est les liaisons hydrogène ?
2469	E.B	Je ne sais pas. Ce que je constate c'est quoi ? C'est que quand je mets de l'eau dans une casserole et que je la fait chauffer, j'observe des...
2470	Ad	Nuages d'eau.
2471	E.B	Est-ce que j'observe que ça ? Est-ce que c'est le truc fondamental ?
2472	Ad	Non.
2473	E.B	Voilà j'observe une ébullition. A température comment ?
2474	Ad	Constante.
2475	E.B	Oui. Alors on va juste rapidement regarder un petit quelque chose. Alors je prends une casserole ok ? Et j'ai pris une casserole que j'ai un petit peu refroidie, elle est froide. Je vais même la sécher. Alors ici il y a quoi ?
2476	Ad	De l'eau.
2477	E.B	Laquelle ?
2478	Ad	Celle qu'on a chauffée tout à l'heure.
2479	E.B	Donc je mets mon eau dans la casserole, je la mets sur ma plaque. Alors évidemment tout est encore un petit peu chaud. Je vais mesurer la température de l'eau.
2480	18'	Je prends un thermomètre...
2481	A	Bleu.
2482	E.B	Je prend un thermomètre bleu et je regarde là la température de mon eau. Ça veut dire que j'attends qu'elle se stabilise pour voir à quelle température elle se trouve. Donc j'ai de l'eau qui est à 46 degrés. C'est stabilisé là ?
2483	C	Oui.
2484	E.B	Venez tous autour de la casserole. Alors est-ce que vous voyez des bulles dans la casserole ? L'eau est à 46 degrés. Est-ce que vous voyez des bulles ?
2485	E	Non.
2486	E.B	Allez on chauffe. Donc on observe la température et le fond de la casserole. Tout à l'heure vous m'avez dit que vous aviez vu apparaître des bulles à 30°C et puis vous m'aviez dit qu'aux alentours de quelle température elles grossissaient ?
2487	C	Euh 38 °C jusqu'à 70°C.
2488	E.B	Donc on va regarder jusqu'à 70 ce qu'il se passe. Tout à l'heure on était au dessus de 30°C et pas de bulles. Donc là ça monte doucement. Vous voyez des bulles ?
2489	J.L	Oui elles commencent.
2490	E.B	Ah bon ? Regardez bien.
2491	A	Ah il y en a là sur le coté.
2492	M	au fond.
2493	E.B	On a dit qu'elles étaient où les bulles ?
2494	M	Au fond de la casserole.
2495	E.B	Vous en voyiez combien la dernière fois ? Là il n'y en a aucune ? Regardez la température.
2496	M	Il est à combien le thermomètre ?
2497	Ad	49°C.
2498	M	Mais la température elle n'est pas plus chaude au centre de la casserole ?
2499	E.B	Oui, alors là on monte à combien ? Est-ce qu'on voit des bulles ?
2500	E	56°C.
2501	A	Mais pourquoi on n'en voit plus là ?
2502	Ad 21'	C'est parce que l'eau elle a changée.

2503	J.L	Non, en faisant chauffer on avait des petites bulles.
2504	M	Des fois ça s'évapore jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien.
2505	E.B	alors on voit du nuage effectivement. Du nuage c'est des petites gouttelettes d'eau qui partent donc là c'est lié au phénomène qui se passe en surface qu'on va appeler l'évaporation.
2506	A	Ah ça y est il y a des bulles !
2507	E.B	Ah on commence à voir apparaître des bulles. Quelle température ?
2508	A	Euh 67°C.
2509	Ad	Moi je vois du nuage.
2510	E.B	Donc tout à l'heure on voyait apparaître des bulles vers 30°C et on les voyait toujours jusqu'à 70°C. Et là on commence à voir apparaître les bulles à quelle température ? A...
2511	A	67°C.
2512	J.L	C'est bizarre ça. Ah oui mais la quantité d'eau qu'on a maintenant c'était la même quantité que tout à l'heure ?
2513	E.B	500 ml.
2514	J.L	D'accord mais c'est de l'eau qui a déjà bouillie.
2515	E.B	Donc là c'est de l'eau déjà bouillie effectivement, que je refais bouillir.
2516	J.L	On a du enlever quelque chose. Il y a beaucoup moins de bulles.
2517	A	Non mais elles mettent plus de temps à venir.
2518	J.L	Oui mais il y en a moins.
2519	E.B	Qu'est-ce qui explique ça ?
2520	M	Ce n'est pas parce que l'eau a déjà chauffé ?
2521	J.L	Ce n'est pas les mêmes
2522	A	Parce qu'elles on du reformer les liaisons pour après...
2523	J.L	Non. Mais c'est vrai que c'est pas tout à fait la même forme les bulles. Elles sont presque toutes de la même taille. Tout à l'heure il y en avait des toutes petites et des très grosses. Et là elles sont presque toutes de la même taille.
2524	E.B	Donc quand vous dites tout à l'heure...
2525	J.L	A la première ébullition on avait des toute petites bulles...
2526	E.B	Au tout début à 30°C c'est ça ?
2527	J.L	On avait des petites bulles après quelques unes étaient un peu plus grosses et commençaient à monter puis après...
2528	E.B	Ça c'était entre 30 et 60°C.
2529	J.L	Et là on a des bulles de presque même diamètre.
2530	A	Là c'est à 100.
2531	E.B	Là on est à 100 degrés, c'est l'ébullition. Est-ce que quelqu'un aurait une allumette ?
2532	Ad	J'ai un briquet.
2533	E.B	Oui, allez y. Alors est-ce qu'il s'est passé quelque chose de particulier ?
2534	A 24'	Non.
2535	E.B	Donc on est à 100°C, on a des grosses bulles et les bulles on les a vues apparaître aux alentours de 70°C. Vous êtes d'accord ?
2536	Tous	Oui.
2537	E.B	Alors que tout à l'heure les bulles on en voyait dès 30°C, c'est à dire qu'à 40 on voyait déjà des bulles.
2538	M	Mais là, vu que c'était déjà au départ à 40°C...
2539	J.L	Oui on aurait du descendre à 30°C.
2540	E.B	Alors, si j'avais mis l'eau au congélateur histoire de la refroidir complètement et qu'on l'avait rechauffée, on n'aurait pas vu apparaître de bulles avant 70°C non plus. Donc la

		deuxième fois qu'on fait bouillir l'eau il ne se passe pas la même chose que la première fois vous êtes d'accord ?
2541	Tous	Oui.
2542	E.B	On peut le faire une troisième fois, on verra encore les bulles qui apparaissent aux alentours de 70°C.
2543	J.L	Donc à la première ébullition on s'est débarrassé de quelque chose.
2544	Ad	On a enlevé quelque chose.
2545	E.B	La conclusion de J.L c'est que la première fois on a fait partir des bulles qui n'existent plus après et qui seraient parti entre 30 et 70 °C. Donc ça serait des bulles qui seraient différentes des bulles d'après. Les bulles d'après on a dit que c'était quoi ? Des bulles...
2546	J.L	D'eau.
2547	A	Ah ben c'est des bulles d'air du coup après il n'y a plus d'air. Quand on a fait bouillir il y a tout l'air qui est parti et là c'était de l'eau...
2548	E.B	Est-ce qu'il y a de l'air dans l'eau ?
2549	A	Hum oui.
2550	E.B	Est-ce qu'il y a de l'air dissout dans l'eau ?
2551	J.L	Ben il y a des composants de l'air.
2552	P	Oui.
2553	E.B	Patrizia vous avez envie de dire oui pourquoi ?
2554	E	Comment ils font les poissons sinon pour respirer?
2555	J.L	C'est l'oxygène.
2556	P	C'est l'eau.
2557	E.B	L'oxygène de quoi ? De l'eau ou de l'air ?
2558	J.L	Pour les poissons c'est-celui qui vient de l'eau.
2559	A	Oui mais c'est quand même de l'oxygène.
2560	J.L	C'est le même de toute façon.
2561	Ad	Et non ce n'est pas le même.
2562	E.B	Mon oxygène de l'eau il est collé à l'hydrogène.
2563	J.L	Donc c'est l'oxygène dissout dans l'eau.
2564	E.B	Voilà il y a de l'air dissout dans l'eau. Alors ça je peux le voir comment ? Je vous invite chez vous à prendre une carafe, à mettre de l'eau dedans et à attendre. Et qu'est-ce qu'on voit sur le bord de la carafe ?
2565	Tous	Des bulles.
2566	E.B	Et ces petites bulles elles viennent d'où ? C'est l'air qui était dissous dans l'eau. Donc la première fois, ce qu'on a fait, c'est qu'on a enlevé... alors est-ce qu'on pourrait s'en assurer de ça ?
2567	Ad 27'15	C'est de l'air ambiant qui a été dissous ?
2568	E.B	C'était de l'air ambiant.
2569	A	Avec le truc pour voir...
2570	Ad	Avec l'eau de chaux. Non c'est pour le dioxyde de carbone. On laisse brûler de l'encens pendant une semaine dans la salle...
2571	E.B	Quel est le rapport expliquez moi.
2572	Ad	Ben je ne sais pas, pour dissoudre la fumée de l'encens dans l'eau.
2573	E.B	Quel est le lien ici avec l'air ?
2574	Ad	ben après quand ça va ressortir ça va sentir l'encens.
2575	E.B	Oui mais l'encens ce n'est pas de l'air. Alors vous me dites que j'ai enlevé de l'air de l'eau. Qu'est-ce que je fais après ?
2576	J.L	Ben en rajouter.

2577	E.B	Ah ! Vous n'avez jamais vu les aquariums ? Qu'est-ce qu'on met dans les aquariums ?
2578	Ad	Et sinon on laisse refroidir l'eau, on met un poisson dedans et si il meurt c'est qu'il n'y a plus d'air.
2579	E.B	Alors on pourrait aussi mais est-ce qu'on va le faire Adrien ?
2580	M	Non on ne va pas tuer un poisson juste pour voir s'il y a de l'air.
2581	E.B	Donc qu'est-ce qu'on peut faire ?
2582	J.L	On peut essayer d'oxygéner l'eau.
2583	E.B	Donc on remet de l'air dans l'eau et qu'est-ce qu'on fait après ?
2584	C	On la refait bouillir.
2585	E.B	Et qu'est-ce qu'on prévoit qu'il se passe ?
2586	C	A 30°C il y aura des bulles.
2587	Ad	Comment on remet de l'air dedans ?
2588	J.L	Avec un diffuseur.
2589	E.B	Je prend de l'eau, je secoue je secoue, je secoue et je vais peut être avoir de l'air qui va se mélanger avec. Donc je remets de l'air dans l'eau, je refais chauffer et je vois si je vois apparaître les bulles d'air. Ça vous convient comme manipulation ?
2590	Tous	Oui.
2591	E.B	Bon ça vous pouvez peut être le faire chez vous. On va arrêter là.
2592	30'	Pendant la pause je voudrais que vous réfléchissiez à ce qui fait que ce qu'on fait c'est des sciences ? Et quelles sont les caractéristiques qui vous font dire que là je suis dans une bonne pratique ou dans une mauvaise pratique.

ANNEXE 6.G.e.

Transcription d'extraits de cours réalisés avant la semaine de cours massé avec le groupe 45

Cette transcription du cours des L2 du parcours Sciences et culture 2011/2012 contient la fin du cours du 23 septembre consacré au travail sur les ombres colorées (cf. Annexe 2.A., séquence E-03) et le début du cours du 18 octobre consacré à la mise en commun des schémas sur les ombres colorée, le test de la robustesse des explication fournies, une investigation sur la taille des ombres sur l'écran, une investigation sur Eratosthène (parallélisme des rayons lumineux) ainsi qu'une discussion sur l'ombre d'une balle. Entre les deux cours, les étudiants ont animé le jardin des sciences.

1	Camille	Comment tu expliques que quand tu te rapproches de la lumière, il (le bonhomme ou plus précisément son ombre) est plus grand ?
2	Estelle	Parce que quand tu es là, la partie de l'ombre, elle est de là à là. Quand tu es là, c'est comme quand tu regardes quelqu'un. De près il est grand et de loin il est tout petit.
3	Patrizia	Tu peux faire comme ça, la ligne qui passe ici et par ici.
4		Manipulation et discussions diverses.
5	EB	Qu'est-ce que vous faites là ?
6	Estelle	En fait, je dessine les ombres. On les voit comme si elles étaient côte à côte.
7	Patrizia	Moi j'avais l'impression que c'était les ombres qui se superposaient et qui donnaient du noir.
8	EB	Ah ?
9	Patrizia	C'est noir derrière le crayon.
10	EB	C'est noir derrière le crayon ?
11	Estelle	Non c'est rouge.
12	EB	Si vous l'avez fait proprement sur votre feuille et puis que vous avez du mal à le faire là dessus (sur iPad), vous pouvez garder celui de votre feuille.
13	Mariska	On prend en photo.
14	EB	Vous pouvez prendre en photo aussi effectivement. Il faut que vous choisissiez l'approche qui est la plus pratique pour vous.
15	Estelle	Ben ça, ce n'est pas pratique.
16	EB	Ben si ce n'est pas pratique, ne faites pas avec. Je vais vous rallumer la lumière. Vous pouvez aussi, quand vous sentez que vous n'avez plus besoin d'être dans le noir, vous levez pour allumer la lumière. C'est un cours où je vous incite aussi à l'autonomie. Est-ce qu'avec ça je peux comprendre pourquoi…?
17	Estelle	Le rouge et vert, on l'a expliqué, on l'avait fait.
18	EB	Le dessin doit être autonome. Moi, je veux savoir pourquoi l'ombre verte est ici et pas un peu plus en haut et un peu plus à droite. Je ne le vois pas sur le dessin. Je ne comprends pas non plus pourquoi c'est rouge là et jaune là. N'effacez rien surtout. Vous avez tracé des traits pour quoi faire ? Je vous laisse continuer de réfléchir un petit peu. On va quand même, avant que vous partiez, voir ce qu'on fait les uns et les autres. Vous avez pris tout ça en note ? Installez la dropbox chez vous. Donc le premier groupe nous montre ce qu'il a voulu faire puis le deuxième groupe puis on fera la discussion la prochaine fois, ça ne sert à rien de...
19	Adrien	Ben on a pris les photos.
20	EB	De quoi et pourquoi ?
21	Adrien	De la superposition, des ombres avec les deux sources séparées.
22	EB	Pourquoi vous avez fait ça ?
23	Adrien	Puis les deux ensemble. Ben parce qu'en fait au départ, on était parti pour tout expliquer puis finalement avec le temps, on a juste expliqué, juste tenté d'expliquer pourquoi l'ombre projetée par le rouge était verte et pourquoi l'ombre projetée par le vert était rouge.
24	EB	D'accord donc ce que vous avez découvert c'est que…

25	Adrien	C'est que l'ombre de droite, ben c'est l'ombre verte.
26	EB	C'est l'ombre verte, c'est à dire, c'est l'ombre associée...
27	Adrien	L'ombre projetée par la source verte.
28	EB	Vous avez vu ça aussi les autres ?
29	Adrien	Et l'ombre de gauche c'est l'ombre associée à la projection rouge.
30	EB	Ok
31	Adrien	Après, ça c'est-ce qu'on comptait faire, mais on n'a pas eu le temps. On voulait expliquer aussi pourquoi l'ombre elle grandissait quand on approchait l'objet de la source lumineuse. Ça c'est toutes les notes qu'on a prises. Au début, il y a l'observation des différents cas et après on a une explication synthétique de la superposition des couleurs et des deux ombres de couleur.
32	EB	Vous voulez nous la lire ?
33	Adrien	Non ce n'est pas la peine.
34	EB	Ce n'est pas la peine ? De toute façon c'est dans la dropbox. Mais il faut savoir faire aussi avec des mots.
35	Adrien	Donc ça c'est notre schéma pour montrer qu'on a une ombre rouge faite par la source rouge. Ça c'est le schéma pour expliquer qu'on a un ombre avec la source verte. Et ça c'est notre schéma de superposition où on voit qu'avec les deux sources de lumière, elles donnent deux ombres, que leur superposition donne la couleur jaune et qu'à l'endroit où il y a les deux ombres qui se rejoignent c'est sombre.
36	EB	Là où c'est sombre c'est qu'il y a ...
37	Adrien	Il y a du très sombre.
38	EB	Mais c'est lié au fait qu'il n'y a pas de lumière qui arrive.
39	Adrien	Voilà, c'est tout ce qu'on a.
40	EB	Ok c'est déjà pas mal. Vous nous montrez, l'autre groupe, ce que vous avez fait. Alors, expliquez-nous. Vous avez essayé une autre représentation. Donc vous, ce que vous n'avez pas dit, c'est que vos représentations c'étaient des vues...
41	Aurélie	Ben il y en a une du dessus.
42	Adrien	Il y en a deux qui sont des vues de côté et une qui est une vue de dessus.
43	EB	D'accord.
44	Estelle	Là on a juste représenté ce qu'on a observé de face. Donc le crayon noir et les ombres derrière et le fond jaune qui est le mélange du vert et rouge. Après, pourquoi on obtient une ombre verte et une ombre rouge.
45	EB	Alors lisez-nous ce que vous avez écrit.
46	Mariska	Lorsqu'on met le stylo devant le faisceau rouge, celui-ci empêche la lumière de passer. Quand on a un faisceau vert aussi, l'ombre est verte. Le stylo empêche la lumière de passer mais quand la lumière rouge est là, l'ombre est rouge. Tout autour du stylo, il n'y a aucun objet qui pourrait empêcher la lumière de passer. Donc les lumières rouge et verte se mélangent et on obtient du jaune.
47	EB	Est-ce que vous comprenez ? Moi j'ai un peu de mal. Lorsqu'on met un objet devant le faisceau rouge, celui-ci empêche la lumière de passer. Mais on a également un faisceau vert. L'ombre est verte. L'ombre de quoi ? Et laquelle, parce que j'ai cru comprendre qu'il y avait deux ombres sur l'écran. Vous laissez ce que vous avez écrit mais je pense qu'on peut l'améliorer encore. Et vous, qu'avez-vous écrit ?
48	Adrien	Alors, on a deux sources lumineuses rouge et verte projetant deux ombres qui sont rouge et verte sur un fond de couleur jaune dû à la superposition des deux couleurs. On n'a pas dit qu'il y avait un stylo. On observe qu'en déplaçant la source de lumière les ombres se déplacent dans le même sens.
49	EB	Attendez, on observe qu'en déplaçant les sources de lumière...
50	Adrien	Les ombres se déplacent.
51	Aurélie	Ça c'est les observations. On n'a pas pu tout expliquer.
52	Adrien	Donc en rapprochant l'objet de la source lumineuse, elle grandit et en l'éloignant, elle diminue. On constate que l'ombre projetée par la lumière verte correspond à l'ombre de

		couleur rouge sur l'écran et inversement. L'ombre projetée par la lumière rouge est de couleur verte. Lorsqu'il n'y a qu'une source lumineuse, ici la verte, la lumière bloquée par le stylo donne une ombre noire sur l'écran éclairée en vert. Lorsqu'il n'y a que la lumière rouge, il se passe la même chose mais l'ombre est un peu décalée du fait que les sources lumineuses sont côte à côte et non confondues. Avec les deux lumières, l'ombre projetée par la source verte devient rouge du fait que l'ombre projetée par la source rouge n'est pas au même endroit sur l'écran que la verte. Et que donc la partie non éclairée par le vert devient rouge car il n'y a pas de superposition d'ombres et inversement. Et donc l'ombre projetée par la source rouge devient verte.
53	EB	Bon ce que je vous propose pour la prochaine fois, c'est de mettre tout cela au propre, puisqu'on fera la discussion là-dessus. Vous allez avancer un peu. Donc , ou par groupe ou tous ensemble, déjà, mais peut-être pas tout de suite, vous regardez ce qu'ont fait les uns et les autres. Et à partir de ce qu'ont fait les uns et les autres, devinez ce que vous allez faire ? Vous faites un tout qui nous permette d'avoir la version optimisée. Et cette version optimisée, on en parlera la prochaine fois. Donc mettez tout sur la dropbox pour y accéder de chez vous.
54		Discussions diverses
55	EB	Dernière chose sur votre cahier. Je voudrais que vous réfléchissiez aussi ce soir pour le coup ou maintenant si vous n'avez plus cours après, à ce qui s'est passé. Ce que j'ai fait, ce que vous avez fait et où j'étais pendant que vous travailliez. Essayer de voir les différentes étapes. Mon rôle, votre rôle dans tout ça. Identifier mon rôle et le vôtre.
56		Discussions diverses
57	**vidéo 0565 18 octobre**	**durée 44 : 06**
58	EB	On se remet dans un fonctionnement à peu prés normal. Aurélie, Sylvia et Adrien d'un côté
59	EB	et puis Camille, Estelle, Patricia et Mariska de l'autre côté
60	Camille	On fait une expérience ?
61	EB	Alors la dernière fois on avait travaillé sur la formulation des ombres colorées, vous vous souvenez ? Est-ce que l'un d'entre vous serait capable de me dire ou plutôt de m'expliquer le phénomène ? Comment expliquer le fait que, lorsque l'on a une source verte et une source rouge, on voit une ombre verte et une ombre rouge sur l'écran ?
62	Mariska	Alors parce que chaque objet a une ombre sombre et alors la lumière verte elle crée une ombre rouge et la lumière rouge crée une ombre verte
63	EB	Pourquoi ?
64	Mariska	Parce ce que par exemple, là il y a la lumière rouge et là il y a l'objet, donc la lumière rouge derrière il y a une ombre sombre mais vu que là il y a la lumière verte qui atteint l'écran, elle va colorer l'ombre sombre en vert
65	EB	D'accord ? Donc ce n'est pas la lumière verte qui crée l'ombre en rouge, c'est l'ombre créée par la source verte et éclairée par la source rouge qui apparaît donc rouge, plutôt que "créée par". L'ombre est liée à une première source et la couleur de l'ombre est liée à l'autre source.
66	EB	Alors, question pour vous. On a travaillé avec une source rouge et une source verte : que se passe-t-il si je remplace un des filtres, rouge par exemple, si je remplace un filtre rouge par un filtre bleu ?
67	Adrien	Et bien l'ombre elle ne sera plus rouge, elle sera bleue
68	EB	Alors faites moi un dessin, je voudrais que vous me fassiez un dessin pour expliquer ce que vous pensez qu'il va se passer donc un dessin aussi scientifique que possible qui permette de comprendre à la fois la position des ombres et leur couleur
69	Sylvia	Un par groupe ?
70	EB	Un chacun
71	EB	Donc on remplace rouge et vert par rouge et bleu
72	03:43 à	Les étudiants font le dessin
73		**Expérience confection du dessin de 03 : 43 à 13:10**
74		Echanges pendant l'expérience
75	Adrien	Mais nous on avait fait nos dessins sur ipad madame

76	EB	Et bien maintenant vous les faites sur le papier, parce que le jour du concours vous n'aurez pas l'ipad
77	Adrien	Oui mais l'avantage c'est qu'avant le concours on aura tous nos dessins sur dropbox
78	EB	Je veux qu'on puisse voir la position des ombres, qu'on les comprenne, donc vous réfléchissez à ce que vous faites et à comment vous représentez la lumière
79		Arrive une personne EB lui indique ce qu'il faut faire
80	Patricia	Rouge et bleu ? J'ai commencé rouge et vert
81	EB	Non rouge et bleu. Rouge et vert on l'a déjà fait
82	EB	Faites sur un schéma la représentation des couleurs et des ombres avec donc une source rouge et une source bleue
83	Mariska	Madame du rouge et du bleu ça fait du violet ?
84	EB	Du rouge et du bleu oui ça fait du magenta
85	étudiants	Discussion autour du magenta
86	EB	Alors attention ce dessin a aussi pour objectif évidemment d'être communicable.
87	EB	Vous devriez avoir presque fini là. Donc une fois que vous fini vous pouvez regarder ce qu'ont fait les autres
88	EB	Essayez d'identifier ce qui est pareil et ce qui est différent d'un dessin à l'autre. Vous n'avez pas forcément le même dessin, donc regardez entre vous ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas et on en discutera ensemble. Montrez-vous vos dessins. Essayez au moins d'identifier ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas, avant que moi je ne le fasse avec vous. Allez tout le monde a fini ? Emmenez vos dessins et poser les sur la table
89	EB	Adrien vous voulez nous faire le cameraman de service ?
90	Adrien	13 h 43, nous identifions tous nos dessins et nous comparons ce que nous avons fait
91	EB	Alors on regarde, ce qui est pareil ?
92	Adrien	Il y a du bleu
93	EB	Ah oui ,sur celui-ci c'est du bleu foncé qui est un peu proche du noir. Il y a deux couleurs différentes au moins. Il y a des traits, est-ce qu'il y a des traits partout ?
94	les étudiants	Non
95	Camille	Il y a des pointillés
96	EB	Il y a des traits et des pointillés est-ce qu'il y a d'autres endroits où il y a des pointillés ?
97	Adrien	Oui il y a des pointillés avec des flèches
98	EB	Alors qu'est-ce qu'il y a d'autre de pareil et de différent ?
99	Mariska	Tout le monde a mis un objet
100	EB	Effectivement tout le monde a mis un objet
101	Mariska	Un écran et deux sources différentes
102	EB	Au niveau des deux sources différentes, vos choix de représentation ne sont pas les mêmes d'un dessin à l'autre, ici on a représenté les deux sources aux deux extrémités de la boîte. Là on a les sources côte à côte sur une boîte. Il y en a où il y a des boîtes et il y en a où il n'y a pas de boîtes. Est-ce que c'est important qu'il y ait une boîte ou pas ?
103	étudiants	Non
104	EB	Qu'est-ce qui compte ?
105	étudiants	La source
106	EB	La source et qu'il y ait deux sources différents effectivement. Alors, les traits, est-ce que vous voyez une différence entre les traits, ici, ici, ici et ici et ceux là
107	Adrien	Ils sont orientés
108	EB	Alors il y en a où il y a une flèche et d'autres où il n'y a pas de flèche, alors pourquoi vous avez mis une flèche ?
109	JL	Pour qu'on sache où ça va

110	Estelle	Pour montrer que la lumière elle vient de là
111	Adrien	
112	EB	Vous êtes sérieux ?
113	JL	Qu'est-ce que tu as dit ?
114	Adrien	En contrôle d'optique si on ne met pas les flèches sur les rayons on perd 0,5 par flèche donc là ça fait déjà beaucoup de points en moins
115	EB	Donc la flèche, pour vous, ça représente la direction dans laquelle la lumière, le faisceau se déplace. Alors, est-ce qu'il y a une différence, à part l'état des flèches ? Est-ce qu'il y en a autant partout ?
116	étudiants	Non
117	EB	Il y en a (des schémas) où il y en a beaucoup, il y en a où il n'y en a pas beaucoup. Alors elles servent à quoi ces flèches ? A éclairer l'écran, et puis ... à délimiter...
118	JL	Ben les ombres
119	EB	Les ombres. Alors je voudrais que vous me disiez la distinction entre ce dessin par exemple et celui ci
120	Adrien	Il y a 8 rayons mais il n'a pas fait le rayon qui part de la source et qui frôle l'objet, il a juste fait un rayon objet écran
121	EB	Alors est-ce que le rayon, la délimitation part de l'objet ?
122	JL	Il ne part pas de l'objet mais de l'ombre de l'objet
123	EB	Alors est-ce que c'est une ombre ou pas
124	JL	Ça c'est le rayon de…..(19:01)
125	EB	Et elle part d'où cette tangente ? Elle part de
126	JL	Elle part d'ici et elle fait ça
127	EB	Est-ce que vous êtes sûr ?
128	JL	Moi oui, ce n'est pas utile de le faire du début
129	Adrien	Ben si parce qu'il faut que la lumière elle parte de...
130	JL	Ben non parce ce que quand j'ai tracé je suis parti de la source mais ça sert à rien de tracer depuis la source parce que sinon tu vas avoir un triangle ici et tu ne vas pas savoir si dans le triangle qui est là tu vas avoir de la lumière ou non
131	Adrien	Oui mais c'est le pb. de nos représentations à nous, en représentation physique tu fais juste la source et un rectangle pour l'objet et après tu continues et tu considères que tout ce qu'il y a de l'autre côté c'est clair
132	JL	Il aurait fallu que je le colorie
133	EB	Non non, il n'aurait pas fallu que tu le colories mais le trait là, si on se met d'accord sur cette idée... Apparemment c'est-ce que vous avez fait, vous avez décidé que les traits représentent la lumière et qu'elle part d'un endroit pour arriver à un autre endroit. Là on a l'impression que ta lumière elle part de l'objet. Donc on va se mettre d'accord, la lumière part de la source et arrive quelque part. Combien a-t-on besoin de créer de rayons au minimum pour expliquer le fonctionnement ?
134	une étudiante	4
135	EB	Pourquoi 4 ?
136	Adrien	Parce qu'il y a deux tangentes de l'objet par chaque centre
137	Camille	8 parce que tu as les limites
138	Adrien	Pourquoi 8 ?
139	Camille	Parce que tu as les limites, pour une source il t'en faut 4
140	EB	Vous êtes d'accord Adrien ?
141	Adrien	Oui moi j'ai fait ça parce que vous m'avez dit que c'est ça qu'il faut, j'ai fait un dessin comme en optique
142	EB	Vous n'en avez fait que 4 et j'ai dit que je ne comprenais pas bien. Je ne comprenais pas bien

		parce qu'effectivement il nous faut au minimum délimiter notre faisceau lumineux. Donc là c'est bon on a les faisceaux délimités, par contre, après, il manque les deux rayons qui délimitent finalement la zone d'ombre pour chaque source de lumière. En faire plus est-ce que c'est un problème ?
143	étudiants	Non
144	EB	Non c'est un choix. Alors le choix de traits pleins et de traits pointillés ?
145	JL	Et bien c'est curieux car en pointillé ça veut dire qu'ils sont cachés
146	Adrien	D'un point de vue optique ou d'un point de vue normal ?
147	EB	D'un point de vue descriptif quel est le choix qui est derrière et
148	Adrien	Ben il s'est servi des traits pleins pour montrer les deux rayons qui formaient l'ombre
149	EB	Oui c'est les rayons limites effectivement qui délimitent les ombres et du coup ce n'est peut être pas net. On se met d'accord sur le fait de mettre des traits pleins pour ce qui délimite le faisceau lumineux et là les pointillés ?
150	Camille	C'est pour délimiter la zone d'ombre
151	EB	Oui mais je faisais quoi comme remarque ?
152	Camille	Que les ombres se touchent
153	EB	Bof que les ombres se touchent ou pas, à la limite, moi ce qui m'intrigue c'est que ces pointillés ils s'arrêtent et on ne voit pas où ...
154	Camille	Là
155	EB	Ah c'est de la lumière rouge qui devient un trait pointillé noir
156	Camille	Voilà parce que c'est la zone sombre voilà ah c'est compliqué
157	EB	Est-ce qu'elle est dans le sombre cette zone là ? Elle est de quelle couleur ?
158	étudiante	Bleue
159	EB	Elle est de la couleur de l'autre source. Donc là, ici, qu'est-ce qu'il manque ? Des faisceaux tangents à l'objet pour déterminer pourquoi il est ici et pas là le rond bleu et pourquoi il est ici et pas là le rond rouge. Donc vous m'avez tous fait des vues de dessus, ça vous semble pertinent ?
160	Adrien	Ça évite les problèmes de perspective
161	EB	Ça évite les problèmes de perspective, le seul inconvénient c'est qu'on ne voit pas la couleur de l'ombre. Alors la couleur de l'ombre comment vous l'avez faite du coup ?
162	JL	Moi j'ai fait une projection verticale
163	EB	Là on a une vue de dessus et puis on a basculé l'écran pour voir la forme de l'objet, donc ça c'est une possibilité. Souvent ce que l'on fait c'est qu'on détache les deux, on ne les colle pas.
164	EB	Pas de souci par rapport à ça. Quoi d'autre encore ? Est-ce que vous avez tous fait les mêmes choses ? Regardez, est-ce que les zones d'ombre sont toutes les mêmes ?
165	Adrien	Il y en a qui sont colorées et d'autres pas
166	EB	Non j'ai l'impression que tout le monde les a colorées
167	une étudiante	Ici c'est un trait, ici c'est un rond
168	EB	Alors si on est sur une vue de dessus c'est un rond ou un trait ? C'est un trait si on est sur une vue de dessus. Il y a autre chose encore, là les deux ombres sont côte à côte, là elles sont séparées, là ici il y a quoi entre les deux ?
169	étudiante	Un petit trou
170	EB	Un petit trou de quoi ? Il est de quelle couleur ?
171	Camille	Il est magenta
172	EB	Il est magenta
173	Patricia	Mais ils ne se mélangent pas
174	EB	Regardez, prenez une règle
175	Patricia	Mais ce n'est pas coloré

176	EB	Mais ça devrait l'être. Il y a du bleu qui arrive, il y a du rouge qui arrive vous êtes d'accord. Ce que vous m'avez fait d'autre, alors là il y a du sombre partout vous avez vu ? Alors il y a du sombre avec du bleu, il y a du sombre avec du rouge est-ce qu'il y a des ombres noires où il n'y a pas du tout de lumière qui arrive ? Sur les différents dessins ?
177	Adrien	Sur le mien
178	EB	Est-ce qu'il y en a d'autres où il n'y a pas de lumière qui arrive ? Ici apparemment
179	Adrien	Là ici mais ce n'est pas représenté
180	EB	Là aussi, mais ce n'est pas représenté, là ici aussi effectivement. Donc on a un endroit où on a une zone d'ombre, si je veux avoir les deux ombre rouge et bleue qui se chevauchent et voir une zone d'ombre sur l'écran, une zone sombre sur mon écran, où faudrait-il que je mette mon écran ?
181	EB	Là j'ai une ombre rouge et une ombre bleue qui sont côte à côte, je voudrais les faire se chevaucher
182	Adrien	Ben on le colle à l'écran le bonhomme
183	EB	Alors, ou on le colle à l'écran ou alors on rapproche l'écran et si je rapproche l'écran ici et bien j'ai toute cette partie là où mon ombre est sombre, et j'ai les deux ombres qui sont vraiment l'une sur l'autre
184	EB	Comment on fait pour vérifier si on a bien notre ombre rouge et notre ombre bleue telles que vous les avez dessinées ?
185	Mariska	On essaye
186	EB	On essaye. Si ça ne marche pas ?
187	étudiants	On est foutu
188	Adrien	On corrige
189	EB	Oui, on corrige quoi, le dessin ?
190	Estelle	On essaye de comprendre pourquoi ça ne marche pas
191	EB	Donc, là, qu'est-ce que vous avez utilisé pour faire tous ces dessins ?
192	Adrien	Le dessin de la dernière fois
193	EB	Le dessin de la dernière fois et l'outil que vous avez utilisé pour faire tout ça
194	étudiante	Notre cerveau
195	EB	Oui votre cerveau vous avez aussi utilisé un outil conceptuel qui est que la lumière, la lumière vous l'avez représentée comment ?
196	Adrien	Par une source ponctuelle
197	EB	Alors vous avez représenté la lumière par des sources ponctuelles, est-ce que ce sont des sources ponctuelles ?
198	JL	Pas vraimen
199	EB	Presque mais pas vraiment parce que c'est un petit filament donc effectivement c'est très fin et donc si on s'éloigne on peut considérer que c'est un point. Et surtout la lumière vous la représentez comment ? Vous l'avez représentée par des traits. Bon et bien on y va, on va essayer ça, puis après, le défi suivant, vous devinez :on a mis deux sources. Qu'est-ce qu'il se passe si on inverse, d'ailleurs vous l'avez fait certains, donc là on a une source bleue à gauche, une source rouge à droite là on a la source bleue à droite et la source rouge à gauche qu'est-ce qu'il se passe au niveau des ombres rouges et bleues ?
200	une étudiante	Ça s'inverse
201	EB	Donc ça s'inverse vous prévoyez en fait sur votre dessin, en traçant des rayons lumineux, que suivant la position des deux filtres on inverse la couleur des ombres. Et bien je vous propose d'essayer de faire tout ça. D'abord puis ensuite on revient dessus.
202	EB	Donc j'éteins les lumières
203		Expérience manipulation 28:07 à 29 : 02
204	EB	Alors est -ce que ce que vous prévoyiez avec votre dessin colle avec ce que vous observez ? Est-ce que vous avez inversé la position des filtres ? Alors est-ce que la couleur des ombres

		s'inverse ?
205	étudiants	Oui
206	EB	Et maintenant si on met 3 sources de couleurs différentes. Donc, quand vous avez l'écran blanc, est-ce que vous pourriez expliquer maintenant la couleur de ces différents ombres et de ces différentes parties de ……..
207		Expérience manipulation 29 :30 à 31:28
208	EB	Alors par quelle source est créée l'ombre magenta ? Une ombre est créée par une source
209	étudiante	Par la source verte
210	EB	Et comment vous faites pour vérifier ?
211	étudiante	On cache là source verte
212	EB	Par quelle source est créée l'ombre cyan ?
213	étudiants	Par la source rouge
214	EB	Comment on fait pour vérifier ? On cache la source rouge et effectivement la couleur disparaît. Alors si vous regardez bien vos ombres, vous voyez qu'entre la jaune et la cyan on a une partie de l'ombre qui est verte. Comment vous expliquez ce phénomène ?
215	Adrien	Parce que c'est l'endroit où il y a l'ombre rouge et l'ombre bleue qui cachent, c'est donc formé par l'ombre bleue et l'ombre rouge et il n'y a que la verte qui éclaire
216	EB	Vous êtes d'accord là dessus ?
217	étudiants	Oui
218	EB	Donc la partie verte elle est verte parce qu'il n'y a que la lumière verte qui arrive sur l'écran à cet endroit là. C'est ça que vous me dites ? Comment on fait pour vérifier ça ?
219	étudiants	On cache les deux autres
220	EB	On cache les deux autres et dans ce cas là qu'est-ce qu'il va se passer ?
221	Adrien	On n'aura plus que du vert à cet endroit là
222	EB	On n'aura plus que du vert à cet endroit là, est-ce que vous êtes d'accord ?
223	EB	Alors qu'est-ce que l'on voit d'autre ? On voit... eux, ils voient du rouge, on voit une partie de leur ombre qui est rouge, vous vous voyez une partie de l'ombre qui est bleue, est-ce qu'on peut expliquer la différence entre les deux ? Regardez, si vous regardez chez eux, vous voyez entre le cyan et le magenta, vous voyez du bleu, et eux vous voyez entre le jaune et le magenta, vous voyez du rouge
224	étudiante	Parce qu'ils n'ont pas mis...
225	Adrien	C'est normal, ils n'ont pas mis les ombres vertes sur le côté, les ombres rouges sur l'autre côté et les bleus au milieu, alors que nous on a …
226	EB	Alors ça, ça explique la couleur ? Alors pourquoi eux ils voient du rouge ? Expliquez-nous pourquoi vous voyez du rouge...
227	étudiante	L'ombre elle est créée par
228	étudiante	C'est pas parce que le jaune et le magenta ils se mélangent ?
229	EB	Est-ce que c'est parce que le jaune et le magenta ils se mélangent que le jaune et le magenta ça fait rouge ?
230	EB	Vous, vous me dites que c'est la lumière rouge qui éclaire à cet endroit là ? Ce n'est pas la même chose, on est d'accord hein ? Vous avez entendu ?
231	étudiants	Oui
232	EB	On ne superpose pas les ombres du playmobil
233	EB	Alors le rouge, le rouge ou le bleu d'illeurs, le bleu est-ce que c'est parce que c'est le mélange du cyan et du magenta ?
234	une étudiante	Le bleu foncé ?
235	EB	Oui le bleu foncé que vous voyez ?
236	une étudiante	Non c'est parce c'est l'ombre des deux autres

237	une étudiante	Enfin, il n'y a que le bleu qui éclaire
238	EB	Il n'y a que le bleu qui éclaire, comment on peut savoir ça ?
239	adrien	Il faut cacher les autres,
240	EB	Il faut cacher les deux autres et dans ce cas là qu'est-ce qu'il se passe ? On peut voir qu'à cet endroit là, ce n'est que rouge. Donc c'est rouge, parce que la lumière rouge arrive mais que les autres n'arrivent pas.
241	EB	Est-ce que vous sauriez faire un dessin un schéma on va dire, représentant ces ombres sur un écran, on l'a fait avec deux couleurs est-ce que vous sauriez le faire avec trois couleurs ?
242	étudiants	Oui
243	EB	Oui ? alors vous n'allez pas essayer maintenant, la question c'est que vous ferez cela pour la prochaine fois. Donc pour la prochaine fois, vous me ferez ce dessin là, le dessin qui explique, la prochaine fois je ne sais pas quand c'est... c'est la semaine prochaine ? non ce n'est pas la semaine prochaine c'est dans longtemps. C'est quand on a toute la semaine ensemble. On va se faire un grand stage de sciences
244	EB	Bon on avait quoi d'autre comme question ? Parce que ça, c'était la première question que l'on s'est posée, vous vous souvenez qu'il y avait une grande liste de questions. Qui avait gardé la liste des questions dans son cahier ?
245	une étudiante	C'est moi
246	EB	Alors, on va revenir sur toutes ces questions. Attention, accrochons-nous. Alors quelles étaient les questions que l'on s'était posées ? Allez on va essayer d'accélérer. Alors les questions c'était quoi ? Allez-y Camille
247	Camille	Comment on obtient la lumière blanche ? Comment on obtient une ombre rouge et verte ? Comment on obtient une ombre à côté d'une autre ombre ?
248	EB	Alors vous allez reposer les questions en indiquant à chaque fois si nous y avons répondu ou pas
249	Camille	Comment obtient-on la lumière blanche ? On y a répondu
250	EB	Ok
251	Camille	Comment on obtient une ombre rouge et verte ? On y a répondu. Comment on obtient une ombre à côté d'une ombre ? On y a répondu
252	EB	Ok
253	Camille	Comment ça ce fait que l'on obtienne des couleurs différentes pour deux objets différents ? On y a répondu
254	EB	Vous y avez répondu ?
255	Adrien	Pour deux objets différents ?
256	Camille	Oui
257	Adrien	On ne l'a pas fait puisque vous …..
258	EB	Alors pour deux objets différents, est-ce que vous vous souvenez à quoi ça référait cette question là ? Est-ce que vous vous souvenez de la question ou est-ce que la formulation de la question est tellement floue que l'on ne se souvient plus de ce que l'on cherchait vraiment à cette époque là ?
259	une étudiante	Je ne me souviens plus trop
260	EB	On ne s'en souvient plus. Ce qui veut dire que vous voyez, en termes de formulation de question, et bien il y a aussi du travail à faire. On continue ?
261	Camille	Comment ça se fait que l'on obtienne des ombres de couleur ? Ça on a répondu
262	Camille	Pourquoi si je mets ma main devant le verre on obtient du rose ?
263	Adrien	C'est du magenta
264	Camille	Pourquoi quand on bouge l'objet, l'ombre reste la même et de la même couleur ? On a répondu

265	EB	Pourquoi quand on bouge l'objet, l'ombre reste la même ? Est-ce qu'elle reste la même ? De la même couleur ?
266	une étudiante	Ben elle grandit ou elle diminue
267	EB	Donc il y a la taille qui change, on continue
268	Camille	Pourquoi quand on met la main devant le stylo, le stylo grandit ?
269	EB	Ah est-ce que l'on a répondu à ça ?
270	étudiants	Non
271	EB	Alors vous vous souvenez de cette histoire là ?
272	étudiants	Oui
273	EB	Alors je ré-éteins la lumière, on regarde cela et on essaye de comprendre ce phénomène ?
274	EB	Est-ce que vous le voyez ?
275	étudiants	Oui on le voit
276	une étudiante	Oui mais on y a répondu la dernière fois
277	EB	Ah bon on y a répondu la dernière fois ?
278	étudiants	Oui, quand...
279	EB	Allez y, montre Jean Luc, là je filme ta main, donc elle est grande, ça signifie... et refais la petite, encore une fois, petite, grande. Ok donc vous avez vu ça tout le monde ? Alors comment est-ce que l'on peut expliquer le phénomène ? Est-ce que l'on a un moyen d'expliquer ça ?
280	EB	Ça c'était vos observations, vos questions de la fois d'avant
281	Camille	On avait mis une feuille plastique et on avait (elle montre avec sa main)
282	EB	Alors vous aviez mis une feuille plastique et vous aviez observé autre chose ?
283	Adrien	La feuille plastique ça reflète et on se rend compte qu'en fait on a
284	EB	Mais là ce n'était pas ça, ce que vous observiez c'était qu'il n'y avait plus d'ombre. Est-ce que là c'est cela ?
285	Adrien	Non
286	Camille	Non ce n'est pas pareil
287	EB	Alors ce n'est pas pareil
288	étudiant JL	Là elle s'allonge mais elle est moins foncée
289	EB	Elle s'allonge et elle est moins lumineuse
290	étudiant JL	Elle est plus claire
291	EB	Elle s'allonge et elle est moins lumineuse. Elle est moins "lumineuse" pourquoi, qu'est-ce que vous avez fait ? Vous avez...
292	Adrien	Caché la lumière
293	EB	Vous avez un peu caché la lumière, donc vous avez caché une partie de la source et elle est moins lumineuse
294	Adrien	Mais elle est plus grande
295	EB	Oui mais comment peut-on expliquer qu'elle est plus grande ?
296	Adrien	Moi je pense que c'est la déviation de la source de lumière sur notre main
297	EB	Alors essayez de m'expliquer ça, éventuellement avec des dessins. Donc, vous observez une ombre qui est comment ? Une ombre qui est ? Est-ce que ça marche avec une lumière plutôt qu'avec trois ? Parce qu'avec trois c'est un peu compliqué. Est-ce que ça marche avec une lumière ?
298	une étudiante	Oui ça marche aussi
299	Adrien	Juste avec une on essaye

300	EB	Alors essayez. Donc essayez avec une source, ça va faire quoi ? Est-ce que ça marche avec une source ?
301	étudiants	Oui
302	EB	Donc vous voyez là on avait vu, on avait observer le phénomène avec trois sources, la question c'est que travailler là-dessus c'est peut être un peu compliqué donc qu'est-ce qu'on fait ? On essaye de comprendre le phénomène sur une source et puis *a priori* ce que l'on aura compris sur une source ce sera la même chose sur trois sources
303	EB	Est-ce que la couleur a une importance, est-ce que le filtre de couleur a une importance ?
304	étudiants	Non
305	EB	Visiblement non. Donc allez, essayez de voir cela un peu
306	EB	Donc là, pour travailler là-dessus, on est sur la taille de l'objet sur l'écran, donc on va se mettre dans quel type de vue ? Est-ce que l'on prend encore une vue de dessus ?
307	Adrien	Non, de face
308	EB	Alors de face ça veut dire que vous n'allez voir que l'écran
309	étudiant	Alors il faut se mettre de profil car il faut voir le rayon
310	EB	Oui alors si on veut dessiner les rayons effectivement on va se mettre de profil
311	Adrien	Si on considère que notre point de vue il est de ……..il y a forcément les rayons autour de nous
312	Adrien	Si on considère que notre œil il est là (il montre à EB)
313	EB	Oui
314	Adrien	On est dans la lumière donc
315	EB	Si on veut comprendre le phénomène, ,ce qu'il va falloir faire, peut-être, c'est représenter les choses de façon à ce que les autres puissent le comprendre, donc rendre le phénomène accessible aux autres. Donc pour le rendre accessible aux autres, ce que disait.....me semble plutôt pertinent, ce que l'on veut c'est associer la lumière à l'objet et à l'ombre de l'objet. Et si on veut voir la taille de l'objet, il faut forcément se mettre de profil.
316	EB	Alors mettez vous de profil, une vue de profil ça va ? Vous savez faire ? Vous ne savez pas faire une vue de profil ?
317	EB	Alors une vue de profil (elle montre au tableau) et on a l'écran qu'on va voir comme cela, on a le petit personnage que l'on va faire comme cela, on fait un rond, et puis on a la source qu'on va dessiner comme ça, ça c'est la table. D'accord ? Ça c'est une vue de profil
318	EB	Alors comment expliquer ce que vous faites ? Vous mettez votre main un peu devant alors est-ce que (fin de la vidéo 565)
319	**vidéo 0566**	**Durée 23:5**
320	EB	Alors comment on fait pour expliquer le phénomène ?
321	Camille	On met sa main un peu devant
322	EB	On met sa main un peu devant et on voit l'ombre qui bouge et qui est plus grande. Alors comment est-ce que l'on met sa main ?
323	une étudiante	Bonne question
324		EB montre les différentes positions de la main devant le filtre
325	EB	Remettez votre bout de tissu.
326	Camille	On l'avait vu avec la pochette plastique, on s'était amusé avec la pochette plastique
327		Les étudiants essaient de faire le dessin 01:15 à 02 : 08
328	EB	Alors vous y arrivez ?
329		Les étudiants réfléchissent au dessin de 02:10 à 04 : 18
330	EB	Alors vous pouvez vous y mettre à plusieurs pour trouver, et faites le directement sur votre cahier
331	Adrien	On ne peut pas avoir de ….
332	EB	Non là pas aujourd'hui

333	EB	Vous pouvez faire deux dessins si vous voulez
334		Dessin des étudiants de 04 : 55 à 07 : 00
335	EB	Vous avez fini ? Est-ce que vous avez tous fini à peu près ? Allez prenez vos cahiers, on va les poser encore une fois et on en discute. Allez, venez, on va voir vos explications du phénomène, posez tout sur la table comme tout à l'heure, Adrien peut faire son reporter photo, son reporter audio plutôt. Prenez vos cahiers
336		Examen des dessins
337	EB	Allez c'est bon, alors comment vous expliquez le phénomène ? Alors déjà est-ce que ces dessins sont similaires ? Ou est-ce qu'il y a une grande différence entre eux ?
338	étudiants	Non
339	EB	Alors ce que vous proposez ?
340	étudiant	C'est assez similaire
341	une étudiante	(Montrant un dessin) mais là on ne voit pas ce qu'il fait
342	une étudiante	Il manque le miroir
343	une étudiante	Non mais en fait il n'y a pas la main dessinée
344	Adrien	Non mais l'avantage du miroir c'est que tu vois directement … qui se reflète
345	une étudiante	La lumière elle se réfléchit sur la table, du coup là il y a un miroir en fait (en montrant le dessin)
346	une étudiante	Oui mais alors quand on met la main, ça monte et quand on la met pas ça descend
347	Adrien	Parce que tu laisses la lumière en fait
348	Camille	On cache là ça fait (en montrant un autre dessin)
349	Adrien	C'est comme ta réflexion sur la table elle est très faible la lumière, quand la lumière est pleine tu la verras pas en réflexion
350	JL	D'un autre côté si tu mets dessus, tu dois mettre dessous
351	Adrien	Oui mais ça réfléchit très légèrement
352	JL	Oui mais tu as bien vu on n'est pas arrivé à …donc c'est qu'il y a un truc
353		Une étudiante montre un dessin
354	Adrien	On n'est pas parti de la main en fait
355	JL	La main ou un objet un truc à lunette ça ne marche pas
356	EB	Alors qu'est que vous avez fait, vous avez remplacé la main par
357	JL	Par un autre objet et ça fait la même chose
358	EB	Donc ce n'est pas le fait que ce soit une main qui joue, c'est un obstacle à la lumière
359	JL	Et en plus la lumière elle est marron, donc c'est déjà pas un problème de couleur non plus, par contre il est brillant, ça c'est vrai que ça peut être
360	EB	Alors vous avez mis différentes choses devant la lumière plutôt que la main et vous avez vu qu'à chaque fois la lumière vous la voyez plus grande
361	JL	Plus grande
362	EB	Ok et vous vous êtes rendus compte que plutôt que mettre (en montrant avec sa main) enfin que si plutôt que la table on avait une manche de vêtement ou quelque chose de noir, est-ce que l'on voyait de nouveau ça, est-ce que l'on voyait le phénomène ?
363	JL	On voyait mais ça diminuait une partie, il y avait une partie qui n'apparaissait plus
364	EB	Oui alors ?
365	JL	C'était la partie basse si je ne me trompe pas, non la partie haute
366	EB	Regardez, je montre ici (elle revient vers l'expérience), là on a mis... Donc là ici ce qu'ils ont fait, ce que je leur ai proposé, c'est que j'ai mis du papier noir. Donc si j'ai du papier noir, est-

		ce que je vois...
367	JL	Je vous fais la démarche d'investigation à fond (et il fait la manipulation)
368	EB	Donc est-ce que là on voit une ombre plus grande ?
369	étudiants	Oui
370	JL	Oui regardez c'est pas noir
371	EB	Oui on voit que c'est plus sombre et si c'était plus sombre on n'y arriverait pas, vous comprenez ça. Donc ça veut dire que là le support, le plan là, il a une importance pour le coup, est-ce que vous êtes d'accord ? On a essayé avec du noir. Après on a pris un miroir et là par contre si on a un miroir, qu'est-ce qui se passe ?
372	étudiants	Là on la voit tout de suite.
373	EB	Donc on a mis le miroir et là on voit tout de suite les deux ombres, par contre si on juste la table toute seule, qu'est-ce qui se passe ?
374	étudiants	On voit un petit peu
375	EB	On la voit donc un tout petit peu, alors Adrien nous disait quoi tout à l'heure, redites-le-nous
376	étudiante	Et pourquoi avec la main il y a plus d'ombre
377	Adrien	Parce ce qu'il y a une réflexion partielle sur la table
378	EB	Alors il y a une réflexion partielle sur la table, ce que vous me dites c'est que la table c'est comme un miroir, sauf que c'est moins efficace que le miroir
379	Adrien	Ben ça laisse passer moins de radiation parce que c'est moins réfléchissant
380	EB	Oui d'accord. Et puis donc alors pourquoi quand on met la main ou quand on met un objet ça ne marche plus... qu'est-ce qu'il se passe ? Venez Aurélie, venez mettre votre main
381		Aurélie met la main
382	EB	Alors quand Aurélie met sa main qu'est-ce qu'il se passe ? Alors est-ce qu'on la voit encore cette petite ombre (EB montre l'ombre)
383	étudiants	Non on ne voit que la grande
384	EB	Alors est-ce que l'on peut expliquer pourquoi
385	étudiante	Parce que tous les rayons lumineux ne franchissent pas la main
386	EB	Oui et les autres ?
387	EB	Alors la petite ombre vous l'expliquez comment ?
388	étudiante	Ben la petite ombre ce sont des faisceaux qui vont devant
389	EB	Alors cette ombre là est liée à quoi ?
390	JL	A la source
391	EB	Le rayon lumineux il part de la source, une partie s'arrête sur l'objet, le reste arrive sur l'écran. Donc ça part de cette source (elle montre) et ça éclaire l'écran et l'objet devant
392	EB	Ici qu'est-ce qui se passe (elle met le miroir)
393	étudiante	Le miroir ça fait une 2ème source lumineuse
394	EB	Ça fait une 2ème source lumineuse. Est-ce que l'on peut un peu imaginer où se trouve la source lumineuse ? Est-ce qu'on pourrait trouver le point d'où partent les rayons lumineux de la 2ème source ?
395	étudiants	Oui
396	EB	Oui comment ?
397	JL	A partir de la tête du bonhomme vers l'ombre (il montre)
398	EB	On prend la tête du bonhomme, on prolonge on trouve à peu près l'endroit donc ça vient ici (elle fait la démonstration)
399		EB prend deux baguettes fines et fait la démonstration
400	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ? Donc notre source elle est quelque part, par ici (entre la source de lumière et l'objet) maintenant qu'est-ce qu'il se passe quand vous avez caché la source avec une main ou autre chose
401	étudiante	Les faisceaux ils partent sur la 2ème source lumineuse

402	EB	Donc on avait sur la petite ombre les rayons qui partaient de la source et qui arrivaient quelque part comme ça (fait la démonstration) et quand je cache la source, quand je descends la main est-ce qu'ils peuvent encore passer ?
403	étudiants	Non
404	EB	Ils sont bloqués par ma main. Quels sont les rayons qui continuent à passer ?
405	étudiants	Ceux du bas
406	EB	Ceux du bas, et ceux du bas ils font l'ombre un peu en bas. Et puis ce qu'il se passe c'est que c'est le morceau du bas qui arrive sur le miroir et qui se réfléchit et crée cette ombre qui est plus grande. Donc là on a un phénomène de réflexion et puis si on a un objet sombre en dessous, qu'est-ce qu'on a ? On ne l'a pas, et si on a un objet entre les deux, on ne le voit pas vraiment sauf quand c'est très lumineux. Donc là qu'est-ce que je fais ? Je diminue l'intensité lumineuse, évidemment l'ombre s'assombrit car j'empêche les rayons de passer et ça diffuse sur la table
407	EB	Alors là c'est en partie de la réflexion, on parle souvent pour un objet comme ça de diffusion. Diffusion/réflexion
408	EB	Alors je vais vous montrer un truc rigolo en lien avec ça
409		(Discussion autour de la fête de la science à laquelle les étudiants ont participé)
410	EB	Alors ça c'est un travail que l'on fait avec les enfants. Vous voyez que le petit bonhomme n'est pas éclairer avec de la lumière, puisque la lumière est par là (elle montre la source). Comment je peux faire pour avoir de la lumière qui arrive sur mon objet sans bouger ni la lampe, ni le petit bonhomme ?
411	étudiants	On utilise le miroir
412	EB	Effectivement on peut y arriver très facilement, est-ce que je pourrais utiliser autre chose ? Je n'ai plus de miroir
413	Adrien	Une règle en plastique
414	EB	Pourquoi une règle en plastique ?
415	Adrien	Parce que ça réfléchit
416	JL	Et une feuille blanche on ne peut pas ?
417	EB	Alors avec une feuille blanche, est-ce qu'on éclaire...
418	étudiants	Oui ça marche un petit peu
419	EB	On arrive à éclairer avec une feuille blanche, c'est à dire que la lumière qui arrive sur la feuille blanche, elle est réfléchie, elle est renvoyée vers l'objet. Qu'est-ce qu'il se passe avec une feuille rouge ?
420	Adrien	Ben c'est rouge……
421	EB	Vous voyez la couleur de votre objet ? Vous voyez la couleur de l'écran derrière ? Ce que je constate c'est que mon écran devient rougeâtre, et le blanc de mon petit bonhomme devient rougeâtre aussi. Donc ça c'est, on a une partie de la lumière qui est renvoyée par le papier vers l'objet c'est-ce qu'on appelle la diffusion. D'accord ? Donc on peut faire ça avec des enfants et leur montrer que les objets renvoient la lumière et si c'était du papier noir ?
422	étudiants	Il ne se passe rien
423	EB	Est-ce qu'il se passe quelque chose sur mon petit bonhomme ? Il ne se passe rien. Donc avec le papier noir, je n'arrive pas à renvoyer la lumière ça veut dire que la lumière quand elle arrive sur le papier noir elle
424	Adrien	Elle est absorbée
425	EB	Elle y reste effectivement elle est absorbée
426	JL	Ah mais alors avec du buvard encore mieux
427	EB	Ah ben on peut essayer avec du buvard, tu prends du buvard rouge et tu te rends compte que ça renvoie aussi la lumière. Donc elle est diffusée ça veut dire que c'est la couleur qui joue, ce n'est pas la matière. Ca va ça ? On continuera là dessus, quand on travaillera sur les fours solaires. Pourquoi est-ce que les objets sont peints noir ? Quand on fait un four solaire ou que l'on construit un réservoir, vous n'êtes jamais allés dans les pays en voie de développement mais quand vous regardez au dessus des maisons, il y a des réservoirs d'eau, les réservoirs

		d'eau sont peints en noir
428	EB	Pourquoi est-ce qu'ils sont peints en noir ?
429	Adrien	Parce que ça fait obstacle et que ça fait chauffer
430	EB	Voilà parce que la lumière qui arrive sur le noir chauffe le matériau qui est noir qui lui-même chauffe l'eau qui est dedans. Donc pour avoir de l'eau chaude, on utilise des matériaux qui sont peints en noir. C'est aussi le cas des chauffe-eau solaires des campings, vous savez les espèces de poche ? La douche solaire et bien elle este peint en noir pour cela, parce qu'elle reçoit la lumière et quand la lumière lui arrive dessus, elle y reste et ça chauffe. Ca va ? Bon ça je voulais vous le montrer tant qu'on était là-dessus.
431	EB	Donc vous voyez, on s'était posé une autre question, on a trouvé la réponse et donc vous devriez savoir m'expliquer sans problème maintenant comment faire varier la taille d'une ombre. Est-ce que c'est avec la réflexion là ?
432	Adrien	On avance et on recule l'écran
433	EB	Et à chaque fois, qu'est-ce que l'on utilise comme représentation de la lumière pour expliquer le phénomène ? Vous m'avez fait quoi là tout à l'heure ? Des lignes, vous m'avez représenté la lumière par des lignes, par des traits donc vous avez fait, vous utilisez un modèle de la lumière qui est le modèle des rayons lumineux et ce sont des traits, ça va ?
434	EB	Alors on passe à la suite
435		Fin d'enregistrement 23:59
436	**vidéo 0567**	**Durée 33:37**
437	EB	Alors je vais vous raconter une histoire... mais avant, vous aviez travaillé avec les enfants sur la boîte ou pas ? Alors voilà je vais vous apporter une boite
438	étudiants	On l'a fait ça avec vous
439	EB	Donc ça vous l'avez fait. Donc c'est facile, donc qu'est-ce qu'il se passe ?
440	Adrien	On avait fait un dessin
441	EB	Vous aviez fait un dessin
442	étudiante	Les rayons lumineux ils vont dans le trou du milieu,
443	EB	Dans le trou du milieu, et on ne voit pas sur les côtés, pourquoi ? Parce que la lumière...
444	étudiante	C'est qu'un faisceau droit (elle le montre avec sa main)
445	EB	On trace des rayons c'est-ce qu'on appelle des rayons lumineux. /.../ C'est-ce que l'on a fait et encore fait
446	EB	Alors maintenant je vais vous raconter une histoire. Alors c'est l'histoire d'Ératosthène. Vous connaissez l'histoire d'Ératosthène ?
447	Adrien	C'est un grec
448	EB	Alors c'est un grec oui
449	EB	Alors Ératosthène voilà ce qu'il a fait. Il habitait à Assouan, à l'époque ça s'appelait Syène, Assouan c'est en Egypte, oui c'est là où il y a le barrage mais c'était pas à la même époque c'était moins 200 à moins 300 avec Jésus Christ. Donc ce qu'il a fait, c'est qu'il s'est rendu compte qu'en fait le 21 juin au moment où l'ombre est la plus courte dans le ciel c'est à dire à midi solaire, et bien on voyait le soleil au fond d'un puits. C'est à dire que si je mettais un bâton planté verticalement dans le sol, qu'est-ce qu'il se passait ? Et bien mon bâton, on ne voyait pas son ombre
450	EB	Donc il a observé cela le 21 juin à midi, c'est à dire au moment où l'ombre est la plus courte, tellement courte qu'on ne la voit pas. Donc ça c'était à Assouan. Et puis comme c'était quelqu'un de brillant, il s'est retrouvé directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie. Et à Alexandrie, le 21 juin à midi heure solaire, et bien quand on regarde un bâton et bien il y avait une ombre, une très grande ombre. Donc la question qu'il s'est posé, il s'est dit c'est bizarre ça. A Assouan il n'y a pas d'ombre sur un bâton et au même moment c'est à dire à midi solaire, au moment où l'ombre est la plus courte, à Alexandrie il y a une ombre qui est très grande, et donc il a essayé de comprendre comment cela se faisait
451	EB	Et donc ce que je vous propose de faire, c'est d'essayer déjà d'imaginer en dessinant comment on pourrait expliquer qu'à Assouan il n'y a pas d'ombre sur le bâton et qu'à Alexandrie oui. Alors Assouan-Alexandrie c'est à peu près 500, 600 km.

452	Adrien	Si on connaît l'histoire, on est obligé de le faire ?
453	EB	Oui on est obligé de le faire quand même
454	étudiante	C'est au dessus ? En dessous ?
455	EB	C'est sur la même longitude je vais vous montrer
456	Adrien	En fait c'est si tu pars tout droit sur le côté (Adrien montre la disposition des villes)
457	EB	Bon je sors la mappemonde ou pas ?
458	étudiants	Non
459	EB	Alexandrie c'est au bord de la mer, il y a le phare d'Alexandrie. (elle montre la mappemonde)
460	EB	Donc chacun pour soi, essayez sur votre cahier de dessiner, ce serait bien que vous ayez aussi fait le dessin d'avant qui expliquait pourquoi l'ombre devenait grande, vous vous souvenez ? Ou alors vous le faites chez vous.
461	EB	Donc la question que se posait Ératosthène : comment expliquer que quand je n'ai pas d'ombre à Assouan, au même moment j'ai une grande ombre à Alexandrie ?
462	JL	Une grande ombre à Alexandrie ?
463	EB	Oui une grande ombre à Alexandrie et pas d'ombre à Assouan et je voudrais que vous ayez une idée pour m'expliquer le phénomène
464	Adrien	On peut avoir la mappe monde svp ?
465	EB	Voilà
466		Expérience de 05:40 à 06 : 11
467	EB	Donc réfléchissez au point de vue que vous allez choisir, à quelle vue vous utilisez pour représenter le phénomène
468		Expérience de 06:16 à 07 : 14
469	une étudiante	Il n'y a pas de décalage horaire ?
470	EB	Non c'est au même moment, mais vous faites bien de poser la question, l'ombre était la plus courte au même moment dans les deux villes, simplement d'un côté il n'y en avait pas et dans l'autre il y en avait une
471		Expérience de 07 : 20 à 07 : 39
472	EB	(regarde le dessin d'Adrien) c'est dommage que ça se superpose
473	Adrien	Mais celui là je vais bien le refaire dessous
474	EB	Expérience de 07 : 45 à 08 : 48
475	EB	Quand vous rentrerez chez vous, il faudra peut être mettre des légendes à vos dessins, car d'ici 6 mois, un an ou plus vous ne vous en souviendrez plus
476	EB	Bon vous avez fait une légende, vous avez expliqué ce que représentent les éléments de votre dessin ?
477	Adrien	Il faut préciser qu'on est le 21 juin heure solaire
478	EB	Oui il faut le préciser
479	EB	Vous pouvez peut être préciser où est Assouan et où est Alexandrie sur votre dessin ?
480	Adrien	On dessine une île aussi ?
481	EB	Si vous jugez que c'est nécessaire oui
482		Expérience de 11 : 30 à 12 :56
483	EB	Allez, on prend tous les dessins, on les amène au niveau de la table et on va voir tout ça
484	EB	Alors, toujours la même question, quelle est la question ?
485	une étudiante	Comment expliquer qu'au même moment, je n'ai pas d'ombre à Assouan et que j'en ai une grande à Alexandrie
486	EB	Donc ça c'est la question à laquelle vous avez cherché à répondre, maintenant on vérifie les dessins les uns à côté des autres
487		Adrien fait un dessin

488	JL	C'est un grand bâton
489	EB	Oui à l'époque il y avait des obélisques
490	EB	Alors la question que je vais poser est : qu'est-ce qui est pareil et qu'est-ce qui est différent, c'est toujours la même question que l'on pose et à laquelle on essaye de répondre. Alors on revient sur les différents dessins
491	une étudiante	Il y a toujours deux bâtons
492	EB	Non ce n'est pas vrai ça, ici il n'y a qu'un bâton. Alors je voudrais que vous regardiez vos dessins et que vous me disiez ce qui est pareil et ce qui ne l'est pas
493	Adrien	La terre elle n'est pas ronde partout
494	EB	La terre elle n'est pas ronde partout, ah, donc déjà une distinction, il y en a qui ont fait une terre plate et d'autres qui ont fait une terre ronde
495	une étudiante	Ça c'était pour montrer (en montrant son dessin)
496	Adrien	C'est une perspective
497	EB	(Rassemble les dessins où la terre est ronde et ceux où la terre est plate)
498	JL	Moi je pense que les 500 ou les 600 km c'est pas, enfin je sais pas
499	EB	Alors qu'est-ce qui est pareil et pas pareil ?
500	JL	Déjà il y en a qui ont représenté le soleil
501	EB	Oui est-ce que tout le monde a représenté le soleil ?
502	JL	Et non
503	EB	Il y en a qui n'ont pas représenté le soleil
504	JL	Moi je n'ai pas représenté le soleil parce qu'il n'est pas représentable
505	EB	D'accord donc toi tout ce que tu as fait, tu as représenté, tu as tracé juste des rayons
506	JL	Des rayons supposés
507	EB	Et est-ce que tout le monde a représenté des rayons ? Et a associé les rayons à une ombre ? Bon j'ai l'impression que oui
508	EB	(En montrant un dessin) là on ne voit pas trop la taille de l'ombre et les rayons, (en montrant un autre dessin) là ça se voit un peu plus, (et en montrant un autre dessin) et puis ici, ça veut dire qu'ici votre ombre, elle continue. Et puis Adrien, ce qu'il a fait, c'est qu'il a refait son dessin pour qu'effectivement son ombre elle s'arrête quelque part
509	JL	Oui parce qu'il y a un problème d'échelle, c'est clair
510	EB	Alors qu'est-ce qui est pareil sur tous les dessins ? Vous avez à chaque fois tracé des rayons du soleil, vous les avez tracé comment ? Pour expliquer qu'il y a une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre ?
511	Adrien	Il n'y a pas de rayons du soleil
512	EB	Alors où est-ce qu'il n'y a pas de rayons du soleil ?
513	JL	Déjà on a supposé que
514	EB	Un rayon ça part d'où ?
515	Adrien	Il faut mettre des flèches
516	JL	Justement la source on la trouvait pas puisque le soleil il est tellement loin que
517	EB	Oui mais ici par exemple (en montrant un dessin) ce rayon là est-ce qu'il part de ton bâton pour venir sur l'extrémité de l'ombre ?
518	JL	Non mais d'accord mais je ne suis pas remonté à la source
519	Adrien	De toute façon même si tu remontes pas droit sur la source, tu montres sur ta feuille et tu
520	EB	Et donc là on remonte jusqu'au bâton et la lumière arrive jusqu'au bâton, oui donc c'est comme cela que l'on dessine. Est-ce que tout le monde a fait ça ? A part Jean-Luc qui persiste mais ça va rentrer hein ! Donc tout le monde a fait des traits ok. Alors les rayons ils sont comment dans tous les dessins ?

521	EB	Là il y a deux rayons, ces rayons sont des droites. Mais qu'est-ce que je vois ici ?
522	Adrien	Intervient mais c'est inaudible
523	EB	Alors est-ce que l'on a travaillé là-dessus ? Vous avez travaillé avec la petite boite, le seul endroit où l'on voyait la lumière ...
524	Adrien	Montre dans un geste un tourbillon
525	EB	Donc si elle faisait comme ça elle pourrait passer par tous les trous. Est-ce que ça marche pour le moment les rayons ? Est-ce que ça permet d'expliquer ce que l'on cherche ?
526	Adrien	Oui pour l'instant ça marche pour ce que l'on fait. On trouve plein de trucs depuis le début on a trouvé que les rayons allaient tout droit
527	EB	On a montré à chaque fois que
528	Adrien	On a juste prouvé que si l'on regarde un trou en face on voit l'ampoule, on n'a pas prouvé qu'on voyait les rayons, on a prouvé qu'on voyait l'ampoule
529	EB	Alors oui effectivement vous avez raison, est-ce que l'on voit des rayons de lumière ?
530	Adrien	Non il faudrait lancer de la farine en l'air
531	EB	Si on lance de la farine en l'air, on ou si on regarde à travers un nuage, on voit effectivement des traits donc on a l'impression que la lumière nous arrive sous forme de traits, mais c'est une représentation du réel, on ne sait pas si la lumière elle est comme ça, mais en tout cas cette représentation que l'on utilise de la lumière sous forme de rayons, ça nous permet d'expliquer le phénomène
532	Adrien	Ah oui ça nous arrange
533	EB	Ça nous arrange. Pour le moment est-ce que l'on peut la garder ?
534	étudiants	Oui
535	EB	Oui tant que ça nous arrange, ça a l'air de bien marcher. Donc. Mais si ça ne marche pas, ça ne marche plus qu'est-ce qu'il va falloir que l'on fasse ?
536	étudiants	Trouver un autre modèle
537	EB	Eventuellement trouver un autre modèle. Là on représente la lumière par des traits mais ce n'est peut être pas la seule façon de faire effectivement, simplement pour le moment ça a l'air de marcher donc là vous continuez à m'expliquer le phénomène en utilisant des traits pour la lumière. Et puis on a l'impression que vous arrivez à trouver des choses. Est-ce que vous arrivez à expliquer qu'il n'y a pas d'ombre d'un côté et qu'il y en a de l'autre ?
538	étudiants	Oui mais...
539	EB	Oui, bon, on va voir. Alors les rayons, vous m'en avez fait qui arrivent directement sur le bâton donc verticalement, dans le prolongement du bâton là où il n'y avait pas d'ombre et puis inclinés là où il y avait l'ombre, c'est à dire que vous me faites des rayons qui sont divergents. Vous avez tous fait des rayons divergents ?
540	EB	Alors oui et non parce que regardez, là ils sont divergents très clairement, là il y en a eu deux donc ils sont forcément divergents Là il y en a deux ils sont divergents. Là il y en a deux ils sont divergents. Et là, ils sont divergents, ils sont parallèles ici
541	Adrien	Oui mais vu que l'on n'utilise pas de source ponctuelle donc c'est forcément que s'ils font des traits parallèles
542	EB	Tout à l'heure, vous avez fait des rayons divergents, on se pose la question
543	une étudiante	Oui mais c'est pareil si on en rajoute deux là ça fait la même chose
544	EB	Ah donc ce que vous voulez dire c'est que si on en rajoute deux là, sur lequel je vais faire ……(inaudible)
545	EB	J'en rajoute deux là vous les faites partir comme ça ? C'est ça ?
546	étudiants	Oui
547	EB	Oui vous êtes d'accord ? Si j'en fait partir d'autres de traits, je les fais partir dans toutes les directions c'est ça
548	étudiants	Oui
549	EB	Donc c'est ça que vous avez en tête, les rayons du soleil partent dans tous les sens, on est

		d'accord ? Et c'est votre explication pour expliquer qu'on a de l'ombre d'un côté et pas de l'autre
550	EB	Alors moi j'ai une question sur ces dessins, quand on est à plat les deux bâtons sont bien horizontaux, cela ne me pose pas de souci, puisque quand on plante un bâton dans le sol en général on le plante perpendiculairement au sol, donc il faudrait que vous me disiez s'il n'y a pas une différence entre le dessin de Jean-Luc et par exemple ce dessin ou celui ci. Cherchez la différence sur le plantage de bâton.
551	JL	Moi ils convergent vers le centre de la terre
552	Adrien	Nous on ne l'a pas fait par rapport à la terre
553	EB	Alors il aurait fallu les dessiner plutôt comment ?
554	étudiants	Ben comme Jean Luc
555	EB	Comme Jean Luc, quand on plante un bâton, le bâton il est perpendiculaire au sol. Alors comment on fait pour savoir ça ? Si je prends un carton, il me semble avoir vu des bouts de carton
556	JL	Oui mais c'est pas probant parce que sur 600 km, l'angle il est de combien ?
557	EB	1 degré
558	EB	Alors la question là c'est sur le dessin, sur le dessin si je trace quelque chose de courbe, et que j'ai planté des bâtons dessus. Je parle de représentation
559		EB prépare l'expérience avec le carton et des bouts de bois 23:00 à 23 :12
560	EB	Donc si je plante un bâton dans le sol, ici dehors, et je le plante droit perpendiculaire au sol, faudra voir ça mais on le plante perpendiculaire au sol et qu'est qu'il se passe, si j'ai un machin courbé, qu'est-ce qu'il se passe ?
561	étudiants	Ça change la tangente
562	EB	Ils restent toujours perpendiculaires au sol c'est à dire que l'un par rapport à l'autre ils ne sont plus parallèles. Donc si vous me dessinez une terre comme ceci (elle montre) mon bâton il reste perpendiculaire à la terre c'est à dire qu'il pointe vers le centre du cercle. Ca va ça en terme de représentation ? Donc ça ce n'était pas pareil effectivement et c'est peut être mieux de le dessiner comme ça.
563	EB	Bon, comment on fait pour savoir si votre explication du phénomène est la bonne ?
564	une étudiante	On peut tester
565	EB	On peut tester.
566	JL	On fait une maquette, il faudrait savoir exactement. Et oui mais à l'échelle on ne pourra pas
567	une étudiante	Mais si, tu prends une source de lumière
568	EB	Est-ce qu'à l'échelle on pourra ?
569	Adrien	Oui à l'échelle tu peux, c'est juste les bâtons qui seront énormes
570	EB	Alors déjà il faudrait voir si ce qui s'est passé pour Ératosthène se passe encore chez nous. C'est à dire qu'il faudrait aller un 21 juin en Egypte et puis qu'un groupe aille à Alexandrie, et l'autre aille à Assouan, je n'ai pas le budget pour ça ! Et puis que l'on vérifie d'un côté qu'il y a une ombre et d'une côté qu'il n'y a pas d'ombre. Je sais que vous voudriez bien, moi aussi je veux bien mais... Donc ça c'est exclu.
571	Adrien	En même temps ça nous permettrait de voir les pays en voie de développement et puis pour l'histoire géo c'est nickel
572	JL	Mais le problème c'est qu'à 600 km je ne sais pas, il faudrait calculer, mais l'arc il serait de combien ? Très très fin. Alors est-ce que c'est trop bas ?
573	EB	Alors ce que l'on va essayer, c'est une bonne question que tu poses. Ce que l'on va essayer c'est de voir si on pourrait faire comme si. Donc on va faire une maquette comme tu disais et on va essayer de voir si on peut faire comme ce qu'il s'est passé au temps des grecs à Assouan et à Alexandrie. Donc on va dire, hé bien, qu'ici c'est Alexandrie et ici c'est Assouan (elle montre le carton et les deux bâtons) et puis on a besoin de quoi d'autre ? Du soleil vous êtes d'accord ? On va utiliser le soleil
574	EB	On va essayer de faire une simulation aussi proche que possible de la réalité mais aujourd'hui

		nous n'avons pas beaucoup de soleil, mais c'est normal j'en ai besoin c'est toujours comme ça
575	EB	Donc on va se mettre au soleil, et ce que l'on va essayer de faire c'est quoi ? On va essayer de s'arranger
576	JL	On va essayer de reproduire
577	EB	De reproduire, c'est à dire qu'il faut que d'un côté il y ait une ombre et de l'autre qu'il n'y en ait pas. Donc on va aller dehors au soleil et on va essayer de voir si on peut avoir d'un côté une ombre et de l'autre côté pas d'ombre. Alors deux solutions ou on attend 15 jours pour le faire ou on le fait maintenant. Mais pour le faire maintenant je vais avoir besoin de vous guider autrement parce qu'il faut le soleil, il faut la lumière du soleil
578	Adrien	Et si l'on éteint la lumière et que l'on considère qu'une lampe c'est le soleil ?
579	EB	Une lampe, c'est pas proportionnel, là je veux le soleil mais je vais vous faire intuiter les choses parce que vous n'êtes pas des petits, vous êtes des grands et vous savez tous que lorsque vous êtes sur une route ou que vous voyez une route où il y a plein d'arbres qui sont plantés elles sont comment les ombres des arbres ? Quand vous voyez une barrière comme celle là et que vous regardez l'ombre de la barrière ?
580	EB	Est-ce que vous pourriez me dessiner l'ombre de la barrière ?
581	JL	Ah oui par rapport aux barreaux tu veux dire
582	EB	J'ai une barrière avec des barreaux
583	JL	Les barreaux par rapport les uns aux autres
584	EB	Oui par rapport aux ombres des barreaux, les ombres des barreaux elles sont comment les unes par rapport aux autres ?
585	une étudiante	Au début elles sont tous comme ça (en montrant qu'elles sont rapprochées) et après elles s'écartent
586	JL	Et puis il y a une fuyante normalement
587	EB	Alors si je regarde moi, j'ai 4 piquets ici côte à côte et je regarde leurs ombres au soleil, qu'est-ce que je vais voir ?
588	une étudiante	Où il est le soleil ?
589	JL	On s'en fiche
590	EB	Voilà j'ai plusieurs bâtons, si au soleil je regarde, c'est une barrière là. Et bien si je regarde les ombres de ma barrière, au soleil
591	JL	Elles seront un peu décalées
592	EB	Ce que je vois c'est ça (elle dessine) quand vous vous alignez au soleil
593	JL	Ce n'est pas pareil
594	EB	Si c'est pareil
595	EB	Alors comment on fait pour savoir s'ils sont parallèles ou pas ?
596	Adrien	On prend une règle et une équerre
597	EB	Effectivement, je peux les tracer à la craie, je trace les ombres à la craie et je regarde et je me rends compte que j'ai, si j'ai deux bâtons qui ont la même hauteur, je me rends compte que j'ai deux ombres qui sont parallèles et de même longueur. Bon alors, qu'est qu'on a envie de faire, parce que ce n'est pas réel, alors on peut tourner le carton, vous devinez ce qu'il se passe quand je tourne ?
598	une étudiante	Il y a l'ombre qui tourne mais parallèle
599	EB	L'ombre elle tourne ?
600	une étudiante	Ben oui
601	JL	Non l'ombre elle ne bouge pas c'est le carton qui tourne
602	EB	Alors j'avais mon carton comme cela, et mes ombres comme cela, si je tourne mon carton, l'ombre elle reste ici, simplement c'est le carton qui bouge mais l'ombre reste au même endroit
603	une	C'est-ce que j'ai dit

	étudiante	
604	EB	Non. Attention à la formulation. Donc on peut tourner le carton comme on veut, on a toujours deux ombres, toujours aussi longues, et si je mets mon doigt, si je repère avec mon doigt l'endroit où il y avait l'ombre, évidemment par rapport au carton sa position change mais les deux restent parallèles, de la même taille et si je regardais par rapport à la table, les ombres restent au même endroit. Bon donc est-ce qu'en faisant ça j'arrive à avoir une ombre à Alexandrie et pas d'ombre à Assouan ?
605	étudiants	Non
606	EB	Non, alors comment est-ce que je peux faire ?
607	JL	Ben tu téléphones à un collègue qui est en Afrique, tu lui dits plante un bâton dans la cour,
608	EB	Alors comment est-ce que l'on pourrait faire autrement
609	une étudiante	Non mis là c'est parce que le carton il est plat
610	EB	Ah c'est parce que le carton il est plat ?
611	JL	Non mais un modèle comme ça tu peux considérer que la terre elle est plate
612	Adrien	Déjà on n'est pas le 21 juin
613	EB	On n'est pas le 21 juin effectivement
614	Adrien	Et on n'est pas à Assouan
615	EB	Non on n'est pas à Assouan ni à Alexandrie, mais on peut y arriver. Et on n'a pas de soleil
616	Adrien	On a une source lumineuse au plafond
617	EB	Oui aussi
618	Adrien	On aura trop d'ombre
619	JL	Mais si on reproduit un peu la courbe, on va avoir des ombres qui seront différentes, je pense
620	EB	Alors si je pose le carton par terre, j'ai deux ombres pareilles et parallèles
621	une étudiante	Non mais si le carton on le met comme ça (elle courbe le carton)
622	JL	Si on lui donne la courbure on va avoir. Non ?
623	EB	Alors souvent en général ce qu'on fait, c'est que l'on ne met pas courbure. Donc sans la courbure, si on penche comme ça, vous imaginez ce qu'il va se passer si je penche comme ça
624	JL	Elle va s'allonger ou se raccourcir
625	EB	Mais l'une par rapport à l'autre ?
626	JL	Non elles feront cela en même temps
627	EB	Voilà ce sont les mêmes donc si je bouge le carton, comme ça, à chaque fois, j'ai deux ombres de la même taille, et puis si je me débrouille bien, j'arrive à ne pas avoir d'ombre ici (en montrant un bâton) et quand je n'ai pas d'ombre ici, il n'y a pas non plus de l'autre côté. Donc ça ne marche pas.
628	EB	Donc quand je penche si je n'ai pas d'ombre d'un côté, je ne vois pas d'ombre de l'autre.
629	JL	Parce que là si on se sert de ça pour les élèves, donc ça veut dire que les rayons lumineux sont parallèles
630	EB	Ah. Et donc ce qu'on fait après, ce que tu me disais, c'est que si je courbe le carton, effectivement, j'arrive à ne pas avoir d'ombre d'un côté et avoir une grande ombre de l'autre. Ca c'est ce que l'on voit dehors, je vous le fais en "faux" là, mais c'est-ce que l'on voit dehors, d'accord ? Et c'est-ce que vous ferez chez vous, c'est facile, un bout de carton deux pics et voilà. Donc dehors, et bien si je pose le carton par terre, j'ai deux ombres parallèles et si j'ai des bâtons de la même taille, j'ai des ombres de la même taille, si j'incline le carton simplement, ou je n'ai pas d'ombre sur les deux ou j'ai deux ombres qui sont pareilles, parallèles et de la même taille et pour avoir ça là (elle montre un dessin) ce qu'il faut c'est courber le carton et dans ce cas là, je n'ai pas d'ombre sur l'un des bâtons et j'ai une grande ombre sur l'autre.
631	EB	Ça va ? Donc c'est ça que l'on observe dehors
632	JL	Donc ce n'est pas la peine qu'il y ait beaucoup de distance en fait
633	EB	Oui alors là ce que je voudrais maintenant c'est qu'on redessine ce que je vous ai raconté et on

		va voir ce que ça implique en termes de direction des rayons du soleil.
634	étudiants	Ah il y a du soleil
635	EB	Alors on y va
636		Fin enregistrement 33 : 27
637	**vidéo 0568**	**Durée 44:07**
638	EB	Donc maintenant on va dessiner tout ça. Donc la première chose que l'on va faire c'est que l'on va dessiner ce qui se passe quand on n'a ni d'ombre sur un bâton ni d'ombre sur l'autre. Donc on va prendre quoi comme vue ?
639	JL	Une vue de dessus peut être
640	EB	Vue de dessus ? Pour voir les bâtons comment on va faire ? Le plus simple sans doute c'est de dessiner une vue de profil. Donc ça c'est mon carton, ça c'est un bâton, et ça c'est l'autre bâton. Et donc on a dit qu'au soleil on avait réussi à n'avoir d'ombre ni sur l'un ni sur l'autre. Vous êtes d'accord avec ça ?
641	étudiants	Oui
642	EB	Donc dessinez moi les rayons du soleil tels que vous avez envie de les faire pour que l'on ne voit pas d'ombre ni sur un bâton ni sur l'autre
643	Adrien	Il faut des……qu'on ne considère pas comme une source ponctuelle
644	EB	Ah
645	JL	Mais justement le truc c'est ça
646	EB	Vous me dessinez les choses pour que l'on ne voit pas d'ombre ni sur un bâton ni sur l'autre. Alors on a vu pas d'ombre d'un côté, pas d'ombre de l'autre, on l'a vu ça, alors juste avant que le soleil ne disparaisse. Donc dessinez moi ce que vous avez vu, comment on peut expliquer le fait que l'on n'ait ni l'ombre sur l'un ni l'ombre sur l'autre. Donc je vous ai aidé en vous proposant une vue de profil.
647	EB	Alors comment dessine-t-on un soleil et des rayons Alors peut -être qu'il est difficile de dessiner le soleil, on peut juste dessiner ses rayons.
648	EB	Donc je fais un carton incliné, et revoilà le soleil. Vous arrivez à voir d'ici ? Donc ici on a deux ombres, et je vais essayer de m'arranger pour qu'il n'y ait pas d'ombre. Vous arrivez à voir ? Donc quand je n'ai pas d'ombre à l'un je n'ai pas d'ombre à l'autre. A peu de chose près, parce que mes bâtons ne sont pas bien perpendiculaires à mon sol, vous êtes d'accord ? Et maintenant si j'incline, vous en voyez un où il y a une ombre et un où il n'y a pas d'ombre. Celui du bas il y a une grande ombre et l'autre est-ce qu'il y a une ombre ?
649	étudiants	Non
650	EB	Non ? C'est bon ? Donc je peux réussir à avoir une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre
651	une étudiante	Parce que d'un côté on a mis le carton perpendiculaire
652	EB	Alors d'un côté le carton était plat et d'un autre côté le carton était incliné
653	une étudiante	Et du coup il s'est retrouvé perpendiculaire le carton
654	une étudiante	Non parallèle
655	EB	Donc là comment vous m'avez dessiné les rayons ?
656	EB	Alors vous m'avez tracé des rayons comment ?
657	Adrien	Droits
658	EB	Non parallèles. Des rayons ce sont des traits, mais les deux rayons par rapport l'un à l'autre, vous m'avez tracé des rayons parallèles pour qu'il n'y ait pas d'ombre ni sur un bâton ni sur l'autre. Ce qu'on avait vu c'est que si on posait le carton et les bâtons par terre... quand on observait ça, pour les bâtons par terre on observait deux ombres qui étaient parallèles et si les bâtons étaient de même longueur, les ombres étaient de même longueur. Donc si je le représente en vue de profil, et que je me débrouille pour avoir tout sur le même dessin ça fait ça.
659	EB	Est-ce que vous êtes d'accord ?

660	étudiants	Oui
661	EB	Donc elles ont la même longueur parce que mes bâtons ont la même longueur alors ça veut dire que... dessinez moi les rayons du soleil pour que l'on puisse expliquer ce que l'on a vu
662	EB	Alors dessinez moi les rayons. La situation de gauche : mon carton, il est plat mon carton pour le moment, et il est par terre
663	Adrien	Et on voit les ombres
664	EB	Et on voit les ombres. On voit deux ombres de la même façon, de la même taille et parallèles donc ça veut dire que vous dessinez quoi ? Vous dessinez des rayons comment ?
665	Adrien	Parallèles
666	EB	Alors dessinez moi les rayons parallèles. Comment vous avez tracé vos rayons par rapport à l'ombre ? Vous l'avez tracé là votre premier rayon c'est le rayon limite à partir duquel vous pouvez tracer les rayons jusqu'à l'ombre
667	EB	Ça c'est très bien, JL a intégré la chose, par contre Siméa pas tout à fait
668	EB	Ca va ? Et alors ensuite qu'est-ce qu'on a fait ? On a courbé le carton de façon à ce qu'il y ait une ombre pour l'un et pas d'ombre pour l'autre. On va dire pas d'ombre ici et une ombre ici (elle fait le dessin au tableau) ça va ça ? Alors dessinez moi les rayons du soleil pour que l'on n'ait pas d'ombre sur l'un et une ombre sur l'autre de la manière dont on a courbé le carton.
669	EB	Comment vous allez me tracer les rayons du soleil ?
670		Dessin de 9 : 58 à 12 : 25
671	EB	Allez venez, prenez vos dessins. Alors ce que vous m'avez fait, on en a parlé un peu ensemble, donc ce n'est pas une surprise. Quand on a de l'ombre ni l'un ni sur l'autre est-ce que tout le monde a tracé des rayons du soleil parallèles ? Oui. Quand on a deux ombres de la même taille, donc on pose à plat, vous l'avez vu tout à l'heure, comment vous faites pour expliquer le phénomène : vous tracez des rayons qui sont tous parallèles, vous l'avez tous expliqué comme ça.
672	EB	Est-ce qu'il y a une autre façon d'expliquer le phénomène ?
673	Adrien	Non
674	EB	Non il n'y a pas d'autre façon. Si on a une ombre de la même taille à chaque fois, les rayons sont parallèles, si je n'ai pas d'ombre sur les deux bâtons, les rayons sont parallèles. Du coup ensuite, quand je courbe et qu'en courbant mon carton j'arrive à n'avoir pas d'ombre d'un côté et une ombre de l'autre, comment vous m'avez fait vos rayons ?
675	étudiants	Parallèles
676	EB	Parallèles, sauf Simea. Alors vous m'avez tracé des rayons parallèles deux fois, est-ce qu'il y avait une raison de changer à la 3ème fois ? Non c'est à dire que vous cohérents. Si les deux 1ers phénomènes vous les expliquez avec des rayons parallèles, la 3ème fois ce sera avec des rayons parallèles
677	Adrien	Sauf pour Simea
678	EB	Et puis il y a autre chose aussi, si c'était des rayons divergents... vous n'avez pas compris ?
679	une étudiante	Non c'est que je viens de voir que je m'étais trompée aussi
680	EB	Donc deux. On reste cohérent. Et si on avait ça, si on avait des rayons divergents, ici quand on était à plat, avec des rayons divergents à plat, j'aurais pu avoir une ombre d'un côté et pas d'ombre de l'autre, or, est-ce qu'on l'a vu ça ?
681	étudiants	Non
682	EB	Non on a eu beau tourner le carton dans tous les sens, on a toujours vu deux ombres parallèles. Donc les rayons du soleil, ils nous arrivent comment ?
683	une étudiante	Perpendiculaires, non parallèles
684	EB	Ils nous arrivent parallèles. Les rayons du soleil nous arrivent parallèles, ça va ? Alors c'est un peu étonnant parce que comme disait le sieur Adrien, souvent on a tendance... le soleil il est loin, c'est une grosse boule mais il est très loin, donc on se le représente souvent dans le ciel comme un point, mais ce n'est pas un point, c'est un petit disque. C'est un disque qui a, à peu près, le diamètre de la lune. Donc quand vous regardez la taille de la lune, le soleil c'est à peu

		près la même taille dans le ciel, sauf que l'on ne regarde jamais le soleil droit dans les yeux sinon on devient aveugle
685	EB	Donc on ne regarde jamais le soleil avec les yeux
686	Adrien	Sauf avec des lunettes spéciales
687	EB	Sauf avec des lunettes spéciales qu'il y avait sur le fête de la science. Hein, vous avez regardé le soleil
688	étudiantes	Ça reflétait on voyait des tâches
689	Adrien	Ah moi je n'ai pas pu visiter la fête de la science, parce que comme ils partaient tous visiter, j'ai dû faire tous les stands tout seul
690	EB	Vous vous êtes sacrifié, c'est bien !
691	Adrien	Non ce n'est pas vrai, j'ai visité
692	EB	Donc les rayons du soleil nous arrivent parallèles, en même temps, le soleil il est gros, alors souvent dans les dessins d'enfants, et dans les dessins dans les albums, ce qu'on voit c'est un soleil qui darde de tous ses feux et qui envoie des rayons dans tous les sens. Alors le soleil qui éclaire dans tous les sens, et puis nous nos rayons parallèles, c'est un peu difficile à comprendre la superposition des deux
693	EB	Alors est-ce que vous auriez des idées pour expliquer que les rayons du soleil nous apparaissent parallèles. Bon on est d'accord pour dire que les rayons du soleil nous apparaissent parallèles avec ce que l'on a fait ensemble ?
694	Adrien	Parce qu'étant donné qu'ils sont considérés comme à l'infini, les rayons ils ne sont pas parallèles mais ils ont un écart tellement faibles qu'on peut les considérer comme arrivant comme parallèles
695	EB	Qu'est-ce que vous pensez de ça ?
696	étudiants	Oui c'est vrai
697	EB.	Est-ce que vous avez une idée des distances entre la Terre et le Soleil et de la taille respective du rapport de taille ? Alors si par exemple on a un Soleil qui fait 10 cm de diamètre , c'est à peu près la taille de la prise sauf qu'elle est carrée au lieu d'être ronde, si j'ai un Soleil qui fait 10 cm, la distance entre la terre et le Soleil ça représente 10 mètres, c'est à dire à peu près la taille de cette salle et la taille de la Terre dans ce cas là c'est moins d'un millimètre, donc c'est un petit point sur mon tableau. Donc le Soleil éclaire dans toutes les directions mais de la lumière du Soleil, je n'en reçois qu'une toute toute toute petite partie. Alors maintenant pour cette toute toute toute petite partie, les rayons du soleil nous apparaissent parallèles. On peut le montrer en reprenant notre source lumineuse. On va éteindre la lumière puis je vais vous montrer comment à partir d'une source qui éclaire dans toutes les directions on peut avoir l'impression d'avoir des rayons parallèles
698	EB	Alors éteignez la lumière. Ce que l'on va faire c'est qu'on va refermer les volets pendant quelques secondes, on va prendre les deux Playmobil, on va les mettre chez vous,
699		Préparation de l'expérience 20 :00 à 20 : 30
700	EB	Alors regardez. Bon là j'ai une source qui éclaire dans toutes les directions et qui est très près vous êtes d'accord ? Regardez ce que je vois au niveau des bonhommes, est-ce que les ombres des bonhommes sont parallèles ?
701	étudiants	Non
702	EB	Non c'est clair et net ça ne l'est pas. Regardez ce qu'il va se passer quand je vais éloigner ma source de lumière
703	une étudiante	C'est parallèle
704	Adrien	Non ça donne l'impression que c'est parallèle
705	une étudiante	C'est parallèle
706	Adrien	Mais non ils sont forcément comme ça (il montre avec ses mains que les rayons convergent) c'est juste que l'écart au départ il est tellement faible que tu considères, que ton œil les voit parallèles
707	EB	Donc mes bonhommes ce qu'ils voient eux, mes bonhommes, quand ils regardent leurs ombres, ils ont l'impression que leurs ombres sont parallèles. Donc mes bonhommes c'est

		nous sur la Terre
708	EB	C'est ça mon Soleil, il est très loin, il faut donc l'imaginer à des millions de km. Donc nos ombres sur la terre on a l'impression de les voir parallèles pace que le soleil est très très loin. De fait ce n'est pas tout à fait parallèle comme dit Adrien, l'écart entre les deux rayons extrêmes est de 0,5 degré. Donc 0,5 degré c'est quasiment rien. Donc on ne le voit quasiment pas. Ca va ?
709	étudiants	Oui
710	EB	Donc les rayons du soleil, pour nous, on va admettre, que dans la plupart des situations, les rayons du soleil nous apparaissent parallèles. Donc quand on dessinera des rayons du soleil on les dessinera comment dorénavant ?
711	étudiants	Parallèles
712	EB	Parallèles. Ok et bien ça c'était une chose importante à fixer.
713	EB	Donc les rayons du soleil nous apparaissent parallèles, on est bien content. A partir de maintenant on va pouvoir faire du travail sérieux. Alors on va s'entrainer à dessiner les ombres d'un certain nombre d'objets. Donc on a vu des rayons de Soleil parallèles, donc je voudrais savoir quand vous prenez une boule et que vous la faites éclairer par le soleil, je prends une balle sur un pic d'accord ? Et je la mets au soleil, je voudrais que vous me dessiniez la zone d'ombre sur cette balle qui est éclairée par le soleil
714	EB	Alors je prends une boule, la boule je vais la regarder de profil, j'ai une boule (elle dessine au tableau) on va dire que le soleil il est là, maintenant le soleil on ne le dessine plus comme un rond puisqu'il est très loin, et que ses rayons sont parallèles on peut mettre un S et on va faire des rayons du soleil qui vont être parallèles. Je voudrais que vous me dessiniez l'ombre de cette boule, la partie à l'ombre et l'ombre qu'elle projette.
715	EB	Vous voyez ce que je veux dire ? A vous
716	une étudiante	L'ombre sur un écran ?
717	EB	L'ombre sur la boule parce qu'il y a une partie de la boule qui n'est pas éclairée par le soleil. Allez dessinez moi la séparation ombre/lumière sur votre balle. Alors on se met de profil. Et des rayons il y en a combien, pour avoir des rayons parallèles il en faut plusieurs, il en faut au moins 2. Alors vous n'êtes pas d'accord, regardez vos dessins ils ne sont pas pareils. Alors comment on fait pour savoir ?
718	étudiants	On teste
719	EB	Alors comment on fait pour tester ?
720	étudiants	On va avoir une source lumineuse
721	EB	On va avoir une source lumineuse, est-ce qu'elle est parallèle cette source ? Est-ce que vous avez une source de lumière parallèle ? Ben non, on n'a pas une source de lumière parallèle
722	Adrien	Sauf si on la met loin
723	EB	Sauf si on la met loin, donc vous allez l'éloigner suffisamment pour qu'on ait l'impression que c'est une source de lumière parallèle
724	Adrien	Deux mètres ça suffit en général
725	EB	Oui là vous pouvez vous baser sur vos petits bonhommes. Vous regardez à peu près, d'accord. Et puis on se met comment pour regarder ? Si la source elle est ici, si la balle elle est ici, vous regardez de où ? Vous regardez comme ça, vous regardez dans la direction perpendiculaire à la ligne lumière/ombre, enfin lumière/boule, vous êtes d'accord ? Sinon vous ne la voyez pas de profil, vous la voyez de côté ou de face. C'est bon ? Allez, j'éteins tout ce qu'il faut et à vous.
726	EB	Allez regardez la séparation, hop je me mets très loin, je mets ma source très loin, comment vous voyez la séparation lumière/ombre
727	Adrien	Là c'est un trait droit
728	EB	Là c'est à dire ? C'est un trait droit, vous la voyez sous forme d'un trait droit ?
729	Adrien	Sur l'hémisphère gauche
730	EB	Il faut regarder dans cette direction ci, quand on est de profil...
731	une	Ça fait un peu ça (en montant le contour de la boule)

	étudiante	
732	EB	Vous voyez un trait droit ? Tout le monde voit un trait droit ? Oui c'est bon ? Et il sépare la boule en deux parties égales, vous êtes d'accord ? Vous avez une moitié éclairée et une moitié pas éclairée tout le monde est d'accord avec ça ?
733	étudiants	Oui
734	EB	Oui tout le monde a vu. Bon alors comment on va représenter ça sur un dessin ? Je rallume la lumière vous pouvez éteindre vos sources
735	EB	Bon alors, comment on fait notre dessin ? On trace des rayons parallèles vous êtes d'accord ? Ici c'est la limite à partir de laquelle le rayon passe sur la boule ici c'est la limite à partir de laquelle le rayon ne passe pas sur la boule, vous êtes d'accord avec moi ? Sur le côté ici, à chaque fois, la lumière va "tangenter" la surface de ma sphère à un endroit qui va représenter, si je me mets de profil, une droite, cette droite elle est comment par rapport aux rayons de lumière ?
736	étudiants	Elle est perpendiculaire
737	EB	Elle est perpendiculaire, c'est à dire qu'elle passe par le centre de la boule. Est-ce que ça, ça va ? Oui et donc je vais raturer la partie qui ne reçoit pas de lumière et puis si je continue derrière, évidemment toute cette zone là est une zone qui ne reçoit pas la lumière. Est-ce que ça, ça va ?
738	étudiants	Oui
739	EB	Ça, il faut absolument savoir le faire
740	Adrien	Ce dessin là ?
741	EB	Oui c'est la base. Alors maintenant la question que je vous pose est la suivante donc pour soutenir la balle on a mis un pic, je ne change pas la source, alors vous remarquerez que je prolonge les traits jusqu'au bout pour marquer les …….ça avec les enfants on les fait regarder avant de dessiner. Moi je vous ai fait dessiner avant de regarder, on a vu les dégâts, donc avec les petits, on commence par regarder et on dessine après.
742	EB	Donc j'ai mes rayons et alors maintenant ma balle je la tiens en inclinant, voilà j'ai incliné ma balle ça va ? Vous voyez ce que j'ai fait ? Plutôt que d'avoir mon axe comme ça, j'ai incliné mon axe comme ça. J'ai ma lumière qui est toujours au même endroit, je voudrais que vous me fassiez la séparation jour/nuit sur la balle maintenant. Chacun pour soit. Allez y dessinez
743	EB	Attention regardez bien où est la lumière du soleil
744	EB	Alors Adrien vous allez me faire le dessin au tableau. Est-ce que tout le monde est d'accord avec ça ?
745	étudiants	Oui
746	EB	Donc pour tout le monde, la séparation jour/nuit, ombre/lumière sur une boule, ne dépend évidemment pas de l'inclinaison de l'axe de la boule mais de l'inclinaison de la source de lumière
747	Adrien	C'est un piège
748	EB	Oui c'est un piège dans lequel tombe 80 % des étudiants
749	étudiants	Sauf nous
750	EB	Donc pour la fois prochaine ce que je vous demande c'est de remettre au propre tout cela, remettre au propre c'est à dire à quelles questions on a répondu, à quelles questions répondaient ça, et, 2ème chose, vous avez eu cette expérience pendant la fête de la science, je voudrais que vous preniez en note, que vous écriviez, que vous racontiez les choses qui vous ont posé problème, comment vous avez résolu les problèmes et quelles étaient les difficultés des enfants. Vos problèmes à vous, les problèmes des enfants
751	une étudiante	Entre nous
752	EB	Comment vous avez résolu les problèmes entre vous, entre les enfants quand vous meniez l'expérience

ANNEXE 6.H.

Réponses des étudiants du groupe 45 aux questionnaires posés

Le premier questionnaire a été réalisé au début du premier cours des étudiants de L2 du parcours sciences et culture.
Le questionnaire suivant a été posé avant leur participation au jardin des sciences. A chaque ligne correspondent les réponses d'un même étudiant.

	gp 45 L2SC- 2011-2012			
	Comment faites-vous pour savoir si qq chose est scientifique ?	***Pour vous, c'est quoi faire des sciences ?***	***Comment faites-vous pour reconnaître un scientifique ?***	***Pour vous, que signifie enseigner les sciences ?***
948	Mariska Qq chose de scientifique étudie des phénomènes de la terre ou de la vie. Tout ce qui est scientifique doit pouvoir s'expliquer	Science est un terme très général car il y a les sciences des la terre mais aussi de la vie. Faire des sciences, c'est se pencher sur un sujet et comprendre pourquoi cela se passe comme cela, essayer de répondre à des questions pour diverses recherches	Un scientifique se reconnaît en général d'abord physiquement par sa blouse et sa façon d'expliquer un phénomène toujours à l'aide d'une expérience. Il utilise par ailleurs un langage scientifique avec des termes très spécifiques qu'une personne qui ne connaît pas grand chose aux sciences ne comprendrait pas. C'est par cela qu'un scientifique sait aussi donner des définitions des termes scientifiques.	C'est faire comprendre et apprendre aux élèves par diverses activités un phénomène scientifique, leur montrer une expérience car je pense que c'est une bonne méthode pour qu'ils se souviennent de l'essentiel.
949	Patrizia	On se pose des questions sur la nature, la technique ou la chimie. On essaie de trouver des solutions générales	Une personne qui travaille sur des phénomènes qui sont naturels	On travaille sur les thèmes naturels/techniques que les enfants rencontrent dans leur vie
950	Estelle C'est qq chose qui est vérifiable, démontrable	Etudier les sciences, faire des démonstrations, des expériences	C'est quelqu'un qui étudie les sciences et dont les propos reposent sur un phénomène vérifiable	C'est démontrer les théorèmes par des expériences, démonstrations
951	Simea	Comprendre les choses du monde, savoir qq chose sur le monde, comprendre autres cultures		Montre les choses, pas seulement théorie. Les enfants doivent faire des choses qui sont importantes et intéressantes pour les élèves
952	Camille On peut le démontrer par des expériences	C'est étudier le monde, tous les phénomènes qui nous ont permis d'être là. Comprendre comment on fonctionne et notre avenir, comprendre notre passé	Par le vocabulaire approprié, qu'il sache expliquer de façon simple un phénomène scientifique et qu'il s'adapte à tous les niveaux	Ca correspond à faire comprendre les bases de notre monde aux petits tout en s'amusant. D'abord par un cours magistral suivi d'expériences pour pouvoir mieux leur faire comprendre

953	Adrien On l'analyse	C'est faire un truc qui me plaît et qui reste ludique expérimentalement	Une personne qui s'intéresse, touche à tout, fait des expériences	Qu'il faut intéresser en restant ludique, enseigner d'une manière non conventionnelle pour qu'ils soient attentifs
954	Aurélie Pour savoir si qq chose est scientifique, on met en place des expériences. On fait des hypothèses pour essayer de les prouver	Faire des sciences pour moi c'est faire des expériences, découvrir le fonctionnement de plusieurs choses. Comprendre ce qui nous entoure	Un scientifique essaie de comprendre le fonctionnement de tout. Il fait des expériences pour démontrer ou réfuter des hypothèses. Un scientifique est curieux et prouve ce qu'il dit	Je pense qu'il faut leur montrer un phénomène de tous les jours, par exemple un gâteau qui gonfle à la cuisson. Cela va amener à une problématique puis les enfants vont émettre des hypothèses et vont proposer des petites expériences pour vérifier leurs hypothèses. Nous leur ferons réaliser si elles sont réalisables. Leurs observations vont nous permettre de partir sur un cours et des explications un peu plus approfondies

Questionnaire portant sur la scientificité de situations de classes.
Les questions posées sont disponibles dans la partie méthodologie en 4.2.1.8.4.

Q1. Chgt Etat de l'eau	Q2. Travail Air	Q4. Travail Ombres	Q4. Travail Sabliers	Q5. Travail Dissolution	Q6. Travail Leviers	Q7. Eclipses	Q8. Roman Renart
J_L. Pietry B Stratégies différentes donc possibilité de confrontation des choix dans la manière d'effectuer les mesures. Possibilité d'erreurs de lecture/de défaillance matérielle compensées par la confrontation	A Pour qu'une expérience soit valide, il faut qu'elle soir reproductible dans diverses situations d'où l'idée d'essayer avec d'autres récipients dans des matériaux divers… quitte à se tromper	B Permet de valider les réponses en montrant que l'inversion des sources provoque l'inversion des ombres colorées	A Quelle est la finalité de la séance ? travailler sur les durées ou sur l'influence de la matière dans l'expérience ? si on travaille sur les mesures du temps c'est A, sinon c'est B ?	B On répète plusieurs fois la même expérience pour valider la quantité de sel qui provoque la saturation du mélange mais on pourrait essayer sur divers volume du liquide pour donner le % de sel à dissoudre par l'eau ?	B Le fait de suspendre ou de poser la règle ne change rien au principe d'équilibre. C'est toujours le bras le plus court du levier qui supportera la charge la plus lourde selon la règle F1D1=F2D2	B Dans l'expérience, il est évident que les dimensions relatives entre les astres ne sont pas respectées et il manque l'atmosphère. Pour que la Lune dans l'ombre de la Terre paraisse rouge, il faut que la partie du spectre solaire qui l'éclaire encore (taille du Soleil) contienne plus de vert qu'autre chose.	C C'est idiot. Il faudrait d'abord que la température de la queue du loup descende suffisamment pour que l'eau au contact de la peau gèle donc que le loup gèle. Je ne crois pas Ysengrin suffisamment assez stupide pour se laisser geler comme un idiot, n'en déplaise à Goupil.
Adrien B L'approche en différents groupes permet une meilleure concentration et de faire plein de choses, augmente leur nombre de manipulations. De plus un petit groupe favorise le débat et la réflexion	A On envisage plusieurs cas laissant une réflexion à l'élève à chaque fois. Changer un paramètre de l'expérience permet de rétablir des hypothèses et de faire réfléchir les élèves sur les différentes situations	B Multiplier les changements de paramètres permet plus de réflexion si on fait deux groupes on peut assigner chaque groupe à une expérience. Cela permet aux élèves d'approfondir un sujet.	B selon le temps on envisage plus de cas. On fait de nouveau changer un paramètre, afin de faire réfléchir les élèves	B Mises dans des conditions identiques pour avoir un résultat identique sur tous les groupes. Afin que les élèves arrivent aux mêmes conclusions, on fait des expériences avec des paramètres identiques	C Les changements de paramètres permettent une plus grande réflexion et un approfondissement du sujet	B L'enseignant laisse la réflexion aux élèves afin qu'avec les explications qu'il leur donne ils comprennent mieux	B Réflexion des élèves leur permettant de créer leur expérience.

Simea B Ils font tous les mêmes mesures	A Les élèves doivent penser et essayer d'expliquer. Après, l'enseignant doit montrer le résultat (ou les élèves expérimenter)	C Les deux sont des expériences avec autres présupposés. Voranssetzungen	A Les élèves peuvent voir (expérimenter)		A Les élèves doivent chercher l'équilibre horizontal, ils voient la réponse. Le B est une autre expérience.		B Les élèves peuvent expérimenter, ce n'est pas le prof qui donne la réponse. Même expérience que dans l'histoire d'où comparaison avec l'histoire. A=une autre expérience pour montrer la même chose (bon pour compréhension mais pas plus scientifique)
Estelle B Différents groupes permettent de comparer les différents résultats, de voir si tout le monde obtient la même chose et de suivre de plus près l'expérience	A Etudier et observer dans un cas plus général pour voir si l'expérience marche seulement pour le pot de verre ou si cela marche avec d'autres récipients	A On cherche à observer ce qui se passe lorsqu'on change un filtre, si cela change la couleur	A Pour n'importe quel matériau présent dans le sablier, c'est la quantité de matière qui influe sur la durée d'écoulement. On s'assure que la matière passe par le trou du sablier.	A On verse progressivement du sel en retenant la quantité versée pour observer à partir de quelle quantité de sel l'eau sature. Si l'on verse un même volume de sel dans de l'eau, on ne peut pas être certain de la quantité à partir de laquelle le sel ne se dissout pas	A	B C'est normal que dans l'expérience on ne retrouve pas les mêmes résultats car dans les représentations des planètes, il manque l'atmosphère autour de la Terre	

Patrizia A La réponse est plus détaillée	A Pour vérifier une réponse on doit expérimenter	C Les deux approches posent des questions importantes pour le travail des ombres	C Il est important qu'on se pose différentes questions	B C'est plus détaillé et généralisé	A Il faut que les enfants se rendent compte que le poids des objets est décisif ausschlaggeben d pour la position des objets	B Il faut qu'on compare la scène expérimentale avec la réalité	B Pour trouver une réponse il faut avant trouver une question à laquelle répondre. Il ne faut pas faire une expérience sans savoir quelle réponse on cherche
Camille B Comme les mesures sont faites assez régulièrement, on peut voir une évolution de la température de façon constante. Mais la présence de plusieurs groupes permet de voir les marges d'erreurs mais aussi d'avoir différents résultats. Les enfants voient qu'on arrive au même résultat.	A L'enseignant montre que ça peut marcher ou pas avec d'autres objets : les élèves vont se poser des questions	A Le professeur voit si les élèves ont compris ce qui se passe avec les deux ombres lumineuses	A On ne change pas la matière, le problème posé est de savoir si le diamètre a une influence sur le temps d'écoulement	A Les élèves peuvent voir l'évolution de la dissolution du sel. Au début le sel se dissout mais au bout d'une certaine quantité, le sel ne se dissout plus. Ils comprennent que c'est un phénomène qui évolue en fonction de la quantité de sel introduit dans l'eau	C Dans les deux cas on ne change qu'un paramètre de l'expérience. Les deux montrent le même phénomène.	B L'enseignant montre aux élèves la différence grâce à une expérience qu'ils ont fait ensemble. Les élèves comprennent mieux ce qui se passe grâce à une expérience.	B L'enseignant demande à ses élèves si le phénomène est possible ou pas. Les élèves vont se poser des questions. Après ce temps de réflexion, l'enseignant, grâce à l'expérience, va pouvoir répondre à leurs questions.

Mariska B Le fait de prendre plusieurs fois les mêmes mesures par des groupes différents permet de comparer les résultats et de voir si tout le monde observe le même phénomène	A En posant cette question, il va falloir expérimenter et cela permettrait aux élèves de bien enregistrer ce qu'il vient de se passer et mieux comprendre le phénomène	A Il vaut mieux rester dans le contexte des deux filtres R et V et démontrer aux élèves l'explication du dessus, i.e. que peut importe la position des deux lampes, c'est la lumière verte qui fait l'ombre rouge et la lumière rouge fait l'ombre verte	A Le but était de trouver ce qui permet de faire varier la durée d'écoulement. Les élèves trouvent que la quantité de matière influe sur la durée d'écoulement. C'est une réponse judicieuse et on observerait le même résultat avec du sel ou de la semoule donc inutile de refaire l'expérience	A Cela leur permet d'observer le phénomène de la saturation et on n'est pas obligé d'avoir la même quantité d'eau et de sel pour que la solution soit saturée. L'approche A permet de montrer aux élèves que c'est à un certain moment. A eux de trouver quand.	C Dans les deux cas cela montrerait aux élèves que le poids le plus lourd doit être le plus proche de l'axe, peu importe que l'équilibre soit sur une table ou dans l'air, le phénomène d'équilibre est le même partout.	B L'approche B va permettre aux élèves de re-réfléchir sur le phénomène alors que dans A, le professeur leur dit en quelque sorte que « c'est comme ça », c'est à cause de l'atmosphère. Il est plus scientifique de retravailler leur conclusion.	B L'approche B amène les élèves à se poser des questions et ensuite seulement ils vont faire l'expérience comme cela l'expérience va répondre aux question. C'est tout à fait scientifique de se poser des questions et d'essayer d'y répondre avec l'expérience
Aurélie B L B permet d'obtenir différents résultats par différents groupes. Ceci permet de faire une moyenne et si un résultat est faux toute l'expérience n'est pas fausse car les autres groupes auront d'autres résultats	A Cela permet aux élèves de trouver eux-mêmes une explication	C Dans les deux cas cela crée une nouvelle expérience qui fait réfléchir les élèves	B Il faut aussi prendre en compte la différence de matière et non que la quantité	C cela revient au même pour cette question car les deux répondent à la question posée. Mais la B serait plus scientifique pour trouver combien on peut dissoudre de sel dans un même volume d'eau	B La A est un peut trop répétitive, les élèves vont arriver à une conclusion similaire à la précédente. Avec la B, les élèves vont obtenir une conclusion plus générale de cet aspect car ce sera une expérience différente.	B Avec cette explication les élèves vont avoir une réponse à leur question et vont comprendre que dans leur expérience cela ne pouvait pas se produire	C Dans les deux cas les élèves arrivent à la même expérience donc scientifiquement cela revient au même, seule l'approche change.

Comment faites-vous pour savoir si qq chose est scientifique ?	*Pour vous, c'est quoi faire des sciences ?*	*Comment faites-vous pour reconnaître un scientifique ?*	*Pour vous, que signifie enseigner les sciences ?*
Mariska Qq chose de scientifique étudie des phénomènes de la terre ou de la vie. Tout ce qui est scientifique doit pouvoir s'expliquer	Science est un terme très général car il y a les sciences des la terre mais aussi de la vie. Faire des sciences, c'est se pencher sur un sujet et comprendre pourquoi cela se passe comme cela, essayer de répondre à des questions pour diverses recherches	Un scientifique se reconnaît en général d'abord physiquement par sa blouse et sa façon d'expliquer un phénomène toujours à l'aide d'une expérience. Il utilise par ailleurs un langage scientifique avec des termes très spécifiques qu'une personne qui ne connaît pas grand chose aux sciences ne comprendrait pas. C'est par cela qu'un scientifique sait aussi donner des définitions des termes scientifiques.	C'est faire comprendre et apprendre aux élèves par diverses activités un phénomène scientifique, leur montrer une expérience car je pense que c'est une bonne méthode pour qu'ils se souviennent de l'essentiel.
Patrizia	On se pose des questions sur la nature, la technique ou la chimie. On essaie de trouver des solutions générales	Une personne qui travaille sur des phénomènes qui sont naturels	On travaille sur les thèmes naturels/techniques que les enfants rencontrent dans leur vie
Estelle C'est qq chose qui est vérifiable, démontrable	Etudier les sciences, faire des démonstrations, des expériences	C'est quelqu'un qui étudie les sciences et dont les propos reposent sur un phénomène vérifiable	C'est démontrer les théorèmes par des expériences, démonstrations
Simea	Comprendre les choses du monde, savoir qq chose sur le monde, comprendre autres cultures		Montre les choses, pas seulement théorie. Les enfants doivent faire des choses qui sont importantes et intéressantes pour les élèves
Camille On peut le démontrer par des expériences	C'est étudier le monde, tous les phénomènes qui nous ont permis d'être là. Comprendre comment on fonctionne et notre avenir, comprendre notre passé	Par le vocabulaire approprié, qu'il sache expliquer de façon simple un phénomène scientifique et qu'il s'adapte à tous les niveaux	Ca correspond à faire comprendre les bases de notre monde aux petits tout en s'amusant. D'abord par un cours magistral suivi d'expériences pour pouvoir mieux leur faire comprendre
Adrien On l'analyse	C'est faire un truc qui me plaît et qui reste ludique expérimentalement	Une personne qui s'intéresse, touche à tout, fait des expériences	Qu'il faut intéresser en restant ludique, enseigner d'une manière non conventionnelle pour qu'ils soient attentifs
Aurélie Pour savoir si qq chose est scientifique, on met en place des expériences. On fait des hypothèses pour essayer de les prouver	Faire des sciences pour moi c'est faire des expériences, découvrir le fonctionnement de plusieurs choses. Comprendre ce qui nous entoure	Un scientifique essaie de comprendre le fonctionnement de tout. Il fait des expériences pour démontrer ou réfuter des hypothèses. Un scientifique est curieux et prouve ce qu'il dit	Je pense qu'il faut leur montrer un phénomène de tous les jours, par exemple un gâteau qui gonfle à la cuisson. Cela va amener à une problématique puis les enfants vont émettre des hypothèses et vont proposer des petites expériences pour vérifier leurs hypothèses. Nous leur ferons réaliser si elles sont réalisables. Leurs observations vont nous permettre de partir sur un cours et des explications un peu plus approfondies

ANNEXE 6.I.

Evolution individuelle des différents participants du groupe 45 au cours de la formation en termes d'éléments de scientificité

Pour chaque étudiant, le tableau rassemble les éléments de scientificité extraits du questionnaire initial puis des échanges réalisés pendant le cours, à la fois lors des retours métacognitifs et du cours en lui-même.

Mariska

Début	CS : vocabulaire / Démonstration par expérience / autoréf Qlarge : repro identifiée mais inutile / M identifie argument autorité / M mobilise existence d'une généralité pour privilégier le test de sa robustesse Qlarge : Science = se poser des questions et répondre avec des expériences
7/11 explication vocabulaire complexité	Oui, en fait j'aurai dit que non ce n'est pas scientifique parce que ça vient d'un sens mais, si on étudiait l'œil, enfin la vue, qui est un autre sens, cela peut être très scientifique. Expliquer comment on voit les choses et tout, donc le toucher, c'est pareil, sauf que c'est plus simple que d'expliquer la vision. (170) Pourquoi on voit les choses comme ça, pourquoi de cette couleur… c'est des sciences. Et le toucher ça ne me parait pas être des sciences mais c'est aussi un sens donc si la vision c'est scientifique, le toucher aussi. J'ai pensé à tout ça pendant que vous parliez. (172) Alors après il fallait leur expliquer le principe de l'air, de percer un trou... Et je trouvais que ça poussait encore plus l'expérience dans la science. (215) Non en fait c'était pas plus scientifique c'est juste qu'on partait sur un autre sujet qui était aussi de la science et qui ne faisait pas forcément parti de l'expérience à la base. (217) Il y a peut être plus de vocabulaire scientifique dans la densité que dans le papier. (261) Oui ça a changé de point de vue parce que pour moi avant la science je pensais à des molécules alors qu'en fait il n'y a pas besoin d'aller aussi loin. Expliquer ce qu'est une ombre c'est tout simple mais c'est scientifique. (288)
8/11 Q, recours à l'expérience x2 refus de l'autorité	Alors, je pense que ce qu'on a fait cette après midi était un cours de science car on a répondu aux questions que l'on s'était posées faisant une expérience. On a d'abord dit tout ce qu'on savait sur le sujet étudié, c'est-à-dire la lune et ensuite on a répondu aux questions à chaque fois à l'aide d'une expérience pour ne pas admettre une réponse. J'ai utilisé ce mot mais je ne sais pas trop si il est bien... (10) Admettre. Pour ne pas admettre une réponse. (12) Oui on a tous dit qu'on s'était posé des questions et qu'on y a répondu par des expériences. (40) Ah, on dit des trucs pas vrais. (700, modélisation astro)

9/11 recours à l'expérience x3 Q x2 recours à la modélisation	EB On a, à partir de nos observations, enfin de nos pseudos-observations, parce que ce sont des observations faites par d'autres, on a essayé de faire quoi ? (57) Vérifier (58) Alors, ce qu'on a fait ce matin était autant scientifique que cet après-midi car dans les 2 cas, on a modélisé pour prouver ce que l'on sait et en effet, on a répondu à chaque question à l'aide d'une modélisation. Et on pose des questions, on répond à ces questions uniquement par une expérience ou une modélisation. (145) On a posé une question, on a fait l'expérience et on a observé pendant l'expérience. (161)
10/11 rapport à l'autorité précision généralité syntaxe correcte cohérence logique pas vocabulaire	Alors, nous n'avons pas utilisé la même approche que les autres jours car sur la cours de l'astronomie par exemple, nous avons cité ce que l'on sait [voit] , de là on a cherché un modèle ou plusieurs qui respectent ce critère. Aujourd'hui c'était différent on a cherché à répondre à une question mais pour pouvoir expliquer les phénomènes on a du utiliser des choses admises comme des formules. Et ce que l'on a fait cette après midi était aussi de la science mais je pense maintenant qu'il y a différentes sciences, celle qui utilise des choses déjà admises pour chercher à expliquer un phénomène et celle qui n'a rien d'admis où tout est a démontrer. (144) Ah non je n'ai pas dit ça, j'ai dit qu'il y a des sciences qui admettent des choses et des sciences qui n'admettent rien. Je n'ai pas dit que ça dépendait de la biologie ou de la physique. (157) (E.B.) Alors je voudrais savoir si par rapport à ce qu'on a fait, on aurait pu rendre les choses plus scientifiques ? Avec des données. Mesurer la pression pour voir de combien elle augmente… Pour aller plus loin en fait. (832) Alors nous on est parti du principe que nos définitions doivent être plus explicites donc on a éliminé le bloc du groupe d'Adrien parce que, une fois posé il ne bouge pas, pour nous ce n'est pas une définition. Et après par exemple pour la définition du gaz, il prend tout l'espace donné et son volume change, on dirait qu'il manque la fin de la phrase. Change quand quoi ? Change de récipient... Du coup on l'a éliminé mais pas sur des principes scientifiques, sur le principe de la définition. (964) Ben ce n'est pas suffisant pour une définition. (966) Mais après, comme elle disait Patrizia, ils ont défini par exemple le solide en comparaison au liquide mais on ne peut pas définir un terme à partir d'un autre terme parce que si on ne sait pas ce que c'est un liquide on ne comprend pas ce que c'est un solide. (977) Oui on disait qu'on pouvait expliquer quelque chose de très scientifique avec des termes très simples. (1017) (E.B. . On ne le voit pas, du coup, est-ce qu'on peut le garder ? Même si la définition était cohérente, qu'est-ce qu'on a comme problème maintenant ?) C'est faux. (1073)
Bilan Q, primauté de l'expérience mise en commun	Moi aussi je trouve que c'était de la science parce que là par exemple pour l'histoire des bulles, on s'est demandait ce qu'il se passait, on a cherché ce que cela pouvait être et on a regardé si cela correspondait avec le phénomène qu'on voyait. (12) Au niveau de la pédagogie, on répète beaucoup la même chose. Et souvent la fin des phrases vous ne la finissez pas pour qu'on dise le mot qui faut. Et ça s'est bien parce que cela nous le rend vraiment en tête quoi. Cela nous permet de comprendre. (27) Que l'on ne regarde pas que notre expérience mais aussi celles qui sont autour de nous. (101)

rapport à l'autorité (suite E.B.)	Moi c'est ce que je pensais ce matin et que j'avais écrit. C'est les deux c'est des sciences mais par exemple pour la Terre on a tout démontré. Que quand on s'est basé par exemple P=F/S on a utilisé des choses déjà admises par quelqu'un d'autre, on ne l'a pas prouvé nous. Mais c'est autant scientifique mais différent. (215) (Eric, suite) C'est un peu en contradiction avec ce que vous disiez tout à l'heure sur le fait qu'il est important de tout prouver. Vous dites maintenant que si on n'a pas prouvé les choses c'est pas grave (216)
robustesse (suite E.B.)	Pas de l'eau, pas de l'eau. Elle ne va pas couler l'eau. (283) Non mais on essaie avec (286) Ben on essaie avec du sable et pas avec de l'eau parce que ça ne va pas marcher, à part si on fait des trous. Mais on essaie avec des grains de tailles différentes : la semoule, du sucre (291, en réponse à discussion sur aspect général proposé par Camille)

Aurélie

Début	CS : Test hypothèses par expérience Qlarge : identification d'une généralité mais inutilité de tester sa robustesse
7/11 Q x7 recours à l'expérience x 2 vocabulaire présence d'explications formuler des hypothèses	Moi je pense que c'est bien ça. Non ben parce que c'est une question. (31-34) Les laisser réfléchir sur un sujet et que les enfants mettent en place des expériences. Qu'ils se posent des questions entre eux et qu'ils essayent d'y répondre avec des expériences qu'ils mettent eux en place. (D.I., 114) Ben on lance le sujet mais après ils peuvent trouver eux la question. Enfin ils vont poser eux le problème. (117) Qu'ils formulent des hypothèses. (135) Non mais c'est parce que là ça fait plus, il faut faire quelque chose. (159) Ils n'ont pas eu à chercher de solution. Enfin il n'y a pas de question, il n'y a pas de problème. (162) Oui mais il n'y a pas… Enfin je ne sais pas. Ils n'ont pas du trouver une expérience. (164) (E.B.) Et c'est plus scientifique si on cherche le pourquoi ? (176) Tout à fait d'accord. (179) Peut être que c'était plus scientifique quand les classes venaient parce qu'ils venaient tous en groupe et on pouvait vraiment partir depuis le début et réfléchir… (243) Parce qu'il y avait plus de choses à expliquer. Par exemple expliquer comment on se sert d'un tamis ça ne faisait pas trop scientifique. Je trouvais que ce n'était que le début qui était scientifique. (258) Ben pour trouver les fibres et tout. (260) Oui ça je suis d'accord. (plus de vocabulaire scientifique, 262) Certaines choses c'est un peu dur de les déterminer par nous-mêmes. (308) Tous les trucs qu'on fait même quand on nous explique, des fois on ne comprend pas. Donc peut être qu'on comprendrait mieux si on les cherche nous-mêmes, je sais pas. (314) Euh j'avais déjà cette idée qu'on pouvait faire passer la science aux petits par des expériences comme ça mais c'est une autre approche. Enfin en cours on peut moins euh, il y a certaines choses qu'on nous dit c'est ça on ne peut pas le démontrer donc… (332) Oui ce qu'on fait là. (il y a une démarche plus scientifique que l'autre, 334) Ben parce que on a des questions et on y répond par des expériences. Enfin après peut être que ce n'est pas une bonne définition de la science hein ! Pour ma science oui. (344) Ben il faut des expériences. (346) Expériences, hypothèses, problématique… (348) Non mais on fait des observations. (astronomie, 367) (E.B.) Comment on le sait ? Ben on observe. (698) Comme on s'est posé les questions, on retient mieux. Avant j'avais rien retenu. (1271)
8/11 Q sur ce qui	Euh alors moi je pense que oui c'était de la science parce qu'on a observé quelque chose et on s'est posé des questions sur quelque chose qui nous entoure tous les

nous entoure émission d'hypothèses recours à l'expérience cohérence externe formulation générale	jours. On a fini par y répondre en émettant des hypothèses et en faisant des expériences et à la fin on y a répondu en disant une vérité scientifique, une vérité générale. (20) (E.B.) Une vérité c'est quoi pour vous ? Je ne sais pas. Enfin on a retrouvé ce qu'on nous apprend tout le temps. Et non ca n'aurait pas été plus scientifique parce qu'on a pu démontrer ce qu'on cherchait pour répondre aux questions alors qu'en amphithéâtre, on nous aurait dit les mêmes choses mais on n'aurait pas pu le démontrer par des expériences (22) En histoire il n'y a pas de démonstrations. (55) Comment tu expliques ça Camille ? Et hop, la Terre tourne. (674) On peut même imaginer des trucs qui ne sont pas vrais ? (676) (E.B.) Non je ne peux pas choisir entre mes modèles. Est-ce que vous avez une idée de la façon avec laquelle on va s'en sortir ? (1001) On appelle Galilée ou Copernic. (1003) (E.B.) Et si il y en a un [modèle] qui explique plus de choses que l'autre ? On garde celui qui explique le plus. (1852)
9/11 Q porte pour sur nature recours à l'expérience modélisation émission d'hypothèses reproductibilité généralité	Voir si notre modèle, il est juste. (77) Euh j'ai dit qu'elles n'étaient pas plus ou moins scientifiques, parce que pour les deux, on a observé des faits naturels et on s'est posé des questions et on y a répondu par la logique des expériences et des modélisations. Et les caractéristiques, j'ai mis que c'étaient des observations, des questions, des hypothèses, des modélisations, des expériences et des conclusions, enfin, des conclusions générales qui peuvent répondre enfin, je n'ai pas écrit quelque chose de français. Qui peuvent, que l'on peut reproduire sur un phénomène semblable, ça peut se reproduire, ce n'est pas spécifique à l'expérience. (151) Oui. La conclusion, elle est applicable dans plusieurs circonstances. (153)
10/11 explication cohérence externe reproductibilité vocabulaire pas clair rapport à l'autorité	Alors, ce n'était pas la même approche pédagogique, pas exactement, car on a admis des choses et on est parti d'une expérience qui était déjà faite. On a pris les résultats de quelqu'un qui avait déjà fait l'expérience. Mais c'était autant scientifique parce qu'on a fourni une explication par la logique et des schémas puis on a retrouvé une formule. Et ce qu'on a conclu, on l'a bien prouvé et argumenté. (85) Euh quand on a regardé l'expérience, on en a déduit des choses par ce qu'on savait. (87) (Adrien à la rescousse) Ben on a dit qu'il y avait une force qui appuyait sur l'eau. Voilà, on a vu que ça ne bougeait pas donc on s'est dit qu'il y avait deux forces qui se compensaient, par exemple c'est de la logique. (92) (E.B.) Qu'est-ce qu'il se passe si ils n'ont pas tous validé l'expérience ? On réessaye. (115) Oui c'est vrai tout ce qu'on a admis c'était déjà prouvé. (162) Non mais on a fait de la science. Même si on admet des choses à partir d'un moment il faut admettre des choses pour avancer. Il y en a qui vérifient ce qu'on admet et il y en a qui font des choses pour avancer. (195) Ben parce qu'il y en a qui l'ont prouvé. (197) Ben parce qu'on nous l'a toujours appris. (202) C'est mieux si on ne part pas sur des choses admises (217) Comparé aux autres c'est ça qu'il y a en plus. Nous on a oublié de parler de volume.

	C'est une notion scientifique en plus. (définition SLG, 960) (E.B.) Donc en gros c'est parce que pour vous le mot réfère à quelque chose de scientifique c'est ça ? Oui c'est important. (962) Non mais je ne sais pas, comme elles disent qu'il ne faut pas de mots scientifiques… Enfin ce n'est pas obligé… Si on exprime surface avec d'autres mots ça sera quand même scientifique. (1025) Il faut un équivalent quand même. Il faut en parler mais avec des mots différents. (1027)
Bilan ne pas écarter une idée d'autorité reproductibilité modélisation aspect simplifié du modèle aller retour pour construction de généralité (suite E.B.) recours à l'expérience	(E.B.) Si vous vous rédigez un pense-bête de ce à quoi vous allez faire attention, de ce que vous ne laisserez pas passer quand vous serez avec les étudiants, vous écririez quoi ? Prendre les idées de tout le monde (46) Par exemple, j'ai remarqué à chaque fois qu'on dit quelque chose vous reprenez ce qu'on dit en essayant de le reformuler bien pour ne pas laisser une idée de côté même si elle est fausse. Essayer de la démontrer, de démontrer que c'est faux (48) Faire en sorte que tout le monde réussisse l'expérience (54) Par exemple quand ils avaient raté l'expérience (rmq : air fin de séance), vous les avez aidés à la refaire. En fait tout le monde l'a refaite pour retrouver, pour qu'on ait tous les mêmes résultats. (56) Ben on a refait et on a remis en place étape par étape pour qu'on suive bien chaque étape, la même. Qu'on ne fasse pas chacun de son côté l'expérience différemment. (58) (E.B.) Et c'est important pour quoi ? Ben pour nos résultats. Parce que sinon il y en a qui vont trouver des choses différentes donc on ne saura pas laquelle est juste. On ne saura pas quel paramètre a varié. On ne saura pas le résultat. (64) (Eric) Est-ce que cela veut dire que les séquences que vous avez faites sur la Lune par exemple où il est difficile d'expérimenter étaient moins scientifiques ? Non on a fait des modèles, on a fait des modélisations. Donc on a quand même fait des choses, c'était quand même scientifique. (113) A chaque fois on prend un phénomène qu'on peut observer partout mais avec un modèle réduit. Par exemple avec l'air, ça peut s'observer autrement qu'avec une bouteille. (142) Ben… simplifié, enfin qu'on peut le manipuler quoi (144) (Adrien) Non mais c'était au format utile, c'était dans le format suffisant pour manipuler quelque chose (148) Non (149) (E.B.) Et c'est important cela de faire des choses, de faire varier les conditions et de voir si on peut trouver la même chose ? Oui, cela permet de généraliser (171) Ca c'est aussi quand on nous demande "à votre avis, qu'est-ce que ça va donner?". Des fois on pense des choses qu'on a entendues depuis toujours alors que ce n'est pas vrai. Ca permet de casser des préjugés. (190) (E.B.) Et on fait comment pour faire ça? Ben on démontre avec des expériences (192) On essaie ce que chacun dit, enfin. Si chacun propose un truc différent, on essaie et on élimine au fur et à mesure. (194) Aux deux on arrive à des connaissances scientifiques. Mais je trouve qu'avec, enfin en manipulant euh nous même et tout c'est plus une démarche scientifique. Enfin, on nous apprend les mêmes choses au final mais enfin c'est tout les deux des

	sciences mais on fait plus une démarche scientifique comme on fait là qu'à un amphi. (208) (E.B.) Est-ce que vous voyez la différence entre dire "plus je mets de quelque chose et plus cela prend de temps" et "plus je mets de sable et plus cela prend de temps"? C'est précis, c'est spécifique. Alors que si on montre avec d'autres matériaux ben on montre que c'est général (296) Oui mais c'est ce qu'on disait aussi. On l'a fait avec, pour l'air on a fait, enfin pour la pression on l'a montré avec le baromètre. On a montré plein d'exemples qui reprenaient ce qu'on avait dit. Et qui validaient ce qu'on disait. (334)

Camille

Début	CS : vocabulaire / démonstration par expérience / cours magistral suivi d'expériences pour mieux comprendre Qlarge : repère la reproductibilité plus ou moins
7/11 Q recours à l'expérience complexité autoréf	Non c'est bien. On introduit le sujet, après les enfants peuvent se poser des questions. Je veux dire avec l'expérience, ils arrivent à y répondre, ils vont faire des expériences. (123) (E.B.) Donc est-ce que ça change le fait que ça soit plus scientifique ou non ? (Estelle) Non on a fait toujours la même chose que ça soit adressé à des grands ou à des enfants. C'est juste peut être le vocabulaire. (202) Donc c'était à chaque fois la même expérience, le même vocabulaire mais quand il y a eu des plus grands, il y a des personnes de seconde-première qui sont venu la voir, ils ont commencé à voir la notion avec la masse et là on est rentré plus dans le scientifique avec... que ils me disaient aussi que à la surface de la main, par rapport à la surface de la main ça changeait donc je trouve que ça rentrait plus dans le scientifique parce qu'on entrait dans une nouvelle notion je veux dire. (235) Ben moi je ne trouve pas que ça a changé ma vision de la science parce que ce qu'on fait c'est une autre méthode. En fait par exemple dans les cours magistraux on pose une question et ce sont les profs qui répondent mais ici c'est nous qui devons chercher, je veux dire c'est nous qui devons chercher en fait. (328) Ben dans les cours magistraux après on peut se poser des questions sur le cours qu'on a eu et là on rentre dans une démarche scientifique aussi. Alors qu'ici on a le temps de se poser des questions et d'y répondre, dans les cours c'est comme ça et pas autrement. (330) Euh dans une classe primaire on voit les maths, le français et les sciences. Je veux dire les sciences ça comprend svt, physique, on nous apprend ça depuis qu'on est petit donc je veux dire on ne se pose plus la question, on sait que c'est la svt et la physique qui sont les deux matières scientifiques. (358)
8/11 Q formulation hypothèse recours à l'expérience	Dans un cours magistral, on nous demande des choses admises, les étudiants n'ont pas le temps de réfléchir au sujet et de se poser différentes questions. Il y a absence de formulation d'hypothèses. Les étudiants ne répondent pas aux éventuelles questions du cours car on ne fait pas d'expériences. Notre démarche d'investigation est la plus scientifique. (38) (E.B.) On va s'arrêter ici. Est-ce que ce qu'on vient de finir on arrive à l'expliquer avec ce qu'on avait formulé tout à l'heure ? Oui car à chaque fois on peut remplacer de l'air par de l'eau ou le contraire. (2603)
9/11 Q recours à l'expérience modélisation formulation d'hypothèse rapport à l'autorité	Moi j'ai dit que chaque expérience, en fait, on se posait une question au préalable pour introduire le sujet. Après on remémorait ce qu'on sait déjà sur le sujet avec, on faisait une liste. Après la liste de nos idées, on a fait des observations, puis on a vérifié en expérimentant et en modélisant et après, on va trouver, on va voir que c'est plus ou moins la même chose, que l'on ne peut pas admettre mais dire si c'est pareil ou pas. Et donc le matin et l'après-midi, on a fait 2 fois la même chose, donc je pense que les deux étaient scientifiques, autant l'une que l'autre. Et après, j'ai dit que, pour la deuxième question, que comme on utilisait des expériences, des modélisations et que l'on formulait des questions et des hypothèses, qu'elles étaient indispensables à la démarche. (149)
10/11	Alors moi j'ai dit que ce n'était pas la même approche pédagogique car on n'avait

Q test hypothèse rapport à l'autorité utilisation d'une généralité objectivité (pas les sens) reproductibilité	pas manipulé individuellement, que la plupart des expériences étaient relatées, je veux dire qu'on ne les a pas faites ici. Et je pense que les questions étaient dirigées dans le sens des expériences déjà faites, donc vous nous avez induit sur des questions... sur des expériences qui étaient déjà faites je sais pas comment... Enfin voilà et je pense que moi j'ai eu une moins bonne compréhension et un moins bon apprentissage. Et après c'était de la science car on a posé un thème et chacun s'est posé des questions, on a réfléchi aux moyens de mise en œuvre et aux expériences que vous nous avez proposées. Et on a prouvé nos hypothèses. Et on a regardé nos résultats pour en déduire les conclusions de l'expérience. (96) Ben les formules comme le calcul sur la pression de l'air. On a vu par rapport à la colonne de mercure qu'il y avait une pression, une pression de l'air exercée et après on en a déduit par rapport à d'autres situations. On a amené d'autres situations aussi. Ben en altitude on a fait avec le tuyau, je ne sais pas comment dire. (98-100) (E.B.) D'accord, et bien on a transféré ce qu'on avait écrit au tableau sur d'autres situations. Et ça pour vous c'est scientifique ? Oui. (E.B.) Euh vous m'avez dit que vous n'aviez pas fait d'expériences individuelles, en quoi c'est important d'en faire ? Ben ça implique la personne, elle s'intéresse à ce qu'elle fait, on la responsabilise. (J.L.) Aussi c'est qu'on a, comme on a plusieurs expériences on peut comparer aussi. On voit que c'est pareil, presque pareil pour tout le monde. [101-108] Alors le plus scientifique on a dit que c'était le bloc 2, celui du milieu parce qu'ils utilisaient la notion de volume. Et le moins scientifique on a pris le bloc 3 parce qu'ils ne se basent que sur les sens, et que ce n'était qu'un point de vue, ce n'était qu'une vision des choses. (958) Double check. (1944) (E.B.) C'est important ? (Adrien) Oui
Bilan Q, formulation hypothèse recours à l'expérience robustesse loi primauté de l'expérience recours à des modèles simplifiés rapport à l'autorité généralisation à partir de plusieurs cas particulier (suite E.B.)	Tout ce qui a été dit c'est vrai (cf. Estelle). Par rapport aux expériences que tout le monde peut faire, ça ne laisse pas quelqu'un de côté qui, comme elle a dit Mariska, qui s'endort. Parce que on se souvient mieux de ce qu'on a fait. Mais après comment dire, pour ce qui est scientifique. Cela part un peu dans tous les sens maintenant. (42) (E.B.) Qu'est-ce que vous en pensez, est-ce que vous sentez une différence entre modèle et expérience ? Pas trop (116) (E.B.) Est-ce qu'on a fait des modèles autrement que quand on a travaillé sur la Lune? Ben Plouf (118) Non mais, je ne sais pas. Faudrait tester avec d'autres, avec les éléments qu'il dit pour vraiment savoir. On ne peut pas, on ne peut pas, oui c'est, on peut. A certains trucs on pourrait dire oui ça va faire la même chose mais à certains trucs non comme le carton je pense pas que cela va faire la même chose. Même pas du tout. Je ne sais pas comment expliquer. (162) (E.B.) Et c'est important cela de faire des choses, de faire varier les conditions et de voir si on peut trouver la même chose ? (Aurélie) Oui, cela permet de généraliser (171) Oui (172) C'est d'un point de vue pédagogique ce que j'ai trouvé bien c'est quand on a posé le sujet, comme la Lune, voir, dire tout ce qu'on savait sur la Lune. Faire une liste des idées qu'on avait déjà sur la Lune en fait. Et on l'a fait plusieurs fois. On l'a fait pour l'ombre, on l'a fait pour la Lune et là on a commencé à le faire pour les changements

	d'état donc... Je pense que c'est une bonne chose de montrer ce que l'on sait déjà pour montrer ensuite si c'est faux ou si c'est vrai. (187) (E.B.) Et on fait comment pour faire ça? (Aurélie) Ben on démontre avec des expériences La modélisation (193) C'est comme ce que l'on a fait pour le système solaire Terre/ Lune, heu Terre/ Soleil. En fait tout le monde était persuadé que la Terre tournait autour du Soleil et là on a vu que cela dépendait du point de vue. Si on était sur le Soleil c'était la Terre qui tournait autour du Soleil et si on était sur la Terre c'était le Soleil qui tournait autour de la Terre. On nous a toujours dit, on a toujours appris que c'était la Terre qui tournait autour du Soleil. (193) Oui mais c'est un modèle réduit, c'est un modèle simplifié. (198) Moi oui, j'avais la même réponse. Tous les deux ils sont scientifiques mais c'est une autre pédagogie, c'est une autre méthode d'approche. Moi j'ai trouvé quand on a commencé à travailler sur la pression, j'ai trouvé que ça ressemblait plus à un cours magistral que quand on a travaillé sur les changements d'état. J'avais l'impression de ça après... Ben l'exp.. on n'a pas fait...C'est comme je dis, moi, c'est, ce qui change le plus, c'est par rapport aux expériences qu'on peut faire nous. Que là c'était des expériences où on nous dit qu'il s'est passé ça ça ça donc qu'est-ce que vous pouvez en déduire? Que quand on le fait nous, on le voit, on voit ah oui il s'est passé cela donc peut-être à cause de ces paramètres, à cause de ces paramètres. Là on nous dit c'est comme cela, on n'est pas dans la situation en fait. On n'est pas... (205) C'est une autre méthode, c'est une autre méthode. (207) (Patrizia) Pour prouver que quelque chose est vrai en général, il faut au moins deux exemples. On ne peut pas avoir un exemple et Oui, Ca peut être un cas particulier (312)

Estelle

Début	CS : démontrer des théorèmes par des expériences Qlarge : reproductibilité, robustesse
7/11 Q recours à l'expérience	Non moi non parce que pour moi la science c'était partir sur des questions et des problèmes et les résoudre par des expériences. Et au final c'est un peu ce que j'ai ressenti pour la fête de la science. C'est-à-dire qu'on a posé une question aux enfants et en expérimentant et testant on les a emmenés à résoudre le problème. (320)
8/11 Q recours à l'expérience formulation d'hypothèses	Ce que l'on a fait était de la science car on a étudié la lune et la relation avec la Terre. On s'est posé des questions et on y a répondu par des expériences et des démonstrations. (4) Un cours magistral n'aurait pas été plus scientifique, au contraire, dans un cours magistral l'enseignant ne nous dit que des faits avec en général des petites démonstrations. Alors qu'en cours classique [cours avec EB] on formule des hypothèses, on manipule et on réfléchit. (6)
9/11 Q recours à l'expérience formulation d'hypothèses	Alors pour la première, je pense que l'air n'était pas plus ou moins scientifique que ce sont qu'on a fait sur le système Terre/Soleil. Les 2 sont de la science, le matin on a fait de la science sur l'astronomie et l'après-midi, on a fait sur l'air et dans les 2 cas, on s'est posé des questions, on a émit des hypothèses et on a fait des manipulations et des expériences pour répondre à ces questions. (141) Et pour la deuxième, on peut dire que l'on fait des sciences au moment où l'on se pose des questions, où l'on met en place un raisonnement logique par expériences ou modélisations pour répondre à ces questions. (143)
10/11	La science elle n'avance pas parce que si on passe notre temps à vérifier ce qu'on fait les personnes avant euh… (168)
Bilan Q recours à l'expérience formulation d'hypothèses	Pour moi la science c'est plus un problème que l'on se pose sur un sujet et on émet des hypothèses et on essaie de répondre à ces problèmes par des démonstrations, quelque chose que l'on peut prouver, qu'on peut démontrer. Comme on a fait avec les manipulations sur les planètes ou l'air ou même l'eau l'après midi pour savoir comment on passait d'un état liquide à un état solide. En manipulant (36)

Adrien

Début	Faire des expériences, rester ludique Qlarge : reproductiblité perçue une fois sur deux.
7/11 Q recours à l'expérience même résultat = reproductibilité Q recours à l'expérience compréhension nouvelle complexité nombre d'hypothèses idée de recherche réelle rapport à l'autorité schématisation et maquettes	(E.B.) Alors est-ce que la scientificité est liée à l'âge ? Ben le niveau de scientificité. (168) Oui voilà on a présenté ça plutôt comme un jeu que comme une démarche d'investigation. (174) Oui mais même si tu ne leur a pas dit ça, même en tournant la phrase sur "comment tu peux faire pour replacer les pions sans les voir ?", ils seraient arrivé à te dire bon ben voilà c'est par rapport au toucher. Il aurait mis sa main dedans et il aurait vu que c'était une expérience du toucher. Moi je continue à dire que c'est scientifique mais ce n'est pas... (182) (Aurélie) Mais nous on ne l'a pas fait en démarche scientifique. Oui mais d'un coté ça peut l'être. (188) Ben il ne faut pas leur dire de toucher. Il faut leur demander comment on replace les pions alors qu'on ne peut pas les voir. (190) Ben il a tenté, il a fait une expérience de toucher et tout ça. (192) Non mais il a du essayer. (194) Il n'y a pas eu de moment où c'était plus scientifique qu'un autre. Enfin on a fait toujours la même chose mais amené de façon forcément différente en fonction de l'âge des enfants. Mais le résultat à la fin c'était toujours le même. Ben c'est-à-dire que l'eau était claire. (205-209) Euh la démarche la plus scientifique à mon avis ça reste l'air ou les ombres parce qu'on les place vraiment face à une situation où il ne comprennent pas vraiment ce qu'il se passe et où à force d'essayer et de poser des questions ils arrivent à une réponse concrète et ils retiennent à peu près. (266) Parce que pour faire du papier, il y avait tout le matériel qui était apporté donc c'est déjà plus facile de faire les liens, rendre l'eau claire c'est pareil, on avait déjà tout sur la table donc pareil les liens c'est beaucoup plus simple à faire. Les petites voitures, ben il y avait tout le matériel. Alors que l'air, ils ont un pot de yaourt et un mouchoir quoi. Donc ils se retrouvent vraiment à toucher, à se poser des questions et à découvrir des choses. Et puis il y a plus d'hypothèses possibles dans l'air et dans l'ombre que dans le reste. (270) Ben pour le moment non je suis toujours incapable de répondre à ce que c'est la science. Ca a changé le rapport hypothèse protocole peut être oui, le regard expérimental. (295) Ben dans une filière normale le protocole est déjà tout fait alors que là on se retrouve à chercher notre propre protocole et compagnie. (297) Ben en fait la démarche scientifique on la fait pas vraiment, on la fait un peu en Terminale mais on ne touche pas vraiment à la démarche scientifique dans d'autres parcours. On ne nous laisse pas chercher. (303) Ben non. Parce que le cours magistral c'est magistral, il y a quasiment tout qui est admis et même quand ce n'est pas admis ils nous mettent un théorème au tableau et voila. Alors que là, en démarche d'investigation c'est nous qui cherchons. (338) Non mais oui c'est la question de l'humanité dont tout le monde se fiche. Enfin je veux dire personne ne sait ce que c'est mais tout le monde en fait. (355) Ben après ça dépend de ce qu'on considère comme étant de la science. (357) Oui mais après on t'apprend qu'il y a les sciences humaines. (361) Et puis après on fait des schémas, des représentations et des maquettes. Et on essaye de savoir si l'astéroïde B bouge trop vers A, si il y a une collision ou non. (369)

	(E.B.) Comment on fait pour savoir ? On va à la montagne, on plante la tente et puis on la regarde. (586) (E.B.) Alors si tu prends un ballon et une balle de tennis est-ce que tu dis que tu vas faire une expérience ? (719) On fait une représentation. (720)
8/11 cohérence externe Q recours à la logique vocabulaire réflexion simplicité et clarté (définition)	A moi ? Alors, ne sachant pas ce que l'on entend par science je suis dans l'incapacité de répondre à cette première question. (24) Non ça je voulais le marquer mais je n'ai pas osé. Non, on analysait une image et on énonçait les questions qui nous traversaient l'esprit. On a cherché par rapport à nos connaissances sur la lumière. On a usé de réflexion et de logique donc on peut considérer ça comme de la science. Et un cours magistral aurait peut être été plus scientifique dans le vocabulaire et dans l'énoncé des démonstrations mais la démarche aurait été moins efficace car dans un cours magistral il n'y a pas de place pour la réflexion personnelle. (26) Euh oui, on a cherché des réponses par rapport à nos connaissances sur la lumière, la réflexion et la logique. (46) (E.B.) Est-ce qu'il y a des choses qui vous permettent d'identifier dans un cas pourquoi c'est de la science et dans l'autre pourquoi c'est de l'histoire et c'est de l'histoire quoi ? Ben le vocabulaire. (54) (E.B.) Pas tout le monde mais pour l'instant, est-ce qu'on considère ce témoignage comme valide ? Qu'est-ce qu'il faudrait pour que ça le soit plus ? Faut prendre une photo. (250) On ne peut pas faire comme tout le monde et dire que c'est comme ça ? C'est les justifications qu'on nous donne tout le temps. (319) Jour, nuit, jour. Le problème avec ça, c'est que ça ne fait pas le jour partout. En faisant comme ça, Singapour reste dans la nuit tout le temps. (714) (E.B.) Alors qu'est-ce qu'on pourrait faire pour essayer de voir si tous ces modèles peuvent fonctionner complètement ? On va à l'astrorama. A la NASA ? (837-839) (E.B.) Il faut au minimum double check. Si il n'y en a qu'un qui n'est pas d'accord, qu'est-ce qu'on fait ? On invalide. (1069) Galilée a dit que la Terre tournait autour du Soleil. (1136) (E.B.) Oui mais est-ce qu'il a démontré des choses pour ça ? Je ne sais pas. Galilée et Copernic, c'est les premiers modèles. (1138) (E.B.) Est-ce que l'on peut éliminer un modèle qui ne nous arrange pas ? Non (1839) (E.B.) Si les deux expliquent de la même façon et qu'il y en a un plus compliqué que l'autre, qu'est-ce qu'on va faire ? (1853) On prend le plus simple. (1854) (E.B.) Et si on a pris le plus simple et qu'on se rend compte qu'à un moment, le plus compliqué explique des choses en plus que celui qui était le plus simple ? (1855) Ni vu ni connu, on change. (1856)

	C'est simple et clair. (2022)
9/11 primauté de l'expérience Q formulation d'hypothèses recours à l'expérience	(E.B.) Ça veut dire quoi pour vous modéliser ? Ben faire une maquette. Pour représenter ce qu'il se passe et pour le voir. Non pour pouvoir le prouver. Enfin espérer le prouver. (62-66) (E.B.) Et si on n'avait pas eu, avec notre modèle, ce qu'on observait sur la Terre, qu'est-ce qu'on aurait fait de notre modèle ? On aurait cherché les erreurs pour modifier les paramètres. (84) Ben le matin et l'après-midi, ça avait le même taux de scientificité parce que dans les deux cas, on utilise la même méthode de travail. Et après, dans les éléments caractéristiques de faire de la science, ben on a fait observation, question, hypothèse, expérience et conclusion ou reformulation si ça ne tombait pas juste. (155) Dans tous les cas, il y a hypothèse et expérience. Hypothèse, expérience, observation, conclusion. (167) Non, des fois, il n'y a pas eu d'expérience. (169)
10/11 recours à l'expérience utilisation de formules reproductibilité rapport aux expériences de pensée et à l'expérience autorité de l'enseignant robustesse généralité d'une définition objectivité (définition) cohérence lexicale primauté de l'expérience	Ben oui parce qu'on a démontré et essayé d'expliquer à partir des faits et on a utilisé des principes de physique pour trouver des solutions. (81) Ben tout ce qui est des formules sur le poids, la pression… (82) Si on lâche tous une boule par terre et qu'il y en a qu'une seule qui remonte c'est qu'il y a un problème. Alors que si il est tout seul et que sa boule remonte on va admettre ce qu'il a fait. (110) En même temps il y en a qui le font, qui passent leur temps à vérifier des trucs. (169) Le problème c'est que tu te retrouves avec 15000 pages juste pour expliquer que quand un objet est lâché il tombe quoi. (172) En même temps la théorie de la relativité elle est sortie sans vraiment d'expérience prouvant quoi. (181) Si on admet que la physique c'est de la science on a fait de la science. (193) Parce que vous êtes le professeur. (198) Ce n'est pas forcément fiable. (211) Il faut faire plusieurs expériences. (213) Mais c'est pas une définition c'est un exemple. Et il ne faut pas donner d'exemple. (896) Alors, la plus scientifique on a décidé que c'était la 2 parce que c'est nous qui l'avons écrite… Non donc la moins scientifique on a pris la 3 parce qu'il y a tout qui se fait par le toucher et que les gaz on les voit et on peut les sentir au toucher. Et que les définitions se basent trop sur une façon empirique, les définitions elles sont vraiment basée sur "par exemple on reconnait un solide en le manipulant". (1007) Mais on se base sur quoi finalement ? Donc pour un demeuré qui ne connait rien la trois elle est bien. Et pour quelqu'un qui connait le volume, la 1. Je ne sais pas comment exprimer ça. (1013) La phrase elle était moche. (1116) Ca veut tout dire et rien dire en même temps. Parce que si on penche la table, c'est un solide, mais voilà il tombe. (1118) Parce qu'on s'est demandé si la purée c'était liquide ou solide. (1121) Oui mais le sable tu peux isoler un grain alors que la purée il faut subdivisé ton truc. (1124) Ca a fondu. Donc ça fait qu'on ne pourra pas reproduire l'expérience. (1556) Ben c'est vous qui nous avez dit qu'il fallait multiplier les expériences pour la fiabilité. (1560) Si je l'ai dit c'est que je suis toujours d'accord. (1562) On peut attaquer le problème par l'autre bout maintenant, et si on mettait de l'eau

	sucrée (1715) On n'a qu'à essayer. (1719) (Camille) Double check. (E.B.) C'est important ? Oui (1946) (E.B.) Voilà, donc je n'ai pas répondu à votre question. Mais dire qu'il n'y a pas d'explication c'était bien aussi. (2094) (E.B.) Donc pourquoi j'ai mis deux plaques ? Pour le faire deux fois. (2119) Les deux sont à température d'ébullition. Et donc on se fie à quelle température ? On peut avoir un troisième thermomètre ? (2181) Que d'après les connaissances que l'on nous avait apportées, et les préjugés sur l'eau qui bout, les thermomètres rouges étaient inexactes. (2444) Parce que de la vapeur on a dit qu'on ne la voyait pas. Et donc si c'est quelque chose qu'on voit c'est de la fumée. (2371)
Bilan recours à l'expérience mise en commun généralités primauté de l'expérience x2 provisoire aspect collectif repérage d'une généralisation	Si on considère que la science c'est répondre aux questions que l'on se pose en les démontrant, on peut dire qu'aujourd'hui ce que l'on a fait c'est de la science puisqu'on a prouvé plusieurs ... principes. On a démontré les réponses de plusieurs questions que l'on se posait et voilà. Après la démarche que l'on suit en cours, ben elle est adaptée au groupe qu'on est. Puisque c'est plus simple de tous manipuler, de tous parler ensemble, débattre, de se poser des questions quand on est sept-huit plutôt que quand on est vingt-cinq. Et voilà. Après on doit dire quoi, si c'est plus scientifique ou non qu'avant? (4) Cela permet d'avoir les idées de chacun, que tout le monde comprenne, cela ne laisse personne dans le flou et puis la personne qui parle elle peut toujours apporter un élément complémentaire voire l'élément qui résout le problème. Après on confronte les idées de tout le monde, on voit celles qu'il y a en commun et compagnie et statistiquement plus ils sont nombreux à dire la même chose et plus on aurait des chances d'avoir la bonne réponse. Même si ce n'est pas toujours le cas d'où le fait qu'on prouve toujours après ce que l'on raconte par une expérience. (17) La liberté de se tromper (77) Ben on est obligé de passer par là de toute manière. Pour avancer. C'est l'apprentissage (81) Que tout le monde observe. Que tout le monde regarde pour vérifier à plusieurs. (98) C'est juste que là on parle par rapport au vécu de la journée parce que c'est ce qui est le plus frais dans notre tête. Non après la modélisation, nous le problème c'est que on tire ça sur à peu près sur le même principe qu'une expérience. Je crois qu'on n'a pas encore tous la notion entre modélisation et l'expérience. Pour nous c'est un peu la même chose. C'est pour cela qu'on fait de l'épistémologie. (114) Ce n'était pas vraiment un modèle, c'était une représentation de l'expérience que Torricelli avait faite. (121) Ben les règles qu'on a sorties c'est quand l'air sort l'eau rentre. Jusque là c'est bon, je ne dis pas de bêtises. Et donc dans la démonstration on n'a pas précisé que c'était avec un seau, une bouteille, un carton. Donc la démonstration elle a été faite indépendamment de l'objet qu'on utilise. (160) Donc c'est bien ce que je disais, on peut généraliser. (173) La plupart des gaz ne se voient pas mais on a prouvé qu'il y a au moins un cas qui faisait exception à la règle et que donc on pouvait pas le garder sur une définition générale (250)

Jean-Luc

Début	
7/11	(E.B.) Comment on fait pour savoir ? Nous on l'a fait avec les élèves, on s'est amusé à faire ça. (587) Ben quand le plan de l'elliptique… Enfin… Nous tout ce qu'on a vu c'est ça, après peut être qu'on peut se tromper évidemment. (935)
8/11 (Q) explication domaine de validité reproductibilité recours à l'expérience documentation provisoire	Alors moi j'ai mis que si la science était le fait d'expliquer le fonctionnement des phénomènes naturels ou de la vie et d'essayer de comprendre leur organisation et les interactions entre ces phénomènes alors nous avons fait de la science étant donné que nous avons mis en évidence des faits, nous les avons reproduits, expliqués par l'expérimentation et nous en avons retiré un principe applicable à d'autre phénomènes similaires. (30) Après en ce qui concerne le cours magistral, le fait de recevoir un enseignement quel qu'il soit sans en prouver la fiabilité n'est pas du domaine de la démarche scientifique. La réalité d'un phénomène scientifique ne peut être validé que par l'expérience qui doit être reproductible à l'infini. Donc un cours magistral qui ne relève pas de cette démarche n'est pas scientifique s'il n'est pas complet : documentation, expérimentation, phénomènes. Cela dit il peut apporter des données scientifiques mais... Ouai, mais là c'est plutôt de la pédagogie. (34) En histoire, l'explication des phénomènes se fait postérieurement. C'est décalé quoi. On essaye d'expliquer un phénomène même historique, de l'évolution. L'histoire on est obligé de laisser se développer le phénomène et les explications ne sont pas d'ordre scientifique, elles sont d'ordre sociologique ou des trucs comme ça. Les mêmes causes n'ont pas les mêmes effets, en sciences les mêmes causes ont les mêmes effets. (57) (E.B.) A Nice, comment on fait pour savoir ? On regarde les ombres tout le temps et on n'a jamais ça. Je l'ai fait avec des élèves, on n'a jamais eu ça. (404) (E.B.) En général, quand on a le choix entre plusieurs solutions, l'une présentant un niveau de complexité plus importante que l'autre, qu'est-ce qu'on a tendance à faire ? A prendre la plus simple. (821) Ça, ça ne peut pas marcher car on aurait le Soleil qui se lèverait alternativement un coup d'un coté et un coup de l'autre. (841) Les précédents, ils ont fait comment ? (1133) (E.B.) C'est des modèles mais est-ce qu'ils ont montré que ce modèle marchait mieux qu'un autre ? Ils n'avaient fait aucune démonstration de ça ? Si, ils ont fabriqué des systèmes. (1140) (E.B.) Ils ont fait comme nous, mais eux ont dit : je préfère ce modèle là à un autre. C'est curieux, ce qu'on observe c'est le point de vue de la Terre. (1634) Choisir un modèle qui m'arrange, est-ce que ça j'ai le droit ? Tant que c'est explicable. (1848) On doit les prendre tous les deux. (1850) Changer d'avis fait partie de la démarche. (1866) Mettre, ça veut tout et rien dire. (2009)
9/11	(E.B.) Donc on l'a admis, vous avez raison. Tout ce que vous dites, on l'a admis sur

recours à l'expérience directe primauté de l'expérience rapport à l'autorité	la base de témoignages réalisés par d'autres personnes. Donc ce sont des observations indirectes. Faudrait mieux vérifier quand même, ce n'est pas plus mal. (43) (E.B.) Espérer le prouver, comprendre. Qu'est-ce qu'on a fait avec notre boule et notre soleil ? On a essayé de vérifier quoi. Les hypothèses qu'on avait... (68, 70) On a essayé de vérifier que sur un modèle, on arrivait à trouver quelque chose d'approchant. (76) On aurait essayé d'en faire un autre, essayé de le modifier. (82) Je n'ai pas écrit mais bon. Alors moi la différence que j'ai vu c'est que le matin et l'après-midi, on n'a pas du tout travaillait sur les mêmes systèmes. On a travaillé à l'échelle sur les planètes, à très grande échelle. Alors qu'après, quand on a travaillé sur l'eau, on est sur un petit... Alors ça, je ne sais pas si c'est plus ou moins scientifique, je n'en sais rien. Mais la différence, c'était ça. Et en plus, on n'a pas tout, on n'a pas vraiment, on a fait des modélisations, on n'a pas vérifié tout comme on aurait dû le faire normalement. (173) Ben on aurait dû vérifier que le Soleil se lève bien à tel endroit, tu vois ce qu'on a dit déjà. Ça c'est une des différences. On a admis des choses parce qu'il y avait des témoignages. Après pour la deuxième question, pour le.. c'était quoi déjà, la démarche, les différences. Ben la différence, c'est ce qu'on disait tout à l'heure, dans le premier cas, on est parti d'une observation d'un phénomène naturel qu'on a essayé d'expliquer et de modéliser. Mais là, on est parti, on n'est pas du tout pareil parce qu'on met un aquarium avec de l'eau et on dit ce qu'on doit faire: "fais ça puis explique moi". La démarche, elle est un peu différente. Ce n'est pas pareil, là on se jette sur une activité on dit voilà, on nous a déjà donné un cadre bien précis, fait ça et après explique moi. Voilà la différence avec le matin où c'est une observation où on se pose nous des questions. Là, on nous pose des questions, ce n'est pas pareil. (175) (E.B.) Donc là, est-ce que notre règle fonctionne encore ? Conclusion, est-ce que notre règle, on la garde telle quelle ? Il faut rajouter un domaine d'expérience et en dehors de ce domaine, ce n'est pas bon. C'est comme un intervalle. (286) (E.B.) D'accord mais est-ce qu'on peut vérifier si notre formule, elle donne la même chose ? On fait le calcul avec de l'eau. (494)
10/11 explication recours à l'expérience rapport au témoignage pas complexité reproductibilité provisoire pas argument d'autorité	Ben ce qui fait que c'était de la science c'est qu'on a essayé d'expliquer un phénomène, on a essayé de valider et de vérifier les réponses. Euh il y a des choses qu'on n'a pas pu vérifier parce qu'on n'a pas pu monter en altitude mais enfin on est parti sur le fait que ça avait été fait. On savait que le paquet de chips gonflait quand on arrivait à la montagne donc ça on l'a vu. (18) Alors est-ce que c'est plus de la science, c'est pareil hein. Ce n'est pas parce que c'est plus compliqué que c'est plus scientifique. Ne pas associer la complexité à, tu vois. Parce que les petits travaux qu'on a faits sur l'eau c'est aussi scientifique que ça. Ce n'est pas parce qu'il y a des formules et que c'est compliqué que... Ca ne change rien. (20) Parce que l'expérience pour la valider il faut la valider un certain nombre de fois. Donc là si on est plusieurs à l'expérimenter c'est bien parce qu'on peut le valider pour tous. Alors l'ennuie c'est quand ce n'est pas validé pour un. Là ça veut dire que soit on refait... Bon c'est un problème qu'on a avec les élèves il y en a toujours un qui n'a pas bien fait l'expérience. (112) Le problème c'est qu'en admettant des choses il y a des gens qui ont prouvé des choses qui étaient à coté de la plaque. Ce qu'on admet aujourd'hui peut être qu'avec d'autres expériences on le remettra en question. (163)

mise en commun/ confrontation test reproductibilité utilisation généralité pas vocabulaire pas argument d'autorité	En même temps elle avance grâce à ça aussi. (171) Mais ça c'est la science elle évolue. (179) Il y a une culture du doute dans la science. Le principe c'est de douter un peu de ce qui a été fait avant. (188) Dans la procédure il faut qu'on soit tous d'accord et que si on découvre par exemple… c'est bien parce que tu nous a fais toucher le truc de la paille, c'était bien parce qu'on s'est aperçu qu'on n'avait pas procédé de la même manière. Ca c'est important aussi. A un moment donné, après avoir essayé, on se dit pourquoi toi t'as bouché pourquoi pas toi. Et après on se dit bon ben on bouche tous. C'est dans la façon de faire l'expérience parce que si on ne fait pas tous de la même manière c'est sur que... (221) (E.B.) Donc se mettre d''accord sur la procédure. Oui ou alors la chercher. Mais après, une fois qu'on a trouvé un truc, se dire bon ben on fait tous pareil. (223) C'est-ce qu'on a vu tout à l'heure dans la seringue, quand le volume augmente, on a dit un truc tout à l'heure sur les gaz. (539) Si on applique le principe… Si on dit que c'est la hauteur, oui on prend la colonne d'eau qui est là, puisque là on est à l'équilibre avec l'air, au dessus forcément la pression est plus faible. On pourrait la calculer la hauteur. (714) Et non parce que si on applique la règle qu'on a appliquée tout à l'heure sur l'eau. Si on dit qu'à la surface de séparation de l'eau et de l'air est à l'équilibre, et si quand on descend la pression augmente, quand on monte dans la colonne d'eau, dès qu'on a dépassé l'horizon, la pression va baisser puisqu'on applique le même principe. (733) Non mais c'est vrai que ce n'est pas très scientifique dans l'expression mais peut être que de manipuler c'est dans les sciences, c'est dans la démarche. Tu te fies à du toucher aussi. Alors c'est vrai que l'histoire du vocabulaire il ne faut pas… On avait dit que c'est pas parce qu'il y avait du vocabulaire qui ressemblait à de la science que c'était scientifique. (1014) (P) Mais vous dites comme ça il faut que vous expliquiez. Ou vous faites voir mais je ne crois pas comme ça. T'as raison. (1842) (E.B.) Si on a dit que la vapeur d'eau était invisible, ce qui sort de la casserole est-ce qu'on va appeler ça de la vapeur d'eau ? On ne peut pas puisqu'on a dit que c'était invisible. (2377)
Bilan refus argument d'autorité provisoire (rôle instit ?) idée simplification du monde recours à l'expérience et à la modélisation provisoire	Moi je pense que la science elle doit être a-dogmatique. Ca veut dire que. Alors ça c'est, c'est un petit peu dur. On doit pas, on ne devrait pas accepter de travailler sur ce qu'on a fait, de dire, bon ben voilà, ça, y a des gens qui l'ont fait on le prend comme... sauf que si l'on se met à tout redémontrer on va avoir des problèmes parce que, on va réinventer chaque fois, on va le refaire chaque fois. Cela dit, l'avantage de reprendre certaines expériences, c'est que c'est comme ça que la science a avancé, un peu en rejetant des dogmes. Est-ce qu'on ne doit pas faire pareil je ne sais pas mais la science a avancé, je reviens à ce que je t'avais dit sur la génération spontanée par exemple, c'est un dogme qui avait été admis donc accepté que les mouches naissent de la viande etc. et pendant un temps cela a été accepté comme une chose certaine et puis il y a des gens qui ont montré que ce n'était pas vrai et que s'il n'y avait pas des mouches avant qui avait fait des œufs, enfin bon voilà. Bon alors, quelque part la science c'est aussi remettre en question ce qui a été fait avant mais bon est-ce que, ce n'est peut-être pas notre rôle de faire ça. Mais les scientifiques ils se doivent de le faire, peut-être, je ne sais pas. C'est ce qu'on disait aussi ce matin sur les particules, par rapport la théorie de la vitesse de la lumière. Bon ben voilà, y en a maintenant qui vont plus vite, ben bon voilà, c'est comme cela que ça avance. Bon ben après je ne sais pas, on a dit tellement de trucs, à propos de ce qui est scientifique ou non, c'est compliqué cela. Si tous les phénomènes qu'on rencontre si on les vérifie, si on essaie de se les représenter, si on essaie de se faire des représentations, des modèles

reproductibilité robustesse loi	ou des... Parce que l'idée après, c'est soi-même, de se créer à soi même une représentation assez simple pour comprendre. Pour essayer d'avoir un peu à soi-même une compréhension de tous les phénomènes heu... On passe forcément par l'expérimentation, par la modélisation, par des tas de choses comme cela. Je ne sais plus. A un moment donné j'ai entendu parler de juste, erreur et tout cela. Moi je ne crois pas qu'il y ait des erreurs dans la science. Ce n'est pas des erreurs, c'est à un moment donné, enfin, des erreurs. Si tu es arrivé à expliquer un phénomène, tu as généralisé abusivement peut-être, alors peut-être tu t'apercevras en reprenant que dans d'autres conditions cela ne se reproduit pas. Donc tu rattrapes donc voilà. Y a as de juste et de faux. Non? non parce que le juste d'aujourd'hui c'est peut-être le faux de demain. Te tromper par rapport à une vérité ? Mais si il y a une vérité... (234) Non mais tu peux te poser la question quoi. Et là tu vas vérifier. Je ne sais pas moi. Ben...Mais c'est pas une erreur. (237) Ben, faudrait la refaire à chaque fois avec. Par exemple si on fait avec le sable, on fait deux fois avec du sable. Avec des plus ou moins grandes quantités et on reproduit avec plus de trucs et ainsi de suite sur plusieurs... quand on a fait une dizaine de matériaux on peut tirer des... y a des chances pour que ça marche (317) Ah ouais, ça fait un plan d'attaque. Je peux? Moi je ne suis pas dans la même situation qu'eux. Ben moi ça a démoli pas mal d'activités que j'avais mises en place. Démoli non, oui mais, ça me fait heu, je suis dans le doute là tu vois, vraiment. Bon, ça permet de revoir pas mal de choses, beaucoup de chose, presque tout d'ailleurs, c'est un peu chiant mais ça fait rien. En tout cas dans la démarche alors là, c'est vrai que cela change complétement mon optique, ça change ma façon de travailler, ça c'est sûr. Je ne sais pas comment cela va être reçu de l'autre côté, on verra bien. Vu que. Les gens avec qui je travaille ont pas forcément fait ce genre de... J'ai fait cela avec une clis entre temps et ça va. (349)

Siméa

Début	CS/ Qlarge :
7/11 explication	Moi je trouve que c'était plus scientifique quand je dois expliquer les choses et laisser les enfants… Je pense qu'ils comprennent mieux quand ils sont en petit groupe. (247)
8/11 Q sur le monde matériel explication recours à l'expérience	Euh, oui pour moi c'était de la science parce qu'on a trouvé des problèmes et on a cherché des questions et des réponses sur des choses du monde. Et nous avons essayé d'expliquer les choses et nous avons fait des expériences, des démonstrations. Et les cours magistraux ne sont pas plus ou moins scientifiques. Un cours magistral c'est le prof qui a fait l'expérience et qui nous explique les choses alors qu'ici c'est nous qui faisons les expériences et cherchons des questions et des réponses. (28)
9/11 Q formulation d'hypothèse recours à l'expérience modélisation	Pour moi, le matin et l'après-midi étaient équivalents. Le matin, nous avons abordé de l'astronomie et essayé de trouver des différents modèles pour expliquent des choses. Et l'après-midi, nous avons fait des expériences et nous avons essayé de poser des questions, construire des hypothèses et donner des réponses. (172)
10/11 autoréf Q	Oui. Pour la première question, aujourd'hui nous avons fait des calculs pour comprendre un fait, ça c'était nouveau pour moi. Autrement je trouve que c'était la même pédagogie que les autres jours encore avec des démonstrations et des observations. Ensuite c'était encore de la science parce que le sujet était encore scientifique et si nous avons abordé avec des questions et tout ça pour moi c'est faire de la science. (26)
Bilan Q aspect collectif recours à l'expérience droit à l'erreur	Pour moi, c'était, c'est plus important que nous avons au début un problème, et on discute avec tout le monde sur ce problème et on essaie de trouver une solution de la même façon que Patrizia dit et Estelle. Avec tous les expériences et... Pour moi c'est très important que tous les gens peuvent dire quelque chose, voir les choses et essaient. Je ne sais pas comment dire. (76) (Adrien) La liberté de se tromper Oui cela c'est très important (78)

Patrizia

Début	CS : question/ autoréf./ solutions générales Qlarge : opportunité, test Expé
7/11 Q explication généralisation recours à l'expérience pour tester idée	(Mariska) Pourquoi on voit les choses comme ça, pourquoi de cette couleur… c'est des sciences. Oui mais on n'a pas demandé pourquoi ils sont capables de le faire on avait demandé de le faire. (173) On n'a pas cherché pourquoi on le sent comme ça. Ce n'était pas la question. (175) (E.B.) Et c'est plus scientifique si on cherche le pourquoi ? Oui (177) Moi parfois j'ai plus insisté sur le pourquoi, sur les réponses. (223) (E.B.) Donc essayer de formuler une explication, d'expliquer les choses… Une explication générale. (227) Ben je trouve que ça c'est plutôt scientifique qu'on essaye de trouver quelque chose qui est toujours comme ça… Euh… (229) On peut faire avec l'air dans le pot. Le mouchoir reste sec mais ça veut dire aussi alors que je peux mettre une boite sur ma tête et aller sous l'eau et je peux souffler parce que j'ai de l'air. C'est le fait de trouver une solution et de voir que c'est valable pour plusieurs situations dans la vie. C'est généralisé un peu. Je ne sais pas si vous comprenez. (231) Si tu te pose une question, si tu aimerais faire du beurre, tu ne sais pas comment, mais tu sais que le beurre c'est fait avec du lait alors peut être que tu as une idée et puis tu essayes et puis tu fais des sciences. (351)
8/11 Q vérification, chercher une réponse	Hum, pour moi c'est de la science car on s'est posé des questions sur un phénomène naturel puis on a cherché une réponse. Et on a essayé de vérifier et prouver pourquoi c'est comme ça. Et puis non pour moi un cours magistral n'aurait pas été plus scientifique, c'est seulement sur un autre niveau et peut être de façon plus détaillé. (18) (E.B.) Vous êtes, par exemple en centre de loisirs ou à l'école et il vous dit ça. Il faut apporter des preuves. (317) (E.B.) Ils ont fait comme nous, mais eux ont dit : je préfère ce modèle là à un autre. Ils n'étaient pas surs à 100 % ? (1142)
9/11 Q vérification, chercher une réponse	À mon avis, ni le matin, ni l'après-midi étaient plus scientifiques. On a toujours travaillé de la même façon c'est à dire qu'on s'est posé des questions et on a essayé de trouver une réponse prouvée. Et la deuxième, je n'ai pas bien compris. (147)
10/11 formulation d'hypothèses recours à l'expérience rapport à l'autorité provisoire refus	Alors on est parti avec les observations de l'autre et les autres jours, on a d'abord formulé des hypothèses et puis on a essayé l'expérience après. (136) Et puis pour moi c'était de la science car on a essayé de prouver des hypothèses. (142) (E.B.) Qu'est-ce que vous en pensez ? Alors il y a des sciences où l'on admet des choses et des sciences où on n'admet pas des choses ? Non ça ne dépend pas de la science. Ca dépend de ce que l'on sait déjà, ce que l'on a déjà fait, ça peut être dans la physique mais ça peut être aussi dans la biologie. (148) Ca dépend si l'on sait déjà des choses, on admet seulement si on sait des choses, si on ne sait rien on ne peut pas… Oui on peut admettre des choses mais cela ne dépend pas de la science. Je trouve. (150) Les choses qu'on a admises hier c'était des choses que quelqu'un avant avait déjà prouvées. On a admis que le mercure avait un poids de… et il y avait avant quelqu'un qui l'a prouvé. (161) Mais il y a des personnes qui cherchent encore et encore et qui essayent encore de

argument autorité	prouver les choses que normalement on admet. (180) Oui c'est seulement pour montrer que euh on admet que les choses qui sont prouvées mais on ne peut jamais euh… (185) (E.B.) On ne peut jamais être sûr à 100% c'est ça ? (186) Oui. (187) Et on ne peut pas dire ces choses là : on peut toujours admettre et ces choses là jamais. (189) (E.B.) Vous avez dit que la troisième phrase manque de précision en terme de cohérence c'est ça ? Et que la première, une fois posé il ne bouge pas qu'est-ce que vous disiez ? Ce n'est qu'un aspect de la matière. Ca ne suffit pas. (967) (E.B.) Je vais y répondre après. Mais là, la question c'est, vous me faites confiance ? Mais vous dites comme ça il faut que vous expliquiez. Ou vous faites voir mais je ne crois pas comme ça. (1841)
Bilan refus argument autorité mise en commun opportunité rapport à l'autorité généralisation à partir de plusieurs cas	Pour moi c'est très important que vous avez jamais dit ça c'est faux ça c'est juste. Vous avez toujours posé des questions jusqu'au moment où nous avons justifié ou nous avons dit ça c'est faux ça c'est juste. Cette idée là non ou on retient cette idée. Mais ce n'est jamais vous qui avez décidé "ça ne va pas", c'est toujours nous qui avons décidé par exemple pourquoi ça ne va pas, à cause de votre question. Et je trouve que c'est très important parce qu'on était toujours convaincu, qu'on avait tous la même idée. (66) Ouais, et on a toujours discuté jusqu'au moment où on était d'accord. C'était très important (68) Oui, que ce n'est pas moi qui dis "Ah non vous vous trompez" mais vous avez toujours su quand nous nous trompions mais vous n'avez jamais dit cela. Vous avez posé des questions d'une façon que nous avons réalisé que ah nous nous trompions. (70) Moi je dirais, qu'ils n'oublient pas la question. Lorsqu'ils cherchent, répéter plusieurs fois alors c'était quoi la question. Et est-ce qu'on peut trouver la réponse en faisant cela ou cela. (94) Mais il y avait un autre qui a déjà ??? Alors c'est quand même prouvé mais pas de nous. Je crois que c'est prouvé… non mais… (217) (Eric) Comment le sais-tu? (218) Je ne sais pas (219) Pour prouver que quelque chose est vrai en général, il faut au moins deux exemples. On ne peut pas avoir un exemple et ... (311)

ANNEXE 6.J.

Transcription du bilan du groupe 45

Bilan lors du dernier cours des étudiants de L2 du parcours Sciences et culture 2011-2012, en fin de journée après une semaine massée de cours à l'IUFM de Nice, centre Stephen Liégeard.

1	EB	On passe au bilan. Alors, donc si on recoupe ce que l'on a fait ensemble. Avant cette semaine, on a fait un certain nombre de démarches d'investigation faites par les L3 et sur le jardin des sciences. Cette semaine on a travaillé sur la Lune, je vous ai emmenés sur la Lune. Ensuite on a travaillé à partir d'observations avec de gros guillemets pour reconstruire le système Terre/Soleil. On a vu qu'on avait plusieurs choix et on a construit la notion de point de vue. Ensuite on a travaillé sur l'air. Au début ce que l'on a fait c'est que l'on a repris les expériences que vous aviez faites pour le jardin des sciences, c'est ce que Patrizia avait fait. On a retravaillé sur les formulations, on a fait tourné des phrases. Et puis hier on a travaillé sur ...
2	Adrien	La pression
3	EB	sur la pression. On a mis en place cette notion et on a continué aujourd'hui et on a dit comment on pouvait redire les choses de cette façon là et puis ensuite on est passé sur des définitions des différents états solide, liquide gaz. Et finalement, on est passé sur les changements d'états. Ca va? C'est dans votre tête? Alors je vous pose la question rituelle : est-ce que ce que l'on a fait là, c'était de la science et pourquoi, comment. Et est-ce qu'il y a, je vais parler de bonnes pratiques, est-ce qu'il y a pour vous des choses qui font qu'une pratique est meilleure qu'une autre et qui font finalement que quelque chose est de la science ou non. Alors, qui veut se lancer?
4	Adrien	bon ben j'y vais. Si on considère que la science c'est répondre aux questions que l'on se pose en les démontrant, on peut dire qu'aujourd'hui ce que l'on a fait c'est de la science puisqu'on a prouvé plusieurs ... principes. On a démontré les réponses de plusieurs questions que l'on se posait et voilà. Après la démarche que l'on suit en cours, ben elle est adaptée au groupe qu'on est. Puisque c'est plus simple de tous manipuler, de tous parler ensemble, débattre, de se poser des questions quand on est sept-huit plutôt que quand on est vingt-cinq. Et voilà. Après on doit dire quoi, si c'est plus scientifique ou non qu'avant?
5	EB	Alors est-ce que vous repérez dans ce que l'on a fait des choses qui sont plutôt des bonnes pratiques ou qui n'en était pas ou en était moins?
6	Adrien	Euhhhhhh. Ben je ne sais pas, je ne vois pas vraiment où vous voulez en venir puisqu'on a tout le temps à peu près, on s'est tout le temps dirigé de la même façon, on a à peu près...
7	EB	Comment vous caractériseriez ce que l'on a fait
8	Adrien	Soit on part d'une situation donnée, soit on part d'une situation qu'on se donne en observant un fait ou une expérience. Après on se pose des questions sur ce qui paraît le plus réaliste sur les causes qui nous posent problème et après on essaie de le prouver d'une autre façon.
9	EB	Vous avez un exemple?
10	EB	Un exemple…Ben oui, il y a ce que l'on a fait sur la pression, ce que l'on a fait ce matin. Même si on n'a pas prouvé réellement, démontré réellement par les calculs et tout ça, on en est arrivé jusqu'à la phase des calculs et c'était une démonstration mine de rien.
11	EB	Les autres ?
12	Mariska	Moi aussi je trouve que c'était de la science parce que là par exemple pour l'histoire des bulles, on s'est demandait ce qu'il se passait, on a cherché ce que cela pouvait être et on a regardé si cela correspondait avec le phénomène qu'on voyait. Par exemple, il y a quelque chose qui s'échappe de l'eau et en effet parce qu'à la fin il y avait moins d'eau quand on regardait après l'ébullition, il n'y avait plus 500 ml, il y avait 200 ml. Donc au bout de la xxx, on a trouvé que c'était de la science. Après au niveau de la démarche pédagogique, faire manipuler tout le monde c'est bien parce que sinon y en a toujours un qui dort - enfin qui attend qu'on fasse pour lui. Et écouter les idées de chacun cela nous permet de nous rendre compte que des fois ce que l'on dit c'est faux et des fois si

		on est avec un grand groupe ben on n'a pas forcément le temps de dire ce que l'on pensait et on ne peut pas nous dire pourquoi c'était faux et on ne comprend pas. Donc ça c'est ...
13	Adrien	Ce qui fait qu'on n'arrive pas à finir les cours. Ben oui, Tout le monde donne son avis, puisqu'on est que 7, 8. Tout le monde parle.
14	EB	Alors en quoi c'est important ou pas?
15	Adrien	J'vais pas parler d'importance
16	EB	.. De prendre le temps de cela…
17	Adrien	Cela permet d'avoir les idées de chacun, que tout le monde comprenne, cela ne laisse personne dans le flou et puis la personne qui parle elle peut toujours apporter un élément complémentaire voire l'élément qui résout le problème. Après on confronte les idées de tout le monde, on voit celles qu'il y a en commun et compagnie et statistiquement plus ils sont nombreux à dire la même chose et plus on aurait des chances d'avoir la bonne réponse. Même si ce n'est pas toujours le cas d'où le fait qu'on prouve toujours après ce que l'on raconte par une expérience.
18	EB	donc ce qu'il y a derrière ce que dit Adrien si je comprends bien c'est que quoiqu'il y ait d'affirmer, est-ce qu'on l'accepte même si c'est statistiquement important.
19	Adrien	non
20	EB	cela c'est important?
21	Adrien	ben de répondre juste, oui
22	EB	Cela veut dire qu'il peut y avoir 7 personnes sur 8 qui disent une chose et puis que ce ne soit pas la bonne
23	Aurélie/ Camille	Oui, totalement.
24	Camille	C'est l'exemple de la balle ce matin qu'avait fait Adrien. Si tout le monde voit la balle qui monte et
25	Aurélie	C'est l'inverse
26	Adrien	enfin, là c'est plutôt le contraire. Si y a toutes les balle qui montent sauf une qui descend c'est pas forcément parce qu'il n'y en a qu'une qui descend que c'est faux.
27	Mariska	Au niveau de la pédagogie, on répète beaucoup la même chose. Et souvent la fin des phrases vous ne la finissez pas pour qu'on dise le mot qui faut. Et ça s'est bien parce que cela nous le rend vraiment en tête quoi. Cela nous permet de comprendre
28	EB	Estelle qui est toujours très silencieuse
29	Estelle	C'est vrai que de pouvoir manipuler cela rentre mieux dans nos têtes déjà, on s'en souvient plutôt que de gratter ou de dire voilà y a certaines personnes qui ont fait telle expérience et ils ont observé cela. Si nous on manipule et on voit par nous mêmes on s'en rappelle mieux.
30	Eric	Pourquoi est-ce que c'est scientifique cela ? Tu fais du piano ou du dessin, tu as les mains dans la peinture ou sur le clavier et pour le coup on est en art et tu ne XXX
31	Adrien	Après l'art et la science, la relation ce n'est pas forcément différent. Puisque l'art c'est une expression qui peut être considérée comme une science intellectuelle. Enfin, une science pas forcément intellectuelle mais une science artistique quoi.
32	Eric	???
33	Adrien	Ben le problème de la science c'est ça. C'est que comme on n'a jamais eu de définition claire de ce qu'est la science on ne peut pas vraiment
34	EB	Est-ce qu'on ne peut pas en construire une avec tout ce que l'on a fait?
35	Adrien	Peut-être qu'il n'y en a pas ouais, c'est cela
36	Estelle	Pour moi la science c'est plus un problème que l'on se pose sur un sujet et on émet des hypothèses et on essaie de répondre à ces problèmes par des démonstrations, quelque chose que l'on peut prouver, qu'on peut démontrer. Comme on a fait avec les manipulations sur les planètes ou l'air ou même l'eau l'après midi pour savoir comment on passait d'un état liquide à un état solide. En manipulant
37	??? Estelle/ Mariska?	En manipulant. On a prouvé en cours que c'était possible.
38	EB	Que c'était possible quoi ?
39	???	Non, je me perds un peu. Que toutes les questions que l'on se pose, tout cela. Par exemple la Terre tourne. Enfin, on l'a prouvé par rapport à ce que l'on voyait nous. Et on est parti de ce que l'on voyait et en manipulant, en cherchant, on a réussi à le modéliser.

40	EB	Aurélie ?
41	Aurélie	Non, j'écoute
42	Camille	tout ce qui a été dit c'est vrai. Par rapport aux expériences que tout le monde peut faire, ça ne laisse pas quelqu'un de côté qui, comme elle a dit Mariska, qui s'endort. Parce que on se souvient mieux de ce qu'on a fait. Mais après comment dire, pour ce qui est scientifique. Cela part un peu dans tous les sens maintenant.
43	EB	Si vous vous mettiez à ma place. Et que vous aviez des étudiants comme vous êtes. Quand vous allez intervenir avec eux, quand vous allez faire des choses avec eux, à quoi vous allez être attentifs pour dire, tiens ce que je vais faire là, je vais faire attention, pour faire des sciences je vais faire attention à telle chose, telle chose quand je vais intervenir avec eux
44	Aurélie	aux idées de tout le monde
45	EB	si vous vous rédigez un pense-bête de ce à quoi vous allez faire attention, de ce que vous ne laisserez pas passer quand vous serez avec les étudiants, vous écririez quoi?
46	Aurélie	Prendre les idées de tout le monde
47	EB	Prendre les idées de tout le monde?
48	Aurélie	Par exemple, j'ai remarqué à chaque fois qu'on dit quelque chose vous reprenez ce qu'on dit en essayant de le reformuler bien pour ne pas laisser une idée de côté même si elle est fausse. Essayer de la démontrer, de démontrer que c'est faux
49	EB	Donc, de ne pas laisser une idée de côté, on fait une liste là
50	Mariska	Faire avancer toutes les expériences en même temps. Parce que par exemple si y en a qui avancent plus vite que les autres ils vont commencer à s'ennuyer, à faire n'importe quoi. On voyait Adrien au bout d'un moment il se dissipait un petit peu. Et puis il faisait un peu autre chose. Donc de gérer un peu tout le monde, parce qu'il est grand il sait ce qu'il fait mais les petits.
51	EB	C'est plus facile.
52	Adrien	Faut m'amener des légos et j'embêterai plus personne
53	EB	Donc faire en sorte que les expériences avancent à peu près au même rythme, cela c'est d'un point de vue très pédagogique
54	Aurélie	Faire en sorte que tout le monde réussisse l'expérience
55	EB	Qu'est-ce que vous voulez dire par là?
56	Aurélie	Par exemple quand ils avaient raté l'expérience (rmq : air fin de séance), vous les avez aidés à la refaire. En fait tout le monde l'a refaite pour retrouver, pour qu'on ait tous les mêmes résultats.
57	EB	OK, et comment on a fait cela?
58	Aurélie	Ben on a refait et on a remis en place étape par étape pour qu'on suive bien chaque étape, la même. Qu'on ne fasse pas chacun de son côté l'expérience différemment.
59	EB	Pour s'assurer que
60	Aurélie	que les étapes sont suivies enfin
61	EB	Que si on fait la même chose, tout le monde fasse
62	Aurélie	la même chose
63	EB	Et c'est important pour quoi?
64	Aurélie	Ben pour nos résultats. Parce que sinon il y en a qui vont trouver des choses différentes donc on ne saura pas laquelle est juste. On ne saura pas quel paramètre a varié. On ne saura pas le résultat.
65	EB	on met cela sur la liste.
66	Patrizia	Pour moi c'est très important que vous avez jamais dit ça c'est faux ça c'est juste. Vous avez toujours posé des questions jusqu'au moment où nous avons justifié ou nous avons dit ça c'est faux ça c'est juste. Cette idée là non ou on retient cette idée. Mais ce n'est jamais vous qui avez décidé "ça ne va pas", c'est toujours nous qui avons décidé par exemple pourquoi ça ne va pas, à cause de votre question. Et je trouve que c'est très important parce qu'on était toujours convaincu, qu'on avait tous la même idée.
67	EB	donc le fait d'être plusieurs et
68	Patrizia	Ouais, et on a toujours discuté jusqu'au moment où on était d'accord. C'était très important
69	EB	donc vous feriez attention à cela
70	Patrizia	Oui, que ce n'est pas moi qui dis "Ah non vous vous trompez" mais vous avez toujours su quand nous nous trompions mais vous n'avez jamais dit cela. Vous avez posé des questions d'une façon que nous avons réalisé que ah nous nous trompions.

71	EB	vous avez un exemple?
72	Patrizia	Oui, aujourd'hui avec les bulles, Mariska a dit que ce sont des bulles de l'eau et vous avez pas dit ah non c'est pas possible, vous avez posé des questions jusqu'au moment où on s'est dit, ah non, c'est pas possible.
73	EB	d'oxygène
74	Mariska	Ah oui c'est vrai avant de dire que c'était des bulles d'eau, j'avais dit…
75	EB	Vous avez ressenti la même chose ou pas ? vous pensez aussi que c'est qq chose à quoi il faut faire attention. Quoi d'autre encore?
76	Siméa	Pour moi, c'était, c'est plus important que nous avons au début un problème, et on discute avec tout le monde sur ce problème et on essaie de trouver une solution de la même façon que Patrizia dit et Estelle. Avec tous les expériences et... Pour moi c'est très important que tous les gens peuvent dire quelque chose, voir les choses et essaient. Je ne sais pas comment dire.
77	Adrien	La liberté de se tromper
78	Siméa	Oui cela c'est très important
79	Adrien	C'est la liberté de se tromper dont elle parle.
80	EB	Vous étiez libre de vous tromper?
81	Adrien	Ben on est obligé de passer par là de toute manière. Pour avancer. C'est l'apprentissage
82	Mariska	Tant qu'on comprend après. Tant qu'on comprend après pourquoi on s'était trompé.
83	EB	Est-ce que vous avez tous vécu cela, est-ce que vous avez senti cela, vous pensez que cela sera important à faire passer?
84	Aurélie	Oui parce que si l'on dit c'est faux direct, plus personne n'osera dire de réponse
85	Camille	Même on est dévalorisé. Quand on dit ça s'est faux, tu as pensé cela c'est faux, on veut plus parler.
86	Adrien	Vous êtes d'un pessimisme
87	Camille	Non mais c'est vrai, quand tu dis à un gamin t'as faux, t'as faux
88	Adrien	Tu dis pas à un gamin t'as faux, tu lui dis T'es Nul !
89	EB	Quand on a fait des expériences et quand vous ferez des expériences avec les enfants, est-ce qu'il y a des choses auxquelles vous serez particulièrement attentifs ou pas, au niveau des expériences?
90	Adrien	Ben la façon de manipuler, ce qu'ils font quoi
91	Camille	Surveiller
92	Adrien	Surveiller le rythme des expériences
93	EB	On l'a déjà dit cela
94	Patrizia	Moi je dirais, qu'ils n'oublient pas la question. Lorsqu'ils cherchent, répéter plusieurs fois alors c'était quoi la question. Et est-ce qu'on peut trouver la réponse en faisant cela ou cela.
95	EB	Donc éviter l'éparpillement et vérifier que ce qu'ils cherchent c'est bien de répondre à la question. En termes de méthode, quand ils vont faire des choses, est-ce qu'il y a des choses auxquelles on doit être vigilants?
96	Mariska	Oui déjà pour la sécurité
97	EB	Oui. Alors, on va dire que ce sont des grands et qu'on n'a pas ces problèmes là. Donc, par exemple moi par rapport à vous, à quoi j'étais vigilante quand on travaillait, quand on a fait des manips ensemble ?
98	Adrien	Que tout le monde observe. Que tout le monde regarde pour vérifier à plusieurs.
99	Aurélie	Que tout le monde ait compris.
100	EB	Ce n'est pas au même niveau. Que tout le monde ait compris c'est en termes de pédagogie, que tout le monde observe c'est en termes de méthode. Maintenant on parle en termes de méthode.
101	Mariska	Que l'on ne regarde pas que notre expérience mais aussi celles qui sont autour de nous.
102	EB	Cela a été le cas, ça? (oui unanime)
103	Adrien	Ben après, y avait que deux casseroles, on était côte à côte donc forcément. Par contre pour la queue d'Ysengrin, enfin à part se marrer en rigolant un peu pour dire mon bol se refroidit plus vite que le tien on n'a pas vraiment échanger nos résultats
104	Aurélie	Ben si on a dit chacun son tour
105	Adrien	Oui à la fin
106	Aurélie	Oui

107	Adrien	Pas pendant l'expérience en elle-même
108	EB	Donc on a partagé les résultats, échangé sur ce qu'on obtient
109	Eric	Je compare sur le statut des expériences, des manips. Est-ce que cela veut dire que les séquences que vous avez faites sur la Lune par exemple où il est difficile d'expérimenter étaient moins scientifiques?
110	Adrien	Non pas du tout
111	Aurélie	Non on a fait des modèles, on a fait des
112	Adrien	modélisations
113	Aurélie	on a fait des modélisations. Donc on a quand même fait des choses, c'était quand même scientifique.
114	Adrien	C'est juste que là on parle par rapport au vécu de la journée parce que c'est ce qui est le plus frais dans notre tête. Non après la modélisation, nous le problème c'est que on tire ça sur à peu près sur le même principe qu'une expérience. Je crois qu'on n'a pas encore tous la notion entre modélisation et l'expérience. Pour nous c'est un peu la même chose. C'est pour cela qu'on fait de l'épistémologie.
115	EB	Qu'est-ce que vous en pensez, est-ce que vous sentez une différence entre modèle et expérience ?
116	Camille	Pas trop
117	EB	Est-ce qu'on a fait des modèles autrement que quand on a travaillé sur la Lune?
118	Camille	Ben Plouf
119	Adrien	Et puis il y a eu le travail sur la pression. Les schémas que l'on a faits au tableau.
120	EB	mm en quoi est-ce que c'était un modèle ?
121	Adrien	Ce n'était pas vraiment un modèle, c'était une représentation de l'expérience que Torricelli avait faite.
122	Aurélie	Les voitures à air comprimé c'était un modèle.
123	EB	Les voitures à air comprimé c'était des modèles de quoi ?
124	Aurélie/ Adrien	D'une voiture
125	EB	Est-ce que cela ressemblait à des vraies voitures ?
126	Aurélie	Oui
127	EB	Oui, En quoi ?
128	Aurélie	Y avait quatre roues et une carrosserie.
129	Adrien	et un énorme ballon devant le passager sur le pare-brise.
130	EB	donc le modèle de voiture ressemblait à une voiture. Et les modèles que vous utilisez pour la Lune ?
131	Mariska	Ca ressemble à une Lune
132	EB	Ca ressemble à une Lune?
133	Mariska	C'était une petite boule (rire)
134	Adrien	Gros amas de matériel dans l'espace qui forme un objet plus ou moins sphérique
135	Eric	Il me semble qu'hier j'ai fait tourné un playmobil autour d'un stylo et cela ne ressemblait plus tellement à la Lune
136	Mariska	Oui
137	Aurélie	Oui mais cela représentait quand même la Lune, on a dit que c'était la Lune
138	Camille	oui mais si on nous dit que c'est la Lune…
139	Mariska	si on définit…
140	Adrien	c'est l'avantage des modèles. Si on dit qu'un chien c'est un cheval et pour la représentation cela sera un cheval.
141	EB	Ah, j'ai une petite question concernant notre travail sur l'air. On a travaillé avec des bouteilles, des verres et à chaque fois… allez-y
142	Aurélie	A chaque fois on prend un phénomène qu'on peut observer partout mais avec un modèle réduit. Par exemple avec l'air, ça peut s'observer autrement qu'avec une bouteille
143	Eric	Qu'est-ce que tu entends par réduit?
144	Aurélie	Ben… simplifié, enfin qu'on peut le manipuler quoi
145	Adrien	de taille adéquate
146	Eric/EB	Ce n'est pas la même chose.

147	Aurélie	non mais, je ne sais pas
148	Adrien	non mais c'était au format utile, c'était dans le format suffisant pour manipuler quelque chose
149	Aurélie	Non
150	Eric	Tu parles de la taille alors qu'Aurélie parlait du nombre de paramètres
151	EB	elle parlait de simplifier
152	Adrien	Ahh. Pardon, j'ai mal compris
153	EB	alors sur l'air par exemple, est-ce que vous avez quelque chose qui avait un lien avec cela?
154	Adrien	On n'a pas vraiment simplifié le principe, je ne sais pas. Je veux dire à part les formes utilisées oui.
155	Aurélie	(simultanée) Ben si on a pris une bouteille et un…
156	Adrien	Je veux dire qu'on utilise un seau ou une bouteille cela revient au même
157	EB	Est-ce qu'on en est sûre de cela?
158	Adrien	Ben au niveau des… L'eau rentre quand de l'air sort. Si le seau est étanche et qu'il n'a pas de trous normalement cela fait la même chose. Vu qu'on a tiré des démonstrations qui étaient indépendantes de l'objet utilisé.
159	EB	On l'a fait cela?
160	Adrien	Ben les règles qu'on a sorties c'est quand l'air sort l'eau rentre. Jusque là c'est bon, je ne dis pas de bêtises. Et donc dans la démonstration on n'a pas précisé que c'était avec un seau, une bouteille, un carton. Donc la démonstration elle a été faite indépendamment de l'objet qu'on utilise.
161	EB	Je vous ai vu sourciller
162	Camille	Non mais, je ne sais pas. Faudrait tester avec d'autres, avec les éléments qu'il dit pour vraiment savoir. On ne peut pas, on ne peut pas, oui c'est, on peut. A certains trucs on pourrait dire oui ça va faire la même chose mais à certains trucs non comme le carton je pense pas que cela va faire la même chose. Même pas du tout. Je ne sais pas comment expliquer.
163	Adrien	Il ne faut pas sous-estimer le carton
164	EB	Est-ce qu'on l'a vu avec plusieurs matériaux?
165	Adrien	On a utilisé le pot en verre et la bouteille en plastique
166	EB	Est-ce qu'on l'a juste fait avec la bouteille en verre et la bouteille en plastique?
167	Aurélie/Camille	Non, on l'a fait avec plein de choses différentes
168	Adrien	Avec quoi d'autre?
169	Aurélie	Ben je ne sais pas, enfin à chaque fois on a pris. Par exemple on l'a fait avec le baromètre mais avant on l'a fait autrement. Enfin, pour obtenir le même résultat mais avec des choses différentes.
170	EB	Et c'est important cela de faire des choses, de faire varier les conditions et de voir si on peut trouver la même chose ?
171	Aurélie	Oui, cela permet de généraliser
172	Camille	Oui
173	Adrien	Donc c'est bien ce que je disais, on peut généraliser.
174	Camille	Oui mais, le pot en verre ce n'est pas un carton
175	Adrien	Ah avec le carton cela pourrait marcher
176	EB	Vous pensez à quoi comme carton ?
177	Adrien	Je ne sais pas. Si on prend un tube en carton de papier toilettes et qu'on ferme l'ouverture du haut. Enfin, un côté, que l'on bouche un côté et qu'on le baisse normalement cela devrai marcher. Ou avec un gobelet en carton tout simplement
178	Patrizia	Je ne crois pas. Puisque c'est pas
179	Adrien	Un gobelet en carton
180	Camille	Oui mais il est plastifié le gobelet en carton
181	Adrien	Pas tous. Faudrait essayer. Non, mais on peut faire plein de trucs avec le carton alors pourquoi on ne pourrait pas faire cela?
182	Estelle (accord des autres)	Patrizia a l'air de dire que le carton dans l'eau va devenir tout ramollo et que cela va changer des choses et que cela va être plus compliqué d'observer.

183	Adrien	C'est vrai, on ne l'a pas précisé dans notre théorème que le carton ça ne marchait pas donc euh.
184	EB	Est-ce que c'est important
185	Patrizia	Le carton laisse passer l'air…
186	EB	Là on part sur autre chose…
187	Camille	C'est d'un point de vue pédagogique ce que j'ai trouvé bien c'est quand on a posé le sujet, comme la Lune, voir, dire tout ce qu'on savait sur la Lune. Faire une liste des idées qu'on avait déjà sur la Lune en fait. Et on l'a fait plusieurs fois. On l'a fait pour l'ombre, on l'a fait pour la Lune et là on a commencé à le faire pour les changements d'état donc... Je pense que c'est une bonne chose de montrer ce que l'on sait déjà pour montrer ensuite si c'est faux ou si c'est vrai.
188	EB	Donc par rapport à ce qu'on sait, il faut savoir si c'est faux ou si c'est vrai et…
189	Camille	nos préjugés quoi, nos préjugés sur la chose.
190	Aurélie	Ca c'est aussi quand on nous demande "à votre avis, qu'est-ce que ça va donner?". Des fois on pense des choses qu'on a entendues depuis toujours alors que ce n'est pas vrai. Ca permet de casser des préjugés.
191	EB	Et on fait comment pour faire ça?
192	Aurélie	Ben on démontre avec des expériences
193	Camille	La modélisation
194	Aurélie	On essaie ce que chacun dit, enfin. Si chacun propose un truc différent, on essaie et on élimine au fur et à mesure.
195	Camille	C'est comme ce que l'on a fait pour le système solaire Terre/ Lune, heu Terre/ Soleil. En fait tout le monde était persuadé que la Terre tournait autour du Soleil et là on a vu que cela dépendait du point de vue. Si on était sur le Soleil c'était la Terre qui tournait autour du Soleil et si on était sur la Terre c'était le Soleil qui tournait autour de la Terre. On nous a toujours dit, on a toujours appris que c'était la Terre qui tournait autour du Soleil.
196	Aurélie	Oui mais ça, ce n'est pas faux.
197	Adrien	Là c'est en simplifiant, parce que moi je ne suis toujours pas convaincu que les deux c'est la même chose. Parce qu'il y a les orbites des autres planètes après à rendre compte après. Sur la modélisation je suis d'accord que les deux se valent mais après dans le système solaire, il n'y a pas que la Terre et le Soleil.
198	Camille	Oui mais c'est un modèle réduit, c'est un modèle simplifié.
199	EB	??? Je pense qu'ils en reparleront avec toi (à Eric).
200	Patrizia	Pour moi c'était toujours plus facile quand on a fait quelque chose en lien, quelque chose qu'on observe tous les jours. Alors euh avec le paquet de chips c'est beaucoup plus facile d'imaginer que si on dit seulement, non je ne sais pas, quelque chose que l'on n'utilise jamais
201	EB	Donc des observations vécues xxx
202	Eric	Tu dis que c'est plus facile. Mais pour revenir en termes de scientificité, est-ce que c'est plus ou moins scientifique. Est-ce qu'un cours de ce genre est plus scientifique qu'un cours magistral?
203	Patrizia	non, ce n'est pas, ce n'est pas plus ou moins scientifique pour moi. C'est l'impression.
204	Eric	Camille tu voulais dire
205	Camille	Moi oui, j'avais la même réponse. Tous les deux ils sont scientifiques mais c'est une autre pédagogie, c'est une autre méthode d'approche. Moi j'ai trouvé quand on a commencé à travailler sur la pression, j'ai trouvé que ça ressemblait plus à un cours magistral que quand on a travaillé sur les changements d'état. J'avais l'impression de ça après... Ben l'exp.. on n'a pas fait...C'est comme je dis, moi, c'est, ce qui change le plus, c'est par rapport aux expériences qu'on peut faire nous. Que là c'était des expériences où on nous dit qu'il s'est passé ça ça ça donc qu'est-ce que vous pouvez en déduire? Que quand on le fait nous, on le voit, on voit ah oui il s'est passé cela donc peut-être à cause de ces paramètres, à cause de ces paramètres. Là on nous dit c'est comme cela, on n'est pas dans la situation en fait. On n'est pas...
206	EB	Est-ce que faire des choses soi-même c'est plus scientifique que …
207	Camille	C'est une autre méthode, c'est une autre méthode.
208	Aurélie	Aux deux on arrive à des connaissances scientifiques. Mais je trouve qu'avec, enfin en manipulant euh nous même et tout c'est plus une démarche scientifique. Enfin, on nous apprend les mêmes choses au final mais enfin c'est tout les deux des sciences mais on fait plus une démarche scientifique comme on fait là qu'à un amphi.

209	Eric	Je vais revenir à la dernière question en rebondissant un peu sur vos interventions. Tu parlais de cours magistraux où on vous donnait les résultats d'expériences. IL y a aussi les cours magistraux à la présentation dite axiomatique. On vous parachute quelques axiomes, une théorie éventuellement, on balance les équations de Maxwell
210	Aurélie	Oui mais c'est pas démontré des fois
211	Eric	C'est démontré si on a typiquement un cours d'électromagnétisme sur les équations de Maxwell; je ne sais pas si vous êtes familiers de ce genre de chose, on écrit quatre équations très puissantes et puis on déroule tout ce qu'on veut dérouler à partir de là. Donc c'est démontré, au sens de la cohérence interne, tout est démontré à partir de ces équations. Pas forcément d'expériences.
212	EB	C'est ce qu'on a fait quand on a travaillé sur la pression et que l'on a posé P=F/S et P=mg, pour donner un autre exemple
213	Eric	Est-ce que c'est toujours aussi scientifique ou est-ce que quand on fait totalement abstraction des expériences on n'est déjà plus dans la science?
214	Aurélie	non, c'est scientifique aussi
215	Mariska	Moi c'est ce que je pensais ce matin et que j'avais écrit. C'est les deux c'est des sciences mais par exemple pour la Terre on a tout démontré. Que quand on s'est basé par exemple P=F/S on a utilisé des choses déjà admises par quelqu'un d'autre, on ne l'a pas prouvé nous. Mais c'est autant scientifique mais différent.
216	Eric	C'est un peu en contradiction avec ce que vous disiez tout à l'heure sur le fait qu'il est important de tout prouver. Vous dites maintenant que si on n'a pas prouvé les choses c'est pas grave
217	Patrizia	Mais il y avait un autre qui a déjà ??? Alors c'est quand même prouvé mais pas de nous. Je crois que c'est prouvé… non mais…
218	Eric	Comment le sais-tu?
219	Patrizia	Je ne sais pas
220	Adrien	Là on est en plein débat sur l'admission des faits. Le problème…
221	Eric	sur la question de l'autorité
222	Adrien	Ben les gens ils… en se basant du point de vue des élèves quand on nous amène quelque chose en général c'est le professeur, c'est une autorité qui est au-dessus de nous, enfin et comme… c'est le complexe de la bouse blanche si vous allez voir un docteur et qu'il vous dit que vous avez une gastro même s'il vous a touché l'oreille vous le croyez
223	Eric	C'est aussi le complexe du prêtre. Moi je sais que la vérité révélée c'est ceci ou cela, c'est une autorité qui est aussi mystique et qui a eu longtemps un prestige considérable mais pour autant c'est pas scientifique
224	Adrien	donc ben après, c'est admis parce ça revient souvent, on considère vraiment comme vrai genre comme P=mg cela revient très très souvent et il y a plein de gens qui ont calculé à partir de ça. Après si c'est faux hé ben la physique elle tombe par terre mais. Après ouais, la grosse différence entre les cours magistraux et les cours à 8 c'est que les démonstrations on n'a pas l'impression de les voir quoi. Puisqu'en cours magistral on est 100, 200, 300 on a la démonstration qui est lâchée au tableau et voilà. Hormis les deux culottés de l'amphi qui vont lever la main et qui vont lui faire "excusez moi mais là vous êtes obligés de tout reprendre parce qu'on n'a rien compris", les trois quarts des gens, ben on va juste faire bon, on va noter alors que là la démonstration on a quand même l'impression de l'acquérir. Sur le fond c'est pas forcément plus scientifique ou moins scientifique mais c'est juste que dans la démarche de la compréhension ben voilà on sait maintenant que la démonstration, on sait que ça c'est juste même si la démonstration on n'arrive pas à la recracher, on sait qu'on nous l'a expliqué. Donc on peut la considérer comme quasiment fiable.
225	Eric	Ca dépend de qui explique
226	Adrien	Je parle toujours si c'est le professeur qui explique
227	Aurélie	Oui parce qu'en amphi souvent on ne la relit pas souvent la démonstration, enfin
228	Eric	Tu veux dire que tous les étudiants ne refont pas toutes les démonstrations le soir après le cours?
229	Aurélie	Non, je pense que les démonstrations, y a pas grand monde qui les relit
230	Adrien	Il y en a quatre
231	Aurélie	Parce qu'on comprend rien en général
232	Adrien	Mais après c'est toujours pareil, il y a ceux qui veulent arrêter le cours et ceux qui l'arrêtent pas.

233	Camille (sim)	Là, tu prends ton cas en physique (rires)
234	Jean-Luc	Moi je pense que la science elle doit être a-dogmatique. Ca veut dire que. Alors ça c'est, c'est un petit peu dur. On doit pas, on ne devrait pas accepter de travailler sur ce qu'on a fait, de dire, bon ben voilà, ça, y a des gens qui l'ont fait on le prend comme... sauf que si l'on se met à tout redémontrer on va avoir des problèmes parce que, on va réinventer chaque fois, on va le refaire chaque fois. Cela dit, l'avantage de reprendre certaines expériences, c'est que c'est comme ça que la science a avancé, un peu en rejetant des dogmes. Est-ce qu'on ne doit pas faire pareil je ne sais pas mais la science a avancé, je reviens à ce que je t'avais dit sur la génération spontanée par exemple, c'est un dogme qui avait été admis donc accepté que les mouches naissent de la viande etc. et pendant un temps cela a été accepté comme une chose certaine et puis il y a des gens qui ont montré que ce n'était pas vrai et que s'il n'y avait pas des mouches avant qui avait fait des œufs, enfin bon voilà. Bon alors, quelque part la science c'est aussi remettre en question ce qui a été fait avant mais bon est-ce que, ce n'est peut-être pas notre rôle de faire ça. Mais les scientifiques ils se doivent de le faire, peut-être, je ne sais pas. C'est ce qu'on disait aussi ce matin sur les particules, par rapport la théorie de la vitesse de la lumière. Bon ben voilà, y en a maintenant qui vont plus vite, ben bon voilà, c'est comme cela que ça avance. Bon ben après je ne sais pas, on a dit tellement de trucs, à propos de ce qui est scientifique ou non, c'est compliqué cela. Si tous les phénomènes qu'on rencontre si on les vérifie, si on essaie de se les représenter, si on essaie de se faire des représentations, des modèles ou des... Parce que l'idée après, c'est soi-même, de se créer à soi même une représentation assez simple pour comprendre. Pour essayer d'avoir un peu à soi-même une compréhension de tous les phénomènes heu... On passe forcément par l'expérimentation, par la modélisation, par des tas de choses comme cela. Je ne sais plus. A un moment donné j'ai entendu parler de juste, erreur et tout cela. Moi je ne crois pas qu'il y ait des erreurs dans la science. Ce n'est pas des erreurs, c'est à un moment donné, enfin, des erreurs. Si tu es arrivé à expliquer un phénomène, tu as généralisé abusivement peut-être, alors peut-être tu t'apercevras en reprenant que dans d'autres conditions cela ne se reproduit pas. Donc tu rattrapes donc voilà. Y a as de juste et de faux. Non? non parce que le juste d'aujourd'hui c'est peut-être le faux de demain. Te tromper par rapport à une vérité ? Mais si il y a une vérité...
235	Patrizia	Mai, oui, tu peux te tromper. Non mais tu peux te tromper. Si tu dis la pluie c'est du coca c'est pas vrai, c'est pas juste.
236	Adrien	Parce que tempête de boulettes géantes
237	Jean-Luc	Non mais tu peux te poser la question quoi. Et là tu vas vérifier. Je ne sais pas moi. Ben...Mais c'est pas une erreur.
238	Patrizia	Oui mais
239	Jean-luc	C'est du vocabulaire mais bon. Quand tu travailles avec les élèves, alors c'était vrai tu ne vas pas lui dire "c'est pas vrai, c'est faux". Tu ne peux pas travailler comme ça, tu travailles avec des élèves et tu vas…
240	EB	Tout à l'heure on avait écrit au tableau qu'on ne voit pas les gaz. Qu'est-ce qu'on en a fait?
241	Jean-Luc	Ouais, par exemple. Non, on a laissé tombé, on n'a pas
242	Adrien	Non, on a enrichi notre culture générale en disant qu'il y avait du gaz moutarde. Qu'il était de couleur jaune. Et que donc ça ne tenait pas le coup et que donc on s'est trouvé en démontrant quelque chose de faux à enrichir notre culture.
243	Eric	Et là Estelle ne vous a pas laissé expérimenter?
244	Adrien	Non mais on est revenu dessus. Elle a proposé l'expérimentation mais on ne l'a pas faite. D'ouvrir la bouteille et de laisser le gaz s'échapper pour voir s'il occupait vraiment tout l'espace. On aurait du le faire dans la cantine avant le couscous, on serait passé on aurait été royal.
245	EB	Donc là on n'a pas fait l'expérience, vous m'avez fait confiance sur un témoignage qu'on pouvait voir le gaz. Et à partir du moment où on pouvait voir un gaz, l'expression les gaz ne se voient pas, qu'est-ce qu'on en faisait? On la gardait ?
246	Adrien	Non
247	Camille	Non, mais ça a été démontré que, enfin
248	Adrien	On n'a pas dit que cela était faux
249	Camille	Y a un cas où

250	Adrien	La plupart des gaz ne se voient pas mais on a prouvé qu'il y a au moins un cas qui faisait exception à la règle et que donc on pouvait pas le garder sur une définition générale
251	Jean-Luc	On n'a pas vérifié vraiment si c'était la couleur, si il y avait des particules en suspension tout ça.
252	Adrien	On n'a pas vraiment amené, on n'a pas.. Ce n'est pas comme avec le mercure
253	EB	Je suis désolée, mais ça, le gaz moutarde je n'en ai pas à disposition.
254	Patrizia	Mais c'est vraiment jaune
255	EB	ouais mais si on commence à démontrer tout ce qu'on doit faire…
256	Patrizia	Mais c'est vraiment jaune ou on sent seulement le goût. Jene sais pas. Moi je n'ai jamais vu.
257	Adrien	C'est comme dans les BD, tu as un gaz qui flotte avec une tête de mort.
258	…	murmures sur les gaz possiblement colorés
259	EB	si j'avais les moyens, je prendrais un ballon, je mettrais un peu d'iode dedans. L'iode c'est un solide qui est rouge. Je le dépose au fond du ballon et je ferais le vide dedans, comme tout à l'heure OK? J'ai mon solide dans un ballon vide et je fais chauffer. Quand je chauffe un petit peu, mon diode il se sublime, il se transforme en gaz. Et je m'en rends compte très facilement parce que l'ensemble du ballon devient rouge. Et je n'avais que de l'iode solide. Le rouge que je vois partout, ça vient forcément de l'iode donc j'ai du gaz rouge et je n'ai que du gaz rouge et c'est du gaz diode.
260	Adrien	On va faire ça
261	Jean-Luc	Et on n'a pas répondu à la couleur du ciel.
262	Adrien	Il a soulevé une idée très intéressante, il a dit que c'était à cause de l'amas d'azote
263	EB	Ca, ça ne sera pas pour aujourd'hui. Ce sera sans doute et encore, peut-être pas, l'année prochaine.
264	EB	Si avec des gamins, vous faites la manip des sabliers. Je vais reprendre des choses dont on a parlé pour voir ce que vous en pensez. Je prends la manip des sabliers, je la fais juste avec du sable. Et on avait dit vous vous souvenez, plus il y en a, plus cela prend du temps pour couler etc. Là j'ai dit, plus il y en a dedans, plus il y a quelque chose dans ma bouteille et plus cela prend de temps pour couler. J'ai juste vérifié avec du sable. Est-ce que cela vous semble pas mal ou
265	Adrien	Juste utiliser du sable et de dire que plus il y en a plus ça coule plus ça coule lentement?
266	Aurélie	Non (sim)
267	Adrien	Ben ça dépend de la tranche d'âge.
268	Aurélie	Ca coule pas plus lentement c'est qu'il y en a plus
269	Camille	Oui mais ça dépend du trou aussi
270	EB	Ca prend plus de temps
271	Aurélie	Ca prend plus de temps mais
272	Adrien	Est-ce qu'on a abordé le principe des trous ou pas ?
273	EB	Alors là, pour le moment tout est pareil. Y a que des bouteilles pareilles sauf le sable.
274	Aurélie	OK
275	Camille	Ben oui
276	Patrizia	Pour le sable c'est vrai (sim)
277	EB	Vous, vous dites que oui. Plus je mets de qq chose dans un sablier et plus cela prend de temps pour
278	Camille	Ben oui, oui il faut tester avec un autre élément pour montrer que c'est général
279	Adrien	Ben ça dépend, si c'est avec des CM2, cela peut être intéressant de mettre de l'eau
280	Jean-Luc	Mais non mais attend, déjà le sable
281	Adrien	eau, sucre, sel
282	Aurélie	Mais ça ne peut être que pour le sable
283	Mariska	Pas de l'eau, pas de l'eau. Elle ne va pas couler l'eau.
284	Patrizia	Si le trou il est assez grand
285	Adrien	Et oui, c'est vrai, elle ne va pas couler l'eau. C'est vrai, sacrebleu. Eh bien voilà hop on enchaîne
286	Mariska	Non mais on essaie avec

287	Patrizia	Non mais si le trou il est assez grand
288	Adrien	Ca fait une transition de séquence, ils ont rien compris les enfants
289	EB	Non. Vous n'écoutez plus Mariska et Mariska ne vous écoute plus
290	Adrien	Mais on ne s'écoute jamais avec Mariska. Juste deux ou trois phrases dans la journée et c'est bon cela s'arrête là
291	Mariska	Ben on essaie avec du sable et pas avec de l'eau parce que ça ne va pas marcher, à part si on fait des trous. Mais on essaie avec des grains de tailles différentes : la semoule, du sucre
292	Jean-Luc	non, parce qu'on parlait de la quantité, plus il y en avait plus cela mettait de temps à couler, c'est ça?
293	Aurélie	oui mais c'est pour montrer que (sim)
294	EB	Est-ce que vous voyez la différence entre dire "plus je mets de quelque chose et plus cela prend de temps" et "plus je mets de sable et plus cela prend de temps"?
295	Camille	Le sable c'est un élément précis
296	Aurélie	C'est précis, c'est spécifique. Alors que si on montre avec d'autres matériaux ben on montre que c'est général
297	Adrien	Enfin là c'est tendancieux votre exemple parce que si on met autant de sucre et autant de sable, cela ne s'écoulera pas de la même façon.
298	Aurélie	Non mais… si tu mets un petit peu de sucre et beaucoup de sucre, ben ça prendra
299	Camille (sim)	Oui mais quand tu en as plus cela met plus de temps
300	Adrien	Donc par comparaison avec un seul élément. Si on n'a qu'un seul élément, on en met moins et plus, on est dans un cas comme cela.
301	Aurélie	Ouais
302	Adrien	On ne compare pas entre deux éléments, on compare un seul élément
303	Camille	Oui
304	Adrien	Ben..
305	Patrizia	Pour dire que c'est valable pour tous les éléments…
306	Aurélie	Oui, voilà
307	Adrien	Non, on ne peut pas
308	EB	Je ne vois pas à quoi vous répondez comme question en disant non on ne peut pas
309	Adrien	Je ne sais pas
310	EB	Patrizia,
311	Patrizia	Pour prouver que quelque chose est vrai en général, il faut au moins deux exemples. On ne peut pas avoir un exemple et
312	Camille	Oui, Ca peut être un cas particulier
313	Adrien	Manque de bol, je tombe sur les deux cas particuliers
314	Patrizia	Hepf, oui mais au moins…
315	EB	Ce qui veut dire quoi ? Qu'est-ce qu'on fait dans ce cas là ?
316	Adrien	Qu'il faut multiplier les exemples
317	Jean-Luc	Ben, faudrait la refaire à chaque fois avec. Par exemple si on fait avec le sable, on fait deux fois avec du sable. Avec des plus ou moins grandes quantités et on reproduit avec plus de trucs et ainsi de suite sur plusieurs... quand on a fait une dizaine de matériaux on peut tirer des... y a des chances pour que ça marche
318	Adrien	Et en plus les enfants manipulent
319	EB	Est-ce que l'idée c'est de faire manipuler les enfants ou est-ce que c'est autre chose?
320	Adrien	Non, c'est de leur expliquer que plus il y a de matière dans un sablier plus ça met de temps à s'écouler
321	EB	Ca va Patrizia, vous pensez quoi vous ?
322	Aurélie	Moi j'ai déjà dit ma réponse
323	EB	Et c'était ?
324	Aurélie	Je répète. Moi je pense qu'il faut l'utiliser avec plein d'éléments parce que, comme Patrizia a dit, sinon c'est spécifique au sable alors que si on utilise du sucre, de la farine et tout ça, cela va montrer que c'est valable pour plusieurs objets., enfin plusieurs matières.
325	EB	Est-ce qu'on a fait cela, est-ce qu'on a essayé de faire cela quand on a manipulé ensemble?

326	Aurélie	Oui, ben oui, on l'a fait avec tout. Avec plein de choses.
327	Camille	On l'a fait avec de la semoule, avec du sel, je crois
328	EB	D'accord, avec le sablier on l'a fait. Est-ce que dans ce qu'on a vécu cette semaine, on a fait cela ou pas ?
329	Adrien	Ben non, on ne s'est basé que dans l'eau
330	EB	Vous parlez de quoi là ?
331	Adrien	De ce que l'on a fait sur l'air
332	Patrizia	Aujourd'hui avec le glaçon. Du sel et du sucre
333	Adrien	Quand on parlait de sel et de sucre
334	Aurélie	oui mais c'est ce qu'on disait aussi. On l'a fait avec, pour l'air on a fait, enfin pour la pression on l'a montré avec le baromètre. On a montré plein d'exemples qui reprenaient ce qu'on avait dit. Et qui validaient ce qu'on disait.
335	EB	Vous avez des exemples particulier à donner ou ?
336	Aurélie	Non. Ben il me semble qu'avec le baromètre on a montré plusieurs fois avec des choses différentes. Ou alors avec …
337	Adrien	Avec le baromètre maison
338	Aurélie	Non, mais même avec l'eau. Non, je ne sais plus
339	EB	Est-ce que vous avez des questions à poser ? Est-ce que vous avez envie d'en savoir plus sur le sujet ?
340	Aurélie	Plus tard oui si vous voulez!
341	EB	est-ce que vous pensez que ce genre de discussion apporte des choses. Et que cela a un sens de se poser cette question de "qu'est-ce que je fais pour faire des sciences avec les petits"
342	Aurélie/Adrien et autres	Oui
343	EB	Est-ce que c'est question ont un sens pour vous?
344	Adrien	Cela permet d'entamer une réflexion sur les choses que l'on va faire avec de petits
345	EB	vous n'êtes pas obligé de me dire cela pour me faire plaisir
346	Adrien	non, trop pas ! Mais pas du tout. C'est juste que l'heure…
347	Camille	Dans le sens où là, on a déjà commencé à se faire une liste pour plus tard, je veux dire. Cela nous met les idées en classe pour plus tard. Quand on aura nos élèves, nous, comment on va procéder, si on va faire plus ça ou plus ça. Et comme on l'a vécu, on sait comment cela va se passer et comme on en discute ensemble, on prend toutes les idées de tout le monde et après on fait un résumé. Ca fait un bon de stock.
348	Adrien	un plan d'attaque
349	Jean-Luc	Ah ouais, ça fait un plan d'attaque. Je peux? Moi je ne suis pas dans la même situation qu'eux. Ben moi ça a démoli pas mal d'activités que j'avais mises en place. Démoli non, oui mais, ça me fait heu, je suis dans le doute là tu vois, vraiment. Bon, ça permet de revoir pas mal de choses, beaucoup de chose, presque tout d'ailleurs, c'est un peu chiant mais ça fait rien. En tout cas dans la démarche alors là, c'est vrai que cela change complétement mon optique, ça change ma façon de travailler, ça c'est sûr. Je ne sais pas comment cela va être reçu de l'autre côté, on verra bien. Vu que. Les gens avec qui je travaille ont pas forcément fait ce genre de... J'ai fait cela avec une clis entre temps et ça va.

ANNEXE 6.K.a.

Transcription de la formation continue du groupe 54

Formation de 24h réalisée à Mouans-Sartoux dans une école avec apports méthodologiques sur une semaine (stage massé sur 4 jours). Les 14 enseignants de cycle 2 participants sont tous volontaires et sont engagés dans la mise en place d'un jardin des sciences organisé par la circonscription du Val de Siagne. Les 3 dernières heures consacrées à l'organisation pratique du jardin des sciences ne sont pas retranscrites.

Contenu de la formation :

— questionnement initial sur ce qui distingue science et non-science
— travail sur les changements d'état Solide/Liquide (D.I., cf. Annexe 2.A. séquences M-13 & E-04)
— travail sur les leviers (D.I., cf. Annexe 2.A. séquences E-13, E-14 et M-07)
— travail sur la Poulie (D.I., cf. Annexe 2.A. séquence M-11)
— sabliers (M-06)
— transvasement, conservation du volume (M-11)
— mélanges (E-09 & M-14)
— conservation de la masse
— ombres et lumière (M-08 et Relativité en discussion)
— électricité (E-16 et cours magistral sur la notion de court-circuit et la sécurité électrique)
— engrenages (M-16)

1		(E présente Françoise, qui va noter ce qu'il se passe durant la séance).
2	E	Mon objectif va être dans le semaine de voir si ce que je fais avec vous vous fait évoluer. J'espère que ça évoluera, mais si ça n'évolue pas , ce sera aussi un résultat. Savez-vous ce qu'est le jardin des sciences ?
3	(4min)	(E présente le jardin des sciences, l'objectif pour les enseignants est de former les élèves à faire vivre une séance en science à d'autres élèves).
4	(8min)	(Les enseignants en formation se présentent puis chacun choisit une séquence proposée par E pour le jardin des sciences).
5	E (32min)	Vous allez répondre à un questionnaire sur ce qu'est la science.
6		(E distribue le questionnaire, les réponses sont personnelles, sur feuille).
7	E(46'15)	Je vais vous faire vivre un certain nombre de démarches d'investigation. Et je vais vous poser des questions en terme de méthodologie : "qu'est-ce que j'ai essayé de faire passer ?". On va commencer par travailler sur les changements d'état. On va partir de la lecture d'un album : Petit glaçon.
8		(E lit l'album.)
9		(E lit l'album de Petit glaçon.)
10	E	Pensez-vous que cette histoire est possible ? Est-ce que ce qui arrive à Petit glaçon est possible ?
11	E9	Oui.
12	E	Y en a-t-il qui disent non ?
13		(Personne ne répond.)
14	E (3min)	Ok, vous me dites que l'histoire est possible mais comment pourrait-on faire pour vérifier ? Comment savez-vous que l'histoire est possible ?
15	E3	Les élèves ont des glaçons au congélateur. Ils les utilisent pour l'apéritif.
16	E6	Ils savent déjà que les glaçons fondent.
17	E	On va peut-être le faire vite, mais on va quand même vérifier. Comment faire pour savoir que l'histoire est possible ? On va essayer de faire comme dans l'histoire. De quoi a-t-on besoin pour essayer de faire comme dans l'histoire ?
18	Tous	De glaçons.
19	E	Que va-t-on faire avec ces petits glaçons ?
20	E10	On va le faire voyager.

21	E9	On va leur faire faire la même chose.
22	E	Est-ce qu'on va leur faire faire la même chose ?
23	E1	Oui, on va les mettre dans de l'eau.
24	E	Oui, on va le mettre dans de l'eau, et on va observer …?
25	E6	On va observer le temps qu'ils mettent pour fondre.
26	E	Est-ce qu'on va observer le temps qu'ils mettent pour fondre ou est-ce qu'on va observer autre chose ?
27	E5	Non on va observer leur taille.
28	E	Ok, on se met d'accord sur ce qu'on va faire. On va prendre un petit glaçon, le mettre dans l'eau, et on va attendre et voir ce qui se passe au niveau du glaçon. Et pour que l'histoire soit possible, que devrait-on observer ?
29		(Plusieurs élèves répondent : sa diminution.)
30	E	Oui, on va observer qu'au cours du temps, sa taille diminue. Si il devient de plus en plus petit, on pourra dire qu'on a fait comme dans l'histoire. Êtes-vous d'accord avec cette procédure ?
31		(Tout le monde semble d'accord.)
32		(E distribue des petits pots à remplir d'eau, des glaçons)
33	E2	On met le glaçon dans l'eau ?
34	E	Est-on obligé de mettre le glaçon dans l'eau ?
35	E5 (6'26)	Oui, si on veut faire comme dans l'histoire.
36	E10	Il faut qu'on mesure le glaçon.
37	E	Ah, il faudrait peut-être qu'on le mesure avant, qu'on le prenne en photo.
38	E6	Qu'on le dessine.
39		(Les élèves prennent le glaçon en photo.)
40	E	Une collègue vient de dire qu'il faudrait le prendre en photo au départ, puis à la fin et comparer.
41	E5	Oui mais il y un problème car si on ne prend pas la photo du même endroit, ça peut paraître plus gros ou plus petit.
42	E	Mais si vous prenez la photo sur cette feuille (en montrant une feuille quadrillées), qu'on prenne la photo de loin de loin ou de près, on pourra comparer par rapport au nombre de carreaux.
43		(E distribue la feuille à carreaux en précisant que les élèves font comme ils veulent.)
44	E (9'20)	Quelle est la question qu'on se pose ?
45	E10	Est-il possible de faire comme dans l'histoire ?
46	E	Dans l'histoire on a vu que le glaçon devenait de plus en plus petit. Donc la question qu'on se pose c'est : est-ce que le glaçon, au cours du temps, va avoir sa taille qui diminue ? Et pour vous en assurer, vous avez proposé de comparer la taille du glaçon au cours du temps. C'est ce que vous êtes en train de faire.
47		(Les élèves attendent de voir si le glaçon fond.)
48	E	En attendant, je vous montre une autre histoire que celle de Petit glaçon, mais personnellement je préfère Petit glaçon. C'est une histoire sans paroles. (E montre les images de l'album Esquimau). Donc vous voyez, on peut procéder de la même façon avec cette histoire, on se demande si on peut faire comme dans l'histoire, est-ce possible que le glaçon devienne de plus en plus petit. On pourrait…
49	E11 (14min)	On pourrait aussi se demander si le glaçon flotte ou coule.
50	E	Oui on pourrait se poser d'autres questions. On va choisir ensemble la question que l'on va se poser. Alors, où en êtes vous (à propos des expériences) ?
51	E10	Le glaçon est plus petit.
52	E9	Il fond.
53	E	Alors peut-on faire comme dans l'histoire ?
54		(Les élèves semblent d'accord.)
55	E5	Donc peu importe le temps qu'il met pour fondre ?
56	E	Oui, peu importe le temps que met le glaçon pour fondre.
57	E	(En s'adressant à un groupe) Où en est votre glaçon ?
58	E7	Il faisait 9 carreaux sur 5 et maintenant il en fait 8 sur 4.
59	E	Pendant que vous continuez vos observations, je propose de vous raconter le roman de Renart.
60		(Une enseignante l'a déjà fait en classe alors E propose qu'elle raconte l'histoire aux autres.)
61	E (18'20)	Effectivement, on a un loup très bête qui se retrouve à plonger sa queue dans un trou d'eau sur un lac gelé, puis il attend. Au moment où il veut se lever, sa queue reste coincée.

		Maintenant, toujours la même question : est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ? Ce que vous pouvez faire avant, c'est demander aux enfants de dessiner l'histoire, de dessiner ce qui leur semble important. Et souvent ce qu'ils vont dessiner, c'est un bout de queue avec du rouge partout. On va donc se poser la question : est-ce que, comme dans l'histoire, la queue du loup peut rester coincée dans la glace ? Que me répondez-vous ?
62		(Tout le monde semble penser que c'est possible. E demande à l'enseignante qui l'avait fait avec sa classe si ses élèves pensaient que la queue pouvait rester coincée dans la glace, elle explique que oui, mais après expérience.)
63	E	Alors, certains élèves vont répondre que c'est possible, d'autre ne savent pas. Dans tous les cas, comment fait-on pour savoir ? On essaye. Peut-on faire comme dans l'histoire dans la classe ? De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire ?
64	E11	Un loup.
65	E	Oui, on a besoin d'un loup, mais plus précisément de la queue du loup. Quoi d'autre ?
66	E7	Du froid.
67	E2	De l'eau.
68	E	Oui, il faut une queue, du froid, et un endroit où le loup va pouvoir tremper sa queue dans l'eau. A-t-on un lac à disposition ?
69	Tous	Non.
70	E	Fait-il très froid dans la classe ?
71	Tous	Non.
72	E	A-t-on un loup ?
73	Tous	Non.
74	E	Alors comment on va faire ? On va faire comme si. On va se mettre d'accord sur ce par quoi on peut remplacer les différentes choses. Par quoi peut-on remplacer le lac ?
75	E11	Par de l'eau gelée.
76	E	On va faire comme si le lac gelé c'est ce que j'ai mis dans mon saladier (il s'agit d'un saladier rempli de glaçons). Par quoi peut-on remplacer la queue du loup ? Avec les petits, on peut faire un loup en carton et on y accroche un petit bout de laine. On a aussi besoin d'eau. Et il faut mettre la queue du loup dans l'eau.
77		(Les expériences sur Petit glaçon sont terminées)
78	E (22min)	Est-ce que tout le monde a vu que le glaçon diminuait en taille ?
79	Tous	Oui.
80	E	Vous aviez des glaçons différents mais pour tout le monde il s'est passé la même chose.
81	Tous	Oui.
82	E	Ok, donc tout le monde a vu le glaçon qui changeait de taille, qui devenait de plus en plus petit.
83	E6	Quand on a mesuré, on a vu que l'eau s'était refroidie. Alors si les élèves disent que l'eau est plus froide qu'au début, qu'est-ce qu'on répond ?
84	E	Avez-vous tous remarqué que l'eau est plus froide qu'au début ? Est-ce que tout le monde est d'accord pour dire ça, que l'eau est plus froide qu'au début ? Est-ce que c'est vrai pour tout le monde ?
85	E10	Nous on n'a pas fait attention.
86	E	Bon, c'est possible que des enfants disent que l'eau est plus froide qu'au début. Dans ce cas là on demande si tout le monde a vu la même chose et on conclut. C'est pas la question qu'on se posait, mais on a constaté au cours de l'expérience que quand je mets un glaçon dans l'eau, l'eau se refroidit.
87	E4	Et le niveau de l'eau monte.
88	E	Vous avez constaté que le niveau de l'eau monte ?
89	E4	Je ne sais pas j'ai pas regardé au début.
90	E	Si vous y aviez pensé on aurait pu vérifier ça. Si les enfants se posent la questions on peut le faire. Donc on va refaire l'expérience en se posant une autre question qui serait : est-ce que quand je fais fondre un glaçon dans l'eau, le niveau de l'eau change ?
91	E11	Donc pour chaque question on fait une expérience ?
92	E (25 min)	Si les enfants posent des questions et que vous avez envie de vous diriger dedans oui, sinon, on garde la question pour plus tard.
93	E4	Mais pas contre on ne leur répond pas "oui c'est vrai" ?
94	E	Surtout pas, on garde la question pour plus tard. Comment on fait pour savoir ? On essaye. Donc si on n'a pas essayé, on ne répond pas à la question et on la garde pour plus tard. Maintenant, si on se lance là-dedans, quelle question se pose-t-on ?
95	E6	Où est passé le glaçon ?

96	E	Est-ce que la question qu'on se pose c'est : "où est passé le glaçon ?"
97	E4	Est-ce que le niveau d'eau monte ?
98	E3	Est-ce qu'il y a plus d'eau dans le récipient ?
99	E2	Est-ce que le niveau monte quand le glaçon fond ?
100	E7	Est-ce que l'eau a refroidi ?
101	E	Alors ça on l'a vu. On ne s'était pas posé la question mais on a constaté que quand on met de la glace dans l'eau, elle est plus froide. Pour la question "où est passé le glaçon ?" quelles sont vos idées ?
102	E10	Il a changé d'état.
103	E2	Il est devenu liquide.
104	E	Il est devenu liquide car au début il y avait de l'eau et du glaçon, et maintenant dans le petit pot il ne reste plus que de l'eau. Comment pourrait-on vérifier que le glaçon est devenu de l'eau ?
105	E5	On dépose le glaçon quelque part et on le laisse fondre.
106		(E dépose un glaçon dans un petit pot vide).
107	E	Donc on reformule la question, plutôt que de se demander : "où est passé le glaçon" c'est "que se passe-t-il quand on laisse un glaçon dans un petit pot ? " On a reformulé la question de départ. Et puis on va regarder ce qu'il se passe. Votre idée de départ c'est que ça devient de l'eau. Avec les enfants ce n'est pas certain qu'ils disent ça. Surtout avec les plus jeunes. Maintenant la question "est-ce qu'il y a plus d'eau dans le récipient ?". Est-ce qu'on la comprend bien cette question ? "Plus", ça sous-entend ...?
108	E4	Plus de liquide.
109	E(29'20)	"Plus" sous-entend par rapport à quelque chose. Donc plus d'eau par rapport à quoi ?
110	E3	Par rapport à avant.
111	E6	Par rapport à avant qu'on ait mis le glaçon.
112	E1	En fait il faut prendre le niveau de l'eau avant d'avoir mis le glaçon, et quand il y a le glaçon.
113	E	Vous êtes en train de dire : est-ce que le niveau de l'eau change quand je mets le glaçon dedans ? C'est différent.
114	E9	Quand le glaçon a fondu.
115	E	C'est encore une autre question. "Est-ce que le niveau de l'eau change quand je mets le glaçon dans l'eau" c'est une première question. Comment je fais pour savoir ça ?
116	E6	On mesure le niveau de l'eau avant d'avoir mis le glaçon, et après.
117	E	Donc, je prends un petit pot, je mets de l'eau dedans. Je marque avec un trait. Je plonge le glaçon et je regarde si le niveau de l'eau change quand j'a mis un glaçon dans l'eau. Que pensez-vous qu'il va se passer ?
118	E3	Ca va monter.
119	E	Ok, vous pensez que quand je mets un glaçon dans l'eau, le niveau de l'eau monte. Pourquoi pensez-vous cela ?
120	E5	On l'a vu à l'apéro.
121	E	Ce que vous êtes en train de me dire c'est que quand je mets un glaçon dans l'eau, une partie du glaçon est sous l'eau, donc il occupe de la place. Et comme il occupe de la place, le niveau monte. Comment fait-on pour savoir ?
122	E9	On le fait.
123	E	Comment va-t-on procéder ?
124	E11	Il faut être bien a plat.
125	E	Allez-y, faites le. On va prendre un glaçon et on va voir ce qu'il se passe.
126		(Les élèves marquent le niveau de l'eau au départ. Puis le niveau de l'eau avec le glaçon dedans.)
127	(34min)	(E explique le travail en groupe : il faut à la fois ne pas avoir trop de groupes, et ne pas avoir trop d'enfants par groupe. Il faut aussi accepter le bruit car les groupes parlent de l'expérience.)
128	E(44'20)	Revenons au niveau de l'eau. On a répondu à la question : "est-ce que le niveau de l'eau monte quand je mets un glaçon dedans ?" Bon, on n'a pas répondu à la question "est-ce qu'il y a plus d'eau dans le récipient ? Car finalement elle n'était pas claire cette question.
129	E4	Quand on mets le glaçon dans l'eau, le niveau de l'eau monte.
130	E	Donc on a répondu à la question : "que se passe-t-il pour le niveau de l'eau quand je plonge un glaçon dans l'eau ? Et on a tous obtenu que le niveau de l'eau monte. Question suivante : est-ce que le niveau de l'eau monte quand le glaçon fond ?
131		(Trois groupes, après observation, disent que non, et un groupe dit que le niveau de l'eau varie un peu mais que ce n'est pas très clair).
132	E	On va attendre que le glaçon soit fondu en entier. Et puisqu'il y a un groupe qui ne trouve pas

		la même chose, on va refaire.
133		(Le groupe qui n'est pas d'accord refait l'expérience dans un autre pot).
134	E	En attendant, revenons au roman de Renart. On s'était demandé si c'est possible que la queue du loup reste coincée dans la glace. On a dit qu'on allait remplacer le loup par un bout de laine, le lac par quelque chose qui fait du froid, et le trou d'eau, je vous propose de le remplacer par un petit pot dans lequel on va mettre de l'eau. est-ce que ça vous va ? L'eau dans laquelle on va plonger la queue du loup, ça sera dans le petit pot.
135		(Tout le monde est d'accord.)
136	E9	Je pense que les enfants ne vont pas comprendre si on ne représente pas le seau alors qu'il est dans l'histoire.
137	E(49min)	Le solution est de ne pas parler du seau quand on raconte l'histoire. On dit juste que le loup pêche avec sa queue en la plongeant dans le lac. Et quand il sent que quelque chose pince sa queue, il se lève. Donc on évite de parler du sceau.
138	E1	Ca ne marche pas si on accroche un petit cailloux à la queue ?
139	E	Vous pouvez mais ça complique beaucoup les choses. Donc on dit que le loup trempe la queue directement. On s'est mis d'accord sur la procédure, il nous faut du froid. On va faire un mélange réfrigérant. Un mélange réfrigérant permet d'avoir un congélateur portatif. C'est très pratique. Il faut du sel fin et de la glace pilée très fin. Il faut vraiment piler la glace.
140	E3	L'histoire du sel fin et de la glace pilée on l'impose aux enfants ?
141	E	Alors c'est une boîte noire, c'est quelque chose qui nous permet de faire du froid. On met de la glace, du sel et on touille. Je touille avec la cuillère car la température va chuter jusqu'à -20°C. On met ensuite un saladier par groupe d'enfants.
142	(4min)	(E distribue un saladier par groupe.)
143	E	Je mets du sel fin car du sel fin se mélange mieux avec la glace pilée. Et plus le mélange est homogène, plus la température va chuter.
144		(E plonge des thermomètres dans les mélanges réfrigérants.)
145	E	Quelle température lisez-vous sur le thermomètre ?
146	E4	Moins 2 degrés.
147	E9	Moins 8 degrés.
148	E6	Moins 15°degrés
149	E (7'40)	Quand on lit sur un thermomètre, il faut mettre le niveau de l'œil au niveau du trait.
150	E4	On est à moins 9°C
151	E9	Moins 13°C
152	E6	Pourquoi le sel fait baisser la température ?
153	E	Je vais vous expliquer après. Quand on fait ça avec les enfants, on n'a pas envie que ça prenne vingt heures. Donc on prend un petit pot (sans sel à l'intérieur). Les enfants ont le droit de toucher à tout, c'est le principe. Mais si ils touchent le sel, ils se lavent les mains avant de toucher le petit pot. Car il ne faut pas qu'ils mettent du sel dans le petit pot. Et on met le moins d'eau possible. Juste de quoi recouvrir. A partir de là on attend tranquillement.
154		(E distribue un petit pot par groupe.)
155	E7	C'est quoi la température limite pour qu'on puisse le faire ?
156	E (11min)	On va le faire justement, on va regarder cela. En parallèle de ça, c'est la question suivante. Ici vous savez déjà ce qu'il va se passer, que va-t-il se passer ?
157	E2	Le loup va se retrouver coincé.
158	E	Le loup va se retrouver coincé.
159		(Une élève remarque que le morceau de laine est coincé dans la glace et le montre aux autres.)
160	E10	Il faudrait que les élèves touchent la laine dans l'eau avant qu'elle soit coincée dans la glace pour qu'ils remarquent la différence.
161	E	Oui vous pouvez. Ce que je vous propose en parallèle c'est de voir ce qu'il se passe quand l'eau se change en glace. Comment évolue la température ? Pour faire cela, il faut que le réservoir de votre thermomètre soit complètement dans l'eau. Ce n'est pas évident avec votre petit pot. On pourrait remplacer le petit pot par un tube. Penser-vous qu'en remplaçant le petit pot par un tube cela va changer quelque chose au niveau de ce qu'il se passer pour l'eau ?
162	Tous	Non.
163	E	Comment va-t-on faire pour savoir ?
164	Tous	On va le faire.
165	E	On va plonger le tube, mettre le thermomètre. On va mettre un minimum d'eau pour que le thermomètre soit pris dedans. Et on va éviter que le thermomètre touche le fond. Pour éviter qu'il touche le fond, on va prendre une pince à linge, et bloquer le thermomètre pour qu'il ne touche pas le fond (E fait la manipulation en même temps). Car s'il touche le fond, ce n'est pas

		l'eau qu'on mesure, mais la température du plastique.
166	(14min)	(E distribue un tube par groupe avec de l'eau dedans.)
167	E2	Il n'y a pas besoin de faire chuter la température pour emprisonner la queue du loup dans la glace.
168	E	C'est mieux car ça va plus vite.
169		(un groupe plonge le thermomètre qui était dans le petit pot directement dans le tube d'eau, sans le rincer. E s'en aperçoit et demande aux élèves de rincer leur tube pour recommencer).
170	E	(En distribuant une feuille par personne). A votre avis, comment va-t-on garder trace de ce qu'il se passe ? On a dit qu'on allait regarder ce qu'il se passe au niveau de l'évolution de la température. Du coup on va prendre la température au fur et à mesure et voir ce qu'il se passe. On va se mettre d'accord sur la procédure. On va se mettre d'accord sur une représentation. Avec les petits, et même avec les autres, on peut déjà commencer à faire des graphes. Si on fait des graphes avec les enfants, il faut évidement échelonner, étalonner, etc. ... Sur la feuille vous voyez qu'il y a un trait noir au milieu. On va dire que un carreau c'est un degré sur le thermomètre. Ca va être notre axe verticale. Et au milieu, le zéro va être à ce niveau là (en montrant un endroit sur la feuille.) Et puis on va dire qu'on va observer tout les combien ?
171	E10	Toutes les deux minutes.
172	E(18'40)	Voilà, on va dire que l'axe horizontal c'est l'axe du temps donc au fur et à mesure du temps on va mettre des points. Et donc on va dire qu'on va observer toutes les … ?
173	E4	Toutes les minutes.
174	E11	Toutes les minutes c'est trop.
175	E7	Toutes les 30 secondes
176	E	Ok, on peut regarder toutes les 30 secondes au départ et puis après, on regardera toutes les minutes ou toutes les deux minutes. Êtes-vous d'accord ?
177	E6	Faut-il que les élèves arrivent à lire la température sur le thermomètre ? Car je l'ai fait pour mesurer la température extérieure et c'était pas évident.
178	E	Alors il y a une technique très pratique pour apprendre aux enfants à lire sur un thermomètre. Il y a la lecture des graduations, ça c'est des mathématiques. On va apprendre à lire en maths des traits, des lignes graduées. Maintenant le thermomètre en tant que tel, il faut savoir quelles graduations lire, et comment les lire. Pour cela on prend une feuille avec des petites bandes de couleur. On prend un objet (E place un objet devant la feuille graduée) puis on demande aux enfants de dire au niveau de quelle couleur ils voient le haut de l'objet. Vous demandez aux enfants de se mettre par terre, les yeux au niveau de l'objet et au-dessus. Vous les faites tous passer. On s'arrange pour que le haut de l'objet arrive vraiment sur une bande. Ensuite on regarde dans les groupes ce qu'on a vu. En haut/en bas ils auront tous des choses différentes car ils n'étaient pas au même endroit. Par contre ils vont tous être d'accord quand on a placé le nez, les yeux au niveau de l'objet. Ils auront tous lu la même chose. Le thermomètre c'est la même chose. On va voir qu'en se mettant au-dessus ou en-dessous, on ne voit pas la même graduation. Donc pour tous lire la même température, il faut mettre ses yeux au niveau du haut du liquide dans le tube. Donc on voit tous la même chose quand on met les yeux au niveau de l'objet. Il y a donc deux travaux préparatoires : apprendre à lire des graduations en maths, et apprendre à mettre ses yeux où il faut.
179	E5 (22'30)	Il y a les températures négative aussi.
180	E	Ce n'est pas un problème, c'est « en dessous zéro ». Rien ne vous empêche de transformer le « en dessous de zéro » en "moins quelque chose". Quand on dit que c'est "5 en dessous de zéro", c'est pareil que quand on dit "moins 5". Plus tard dans la scolarité, les profs de maths travailleront sur les négatifs, mais les enfants ont déjà tous entendu qu'il fait moins 10 dehors. Donc "10 en dessous de zéro", c'est "moins 10".
181	E5	Mais par exemple entre moins 10 et moins 15, il y en a qui vont dire que moins 15 c'est plus chaud.
182	E	Ce n'est pas notre préoccupation.
183	E7	Il faut qu'ils aient la notion de "la température descend" donc c'est de plus en plus froid.
184	E5	Oui mais avec les chiffres ça les embrouille.
185	E	Oui mais encore une fois, ça c'est pas un problème. Maintenant le fait que "moins 15" c'est plus froid que "moins 10" c'est une autre histoire, mais ça ne nous intéresse pas.
186		(E4 montre qu'il ne reste presque plus que de la glace dans son petit pot.)
187	E	Que pensez-vous qu'il va se passer si je laisse les choses cette nuit dans la salle, en dehors du mélange réfrigérant, sans y toucher ?
188	E1	Ca va redevenir liquide.
189	E	Comment fait-on pour savoir ?

190	E1	On essaye.
191	E(25min)	Alors avec les enfants, ce que vous allez faire c'est démouler (E tire sur le bout de laine. La glace se démoule.) Donc vous allez démouler et les enfants vont tous mettre la main dessus.
192	E2	Et ça fondra rapidement.
193	E	Exactement. Mais on va le faire plusieurs fois avec les enfants, et la deuxième fois, une fois qu'ils auront tous tripatouillé on le refait. Le mélange tient 2 ou 3 heures donc on a le temps de refaire plusieurs fois.
194	E10	On peut changer la forme du récipient quand on le refait.
195	E	Exactement, vous pouvez changer la forme du récipient et constater…
196		(Plusieurs élèves répondent que la glace va prendre la forme du récipient.)
197	E	Voilà, tout à fait. Revenons aux mesures. Avez-vous préparé votre tableau ? On se met d'accord sur l'échelle de l'horizontal. Donc on dit que 30 secondes ça va être un carreau. Tout le monde est d'accord ? Tout le monde le fait. Alors on prend un chrono. Êtes-vous prêts ? On est à quelle température pour le moment ?
198	E6	25 °C
199	E	Alors êtes-vous tous d'accord sur la température que vous mesurez ? Je veux que tout le monde soit sûr qu'il voit la même température que son voisin.
200		(Les élèves de chaque groupe comparent s'ils voient la même température et se mettent d'accord.)
201	E(28min)	Ok, vous vérifiez à plusieurs les températures. Car je veux être sûre que tout le monde voit les mêmes températures. Êtes-vous prêts ? C'est Sabrina qui donne les tops.
202	E12(Sabrina)	C'est parti.
203	E	Donc dans 30 secondes vous relevez la température.
204		(Les groupes attendent de relever les températures).
205	E1	J'ai remarqué qu'au départ ça ne descend pas.
206	E	Tout à fait.
207	E12(Sabrina)	30 secondes.
208	E12(Sabrina)	1 minute.
209		(Sabrina indique toutes les 30 secondes pour que les autres élèves relèvent la température.)
210	E (38'38)	Pendant que ça continue, si on revient sur la question : "est-ce que le niveau de l'eau monte lorsque la glace fond ?", si je reviens sur ce groupe (en désignant un groupe qui avait eu l'impression que le niveau avait changé après que le glaçon ait fondu), qu'en pensez-vous maintenant ?
211	E8	Moi je trouve que c'est légèrement en dessous.
212	E7	C'est vrai que le niveau est légèrement en-dessous. Quand on l'a refait ça arrive au ras du trait qu'on avait fait. Et puis quand j'avais fait la mesure, c'était à un endroit du petit pot rétréci donc la moindre variation du niveau va se voir.
213	E	Alors, est-ce que le niveau a évolué de façon très sensible comme quand on avait mis le glaçon dans l'eau ?
214	Tous	Non.
215	E	Peut-on considérer, à peu de choses près, que le niveau est presque pareil ? Êtes-vous d'accord sur le "presque pareil" ?
216		(Tout le monde semble d'accord.)
217	E	Comment pourrait-on faire pour vraiment regarder les choses, si on veut avoir une précision plus importante ?
218	E1	On pourrait prendre une éprouvette graduée pour faire les mesures, puis on remet dans le pot pour faire fondre le glaçon et après on reverse l'eau dans l'éprouvette graduée.
219	E4 (40'52)	Oui mais il y a une perte d'eau.
220	E	Vous me dites que vous transvasez, mais au début vous avez un glaçon, vous le transvasez comment le glaçon ?
221	E1	Non, on mesure à l'aide de l'éprouvette, la quantité d'eau qu'on va mettre dans notre récipient. On laisse fondre le glaçon.
222	E	Donc le niveau va monter.
223	E1	Oui.
224	E	Mais ce qui nous intéresse c'est la variation du niveau une fois qu'on aura posé le glaçon.
225	E2	Le plus simple c'est de faire directement dans l'éprouvette. On met l'eau dans l'éprouvette puis le glaçon.

226	E	Voilà, donc on a une précision qui est de l'ordre de la graduation qui est ici.
227	E3	On peut essayer avec l'éprouvette ?
228	E	Oui, on va essayer avec l'éprouvette. On peut déjà se mettre d'accord sur le fait que le niveau ne change presque pas. On va regarder.
229		(Les élèves continuent les mesures de la température en même temps. E remplit une éprouvette graduée d'eau.)
230	E(44'23)	Vous allez voir que quand on remplit quelque chose de très étroit, on voit une forme de ménisque. Donc quand on regarde, on se met toujours l'œil au niveau, et ce qu'on regarde c'est le bas du ménisque. Chacun va venir lire ce qu'il voit. Vous ne dites rien, chacun va lire et on comparera après.
231		(Les élèves terminent d'abord les mesures de la température.)
232	E	Vous écrivez quand vous n'avez plus que de la glace.
233		(Les élèves continuent de prendre les mesures.)
234		(Les élèves prennent les mesures de la température depuis maintenant 20 minutes).
235	E	On arrête les mesures dans 4 minutes et on met en commun tous ensemble.
236		(Les élèves viennent regarder le niveau de l'eau dans l'éprouvette.)
237	E	On va comparer ce que chacun à lu sur l'éprouvette. Quels sont ceux qui lisent 69 ?
238		(Personne ne se manifeste.)
239	E	Quels sont ceux qui lisent 70 ?
240		(Plusieurs élèves lèvent la main.)
241	E (4min)	Quels sont ceux qui lisent 71 ?
242		(D'autres élèves lèvent la main.)
243	E	Quels sont ceux qui mesurent 72 ?
244		(Personne ne se manifeste.)
245	E	Quels sont ceux qui mesurent 70 ?
246		(La majorité des élèves lèvent la main.)
247	E	Quels sont ceux qui mesurent 71 ?
248		(Quelques élèves lèvent la main.)
249	E	Vous voyez! Que va-t-on dire ?
250	E1	En fait moi j'ai vu entre 70 et 71.
251	E6	Moi aussi.
252	E	Qui a vu entre 70 et 71 ?
253		(Trois élèves lèvent la main.)
254	E	Vous voyez que quand on fait des mesures, des observateurs différents ne voient pas forcément la même chose. Donc quand on fait une mesure, on fait une mesure à plus ou moins quelque chose. Peut-on dire que c'est 70 ?
255	E1	A peu près 70.
256	E	Voilà, on peut dire que le niveau de l'eau est à 70 plus ou moins 1. On est aux environs de 70 à plus ou moins une graduation. Ca veut dire que quand je vais attendre que ça fonde et voir la variation, la variation sera sensible, notable si j'ai quelque chose de l'ordre de 68 ou de 72. Donc quand ça aura fondu, vous allez tous retourner lire
257	E4	On a vu que la graduation faisait deux.
258		(E vérifie sur l'éprouvette.)
259	E	Oui, effectivement, donc quand vous m'avez dit 71, c'était une graduation ou entre les deux ?
260	E5	C'était entre les deux.
261		(certains ont fait attention à cela, d'autres non.)
262	E	En fait, ça veut même dire que c'est entre 70 et 72. C'est entre deux graduations, certains sont sur la graduation du bas, et d'autres sont sur la graduation du dessus. On va donc considérer qu'il y a une variation sensible si on est au-delà de ça, d'accord ? Vous avez vu mon glaçon que j'avais laissé seul, ça fait une petite flaque. Donc que se passe-t-il quand je laisse un glaçon dans une assiette ou un verre ?
263	E8	Il se change en eau.
264	E (8'40)	Et que se passe-t-il quand je mets mon eau au froid ? Elle se change en … ?
265	E6	En glace.
266	E	Et que se passe-t-il si j'attends suffisamment longtemps ?
267	E9	Elle se rechange en eau.
268	E	Et si je la remets dans le froid ?
269	E2	Elle redevient de la glace.
270	E	Est-on d'accord là-dessus ?

271		(Tout le monde semble d'accord.)
272	E	Regardons maintenant ce qu'il s'est passé dans les différents groupes pour la température. Pour commencer, regardez entre vous vos dessins, par groupe. Avez-vous les mêmes dessins dans les groupes ? Au sein d'un groupe, regardez si la courbe a la même tête.
273	E	(En s'adresse à deux élèves d'un même groupe). Je n'ai pas l'impression de voir la même courbe ici et ici.
274	E11	C'est parce que j'ai pris deux degrés pour un carreau.
275	E10	Moi aussi.
276		(E va vérifier dans les autres groupes.)
277	E (11'30)	Commencez à réfléchir sur ce sur quoi on a travaillé en termes de méthodologie. Quels sont les éléments méthodologiques qui vous semblent être apparus durant cette matinée ?
278	E4	Le questionnement.
279	E5	L'expérimentation
280	E	Réfléchissez, on en parle après.
281		(E accroche une courbe de températures par groupe, au tableau.)
282	E	(En s'adressant au groupe 1 et en montrant leur courbe au tableau). Expliquez-nous ce qu'il vous est arrivé ?
283	E10 (14'20)	On pense qu'on a un milieu réfrigérant plus froid que le vôtre car il est dans un saladier en polystyrène.
284	E	(En s'adressant au groupe 1) : dans votre mélange réfrigérant vous avez quelle température ?
285	Groupe 1	Moins 13 °C
286	E	(En s'adressant au groupe 2) : dans votre mélange réfrigérant vous avez quelle température ?
287	Groupe 2	Moins 10°C
288	E	(En s'adressant au groupe 3) : dans votre mélange réfrigérant vous avez quelle température ?
289	Groupe 3	Moins 8°C.
290	E	(En s'adressant au groupe 4) : dans votre mélange réfrigérant vous avez quelle température ?
291	Groupe 4	Moins 5 °C.
292	E	Alors, tous vos tubes ont été remplis à partir de l'eau du jerricane. Il faut qu'on se mette d'accord pour savoir si on a fait la même chose. Vous aviez tous un saladier avec de la glace, de l'eau et du sel. Au départ, est-ce que vos températures des mélanges réfrigérants étaient les mêmes ?
293	E2	Non.
294	E	Non, elles n'étaient pas tout à fait les mêmes, ça veut dire que suivant la quantité de sel ou de glace, je ne sais pas trop, c'est compliqué, la température chute plus ou moins. (En désignant le groupe 1) : ici, où il y avait essentiellement de la glace, et pas mal de sel, ça a chuté très bas, et comme on est dans un saladier en polystyrène plutôt isolé de l'extérieur, le froid se conserve bien. Vous savez que ça empêche les échanges de chaleur. Donc là il faisait froid et on est resté sur du froid. En désignant le groupe 2) : ici elles n'avaient pas polystyrène mais elles sont restées aux alentours de moins 10. (En désignant le groupe 4) : ici le mélange réfrigérant n'était pas top car elles sont restées aux alentours de moins 4 °C.
295	E6	On voit du sel au fond du saladier, ça change quelque chose ?
296	E	Non, en fait il y a trop de sel par rapport à la quantité d'eau donc le sel ne peut plus se dissoudre. Donc vous voyez parfois le mélange réfrigérant a bien marché, dans un groupe on est encore à moins 13 °C, et parfois le mélange a moins bien marché. Maintenant, que s'est-il passé, est-ce que tout le monde a mis de l'eau dans son tube à essai ?
297	Tous	Oui.
298	E	Est-ce que tout le monde a mis un thermomètre dans le tube à essai ?
299	Tous (17'53)	Oui.
300	E	Est-ce que tout le monde a mesuré toutes les 30 secondes ou toutes les minutes ?
301	Tous	Oui.
302	E	Est-ce que tout le monde à chaque fois était d'accord sur les températures qu'ils observaient ?
303	Tous	Oui.
304	E	Donc on peut dire que vous étiez à un degré près, tous d'accord sur les températures que vous observiez. Revenons aux courbes, est-ce qu'on observe la même chose dans les quatre groupes ?
305	E8	La chute est constante, à part le fait qu'on soit resté longtemps à zéro dans un groupe, la chute

		est constante.
306	E	Alors dans le premier groupe, on a une température qui reste constante pendant 1m30 à 3 °C alors que dans les autres groupes la température chute. (En montrant une autre courbe) : ici on a une chute qui est un peu plus basse et ensuite ça remonte.
307	E4	Oui parce que pendant un moment, il y avait de la glace autour du thermomètre, puis après elle n'y était plus.
308	E	Donc il y avait de l'eau autour mais autour du thermomètre, c'était de la glace.
309	E6	Alors qu'après il était dans l'eau mélangée avec la glace.
310	E (20'17)	Les autres, quand vous étiez à zéro degré, il y avait quoi dans votre tube ?
311	E8	Encore de l'eau.
312	E1	C'était en train de prendre.
313	E12	Nous la glace avait prise.
314	E	Je pense que ça vaudrait le coup de recommencer car on n'a pas tous des courbes pareilles.
315	E4	On ne peut pas conclure là, quand même ?
316	E	Alors, qu'est-ce qu'on peut conclure ?
317	E9	Que l'eau se change en glace.
318	E	Que l'eau se change en glace, mais ça vous le saviez déjà.
319	E9	Oui mais à partir d'une certaine température.
320	E5	A partir de zéro degré.
321	E	Que se passe-t-il quand on est à zéro degré ?
322	E6	L'eau se transforme en glace.
323	E	On a de l'eau et de la glace en même temps. Et pendant qu'on a de l'eau et de la glace dans le tube … ?
324	E4	Ca reste à zéro.
325	E	Vous êtes à quelle température là ?
326	E5	Moins 5 °C.
327	E2	Nous aussi.
328	E6	Nous moins 2°C.
329	E8	Nous on a constaté peut-être un peu tard que l'eau était devenue glaçon à 15 minutes mais peut-être qu'avant ça avait déjà un peu commencé. A sept minutes on disait qu'il ne se passait rien, on n'a plus rien bougé, comme si le fait de bouger empêchait la glace de prendre. En tout cas quand on avait de la glace c'était à moins 1 degré.
330	E (23min)	Et à chaque fois, on atteint dans le tube la même température que celle du réfrigérant. Donc quand on n'a plus que de la glace, que se passe-t-il ?
331	E10	Elle prend toute la place.
332	E6	Et elle continue à refroidir.
333	E	Elle continue à refroidir jusqu'à quand ?
334	E7	Jusqu'à ce qu'elle atteigne la température du mélange réfrigérant.
335	E	Donc on a au départ de l'eau liquide, vous l'aviez chauffée avec vos mains donc elle était à la température à laquelle vous l'aviez chauffée. Que s'est-il passé quand on a mis cette eau dans le mélange réfrigérant ?
336	E4	Sa température a chuté.
337	E	Sa température a chuté jusqu'à combien ?
338	E10	Jusqu'à zéro.
339	E	Et puis a zéro elle s'est stabilisée, et quand elle s'est stabilisée que s'est-il passé ? Elle s'est transformée en … ?
340	E1	En glace.
341	E	Elle s'est transformée en glace et puis ?
342	E4	Quand elle a été en glaçon la température a continué à descendre.
343	E2	Donc la taille du palier dépend de l'efficacité du mélange réfrigérant ?
344	E	Oui, la taille du palier dépend du temps qu'il faut pour que l'eau se change en glace.
345	E5	Ca dépend aussi du volume d'eau !
346	E	Oui, ça dépend aussi du volume d'eau, qu'on peut changer en classe. On trouve des choses similaires. C'est rigolo car vous avez tous trouvé zéro degré. Tout le temps zéro degré, ça n'a jamais varié un peu ?
347	E4	Non.
348	E7	Non.
349	E2	Si, à un moment, on ne savait pas si c'était parce qu'on venait de le sortir.
350	E	Donc que peut-on dire ? Peut-on dire que l'eau se change en glace à zéro degré ou aux environs de zéro degré ?

351	E10	Aux environs de zéro degré.
352	E	Oui, on peut dire que l'eau se change en glace aux environs de zéro degré. Et tant qu'on a de l'eau et de la glace …?
353	E3	Ca reste à zéro degré.
354	E	Oui, ça reste à zéro degré, et quand c'est complètement glacé …?
355	E12	La température chute.
356	E	La température chute pour prendre la température du mélange réfrigérant. Là vous avez tous trouvé une température aux environs de zéro degré, mais il faut savoir que parfois, avec les thermomètres dans la classe, vous aurez des enfants qui seront à 1, 0, -1 degré. Que doit-on dire dans ce cas là ?
357	E10	Aux alentours de zéro degré.
358	E (24'43)	Voilà, aux alentours de zéro degré. Il est l'heure alors on ne va pas le faire mais qu'aurait-il été intéressant d'observer, maintenant que l'on a de la glace dans le tube ?
359	E11	De voir le temps que met la glace pour fondre.
360	E	Exactement, je vous propose de laisser vos tubes dans le mélange de ce groupe (en désignant le groupe avec le mélange réfrigérant dans le saladier en polystyrène) car c'est le mélange réfrigérant le plus froid. On verra ce qu'on en fera tout à l'heure. Il aurait aussi intéressant de faire une marque au niveau du glaçon, pour voir ce qu'il se passe quand le glaçon fond.
361		(Pause déjeuner).
362	E	On reprend, venez voir le niveau de l'eau dans l'éprouvette.
363		(Les élèves viennent lire le niveau de l'eau.)
364	E	Qui trouve 70 ? (Quelques élèves lèvent la main.)
365	E	Qui trouve 71 ? (Personne ne lève la main.
366	E	Qui trouve entre les deux comme tout à l'heure ? (Deux élèves lèvent la main.)
367	E (3'10)	Qui trouve que c'est à peu près comme tout à l'heure ? (La majorité des élèves lèvent la main.)
368	E	Vous n'êtes pas d'accord ? (en s'adressant à un élève.)
369	E7	Non, j'ai l'impression que ça a baissé, mais tout à l'heure je voyais mal alors c'est peut-être ça.
370	E	Effectivement vous avez peut-être eu quelques problèmes tout à l'heure.
371	E12	Ce que je fais en classe, c'est que je prends un verre, je mets des glaçons et je fais remplir le verre à ras bord. Je leur demande ce qu'il va se passer et les enfants répondent que ça va déborder. Et on se rend compte que non ça ne débordera pas .
372	E	Oui, mais il y a un problème avec ça quand même, c'est que sur votre verre, il y a de la condensation qui se forme. Et pour certains enfants, cette condensation c'est comme si c'est l'eau qui avait débordé. Donc c'est un peu compliqué à ce niveau là mais bien sûr qu'on peut faire ça. Faisons maintenant un premier bilan méthodologique. A votre avis, que retiendriez-vous en terme de méthodologie de ce qu'on a fait ce matin ? Pas en terme de contenu, mais en terme de méthodologie.
373	E1	Il faut se poser la bonne question.
374	E5	Il faut avoir un problème, pour ensuite dégager une question.
375	E7	Il faut mesurer des données intuitives
376	E	Il faut mesurer des données intuitives, c'est-à-dire vérifier…
377	E2	Mettre en place quelque chose qui permette de vérifier ce que l'on pense.
378	E8	Moi je dirais plus "essayer" plutôt que "vérifier". Quand on disait "il faut vérifier", à chaque fois vous nous repreniez en disant : "il faut essayer".
379	E	Ca revient un peu au même. "Comment on fait pour savoir ? On essaye". Oui, effectivement, j'ai insisté sur cet élément ce matin. On peut dire ce qu'on veut, mais on va donner la priorité à l'expérience. Et si on a une opposition, ce qui va permettre de trancher, de fixer les choses, c'est l'expérience. J'ai aussi insisté sur le fait que, avant de donner des résultats, on s'assure qu'on a tous trouvé la même chose, vu la même chose. Et si on ne trouve pas la même chose, on se met d'accord sur ce qui était pareil et pas pareil.
380	E12	On recommence.
381	E	Oui, on recommence, c'est ce qu'on a fait. Ou alors on se questionne sur ce qu'on a fait, si c'était vraiment pareil que ce qu'on avait au départ. Par exemple nos mélanges réfrigérants au départ n'étaient pas tout à fait pareils. En revanche, (en montrant les courbes) on en a extrait quelque chose de similaire, qui semblait se maintenir au niveau de zéro degré assez longtemps. Quand on fait des sciences, on doit donner la priorité à l'expérience sur le discours.
382	E5	On est aussi parti d'un album, d'une histoire.
383	E (8min)	Quand on part d'un album, on va tester le discours de l'histoire. On va se poser la question "est-ce que c'est possible ?" et à partir de là on va voir si ce qui est raconté dans l'histoire, on peut faire la même chose ou pas. Et quand on fait des sciences avec les enfants, le discours de

		l'histoire et ce qu'il se passe dans notre monde ... Que se passe-t-il s'il ne se passe pas dans notre monde comme ce qui est dit dans l'histoire ? A qui va-t-on donner la priorité ?
384	E10	A l'expérience.
385	E	Voilà, on va continuer à travailler là-dessus. C'est ce que j'ai voulu vous faire passer ce matin. En science on donne la priorité à l'expérience, et on s'assure que tout le monde a vu la même chose, trouve la même chose. On ne va pas le faire mais on pourrait refaire un graphe à partir de la température de la glace, et montrer l'évolution dans l'autre sens. Et qu'est-ce qu'on observerait ?
386	E4	On aurait de nouveau un palier à zéro.
387	E	Voilà, ça va rester à zéro degré pendant tout le temps où j'aurai de la glace et de l'eau. Et quand je n'aurai plus que de l'eau ?
388	E7	La température augmente.
389	E2	Jusqu'à prendre la température de la pièce.
390	E	Exactement. J'ai cru comprendre que certains voulaient savoir ce qu'il se passe dans le mélange réfrigérant. Et puis pourquoi on met du sel sur les routes en hiver. Alors, regardez vos mélanges réfrigérants, ils sont aux alentours de zéro degré. Dans vos mélanges vous avez essentiellement de l'eau. De l'eau salée. Et votre eau salée, quand il fait -10, -8, -9°C, elle n'est pas solide. Elle ne gèle pas. Et quand je mets du sel sur les routes, localement sur la route, je fais un mélange réfrigérant. Et si il fait -4 ou -3 dehors, sur la route il fait -10 -15. La température chute. Mais une fois que j'ai de l'eau salée, cette eau salée ne gèle pas.
391	E3 (12min)	C'est la raison pour laquelle il ne fallait pas mettre de sel dans le petit pot.
392	E	Voilà, sinon l'eau n'aurait pas gelé. Donc on sale les routes. Mais si il fait très froid, moins de -20°C, l'eau salée va geler. Et donc on ne met plus de sel sur les routes, on met du sable. Et là on joue autrement car on ne cherche plus à avoir du liquide, mais on cherche à éviter que ça glisse. Donc au Canada, quand il fait -25°C ils ne mettent pas de sel. Ils mettent des gravillons.
393	E10	Mais pourquoi ça ne gèle pas ?
394	E	Alors quand vous aurez des questions en "pourquoi" avec les enfants, en général ce sont des questions complexes auxquelles ont ne peut pas répondre. On transforme ces questions en des questions en "comment". En effet faites attention à ces questions car généralement, lorsque vous posez des questions en "pourquoi", souvent vous ne connaissez pas vous-même la réponse. Et les réponses des questions en "pourquoi", sont des réponses en "parce que". C'est-à-dire que ce sont des réponses verbales.
395	E4	On ne peut pas prévoir ce qu'ils vont nous demander.
396	E	Oui mais quand c'est vous qui allez poser les questions, il faudra poser des questions en "comment". Et quand les enfants poseront des questions en "pourquoi" il faudra essayer de transformer les questions pour en faire quelque chose. C'est un peu ce que j'ai fait avec vous. D'un point de vue pédagogique, c'est comment mettre en place des questions de façon à ce qu'on puisse lancer des investigations sur ces questions là. Revenons à la réponse. On n'est plus en démarche d'investigation donc ce que je fais c'est que je raconte une histoire. D'ailleurs je vais vraiment vous raconter une histoire. Ce n'est pas simple et vous trouverez un tas de choses sur internet qui sont fausses. La première chose qu'on trouve sur internet c'est que quand je mets quelque chose à se dissoudre dans l'eau, comme du sel, la température chute. Donc le fait de dissoudre une solide dans l'eau, ça fait baisser la température. Comment fait-on pour savoir ? C'est simple, je prends quelque chose de bien isolé, je mets de l'eau, je mesure sa température très précisément, je rajoute du sel et je mesure l'évolution de la température. Effectivement je vois que la température baisse un petit peu (de un ou deux degrés). Donc au départ on avait e la glace fondante, les glaçons étaient entourés d''eau dedans, on était aux alentours de zéro degré. Puis la température a chuté d'aux alentours de zéro à -20. Du coup, vous dire que c'est la dissolution du sel qui fait ça, je veux bien que ça y contribue mais ce n'est pas le fait essentiel. Que peut-on dire d'autre ?
397	E11	C'est la réaction qui fait ça ?
398	E (15'40)	Alors, une réaction chimique (on va regarder les choses au niveau microscopique). Les corps, tout, nous, nous sommes constitués d'atomes qui s'arrangent ensemble et qui forment des molécules. Une réaction chimique c'est quand on casse des molécules pour en faire d'autres. Là ce n'est pas le cas. On avait de la glace, on avait de l'eau, on se retrouve avec de l'eau. On avait du sel, on se retrouve avec du sel dissout. Donc il ne s'est pas passé quelque chose de très différent. On n'a pas cassé quelque chose. Donc ce n'est pas une réaction chimique. On a fait un changement d'état, la glace est devenu de l'eau, d'ailleurs quand on a mis le sel, qu'on a mélangé, vous avez vu de l'eau apparaître. Donc ce n'est pas une réaction chimique. Il faut savoir que si on voulait expliquer les choses telles qu'elles se passent, on ne pourrait pas. On ne peut pas car on a fait changer plein de choses en même temps. On avait de la glace, on a mis du sel, et on rajouté des choses. Pour un physicien, c'est l'horreur absolue car tout change en même temps. Ce qu'on sait faire c'est, je prends de l'eau avec une certaine quantité de sel,

		et puis je refroidis tout doucement mon eau, et mon sel. Je regarde ce qu'il se passe et je regarde le moment où ça se modifie. Puis je fais cela pour plein de mélanges différents, et à partir de là je construis des courbes. Et quand on fait ça, on trouve que pour avoir de la glace, du sel et de l'eau et que tout ça reste bien ensemble, il y a un endroit où tout cela est stable, et c'est stable aux alentours de -20 degrés. On a mis tout cela comme ça, et le mélange va tendre vers l'équilibre. Et son équilibre, c'est aux alentours de -20 °C. C'est une façon de dire les choses mais ça ne répond pas à la question. Mais c'est le mieux qu'on puisse faire sans dire de bêtises. Maintenant, si on essaye de se raconter des histoires, ce qu'on peut se dire, c'est qu'au-dessus de la glace il y a souvent un peu d'eau. Et la glace aime bien avoir de l'eau au-dessus d'elle. On va dire les choses comme cela. Maintenant, vous mettez du sel au-dessus, la glace, au lieu d'avoir de l'eau au-dessus d'elle, se retrouve avec de l'eau extrêmement salée. Ca ne lui plaît pas, elle préfèrerait avoir de l'eau tout court. Donc comment faire avec ce sel pour avoir de l'eau la moins salée possible ? Il faut rajouter de l'eau. Mais on n'en pas à rajouter. Donc la glace va se transformer en eau liquide pour diluer le sel qu'on a mis au-dessus d'elle. Donc on a un phénomène qui est : une partie du glaçon se transforme en eau liquide pour que le sel se retrouve avec plus d'eau autour de lui. Et pour que l'eau au-dessus de la glace se retrouve moins salée. Mais quand je fais passer quelque chose du solide au liquide, le glaçon fond et l'eau devient froide. Pour que mon glaçon devienne liquide, il faut lui fournir de la chaleur. En effet, je chauffe pour que mon glaçon devienne liquide. Là, ce qu'on a dit c'est qu'une partie du glaçon devenait liquide. Donc il a fallut qu'il prenne de la chaleur quelque part. Où a-t-il pris cette chaleur ?
399	E10 (19'20)	Dans l'eau.
400	E	Il l'a prise dans l'eau. Il l'a prise aussi dans la glace, et dans l'air. Il la prend dans l'air, c'est pour cela qu'autour de votre saladier vous voyez de la condensation. C'est parce que l'air devient très froid, et une partie de l'eau qui normalement est invisible, redevient liquide. Et puis on a aussi une partie du glaçon qui donne sa chaleur à une autre partie du glaçon pour se transformer en eau. Et donner de la chaleur signifie que la température diminue. Voilà, c'est aussi une façon d'expliquer les choses avec une histoire. Mais on pourrait la mettre en doute mon histoire. Que pourrait-on dire ?
401		(Personne ne répond.)
402	E	Et bien, si l'idée c'est que ma glace a toujours envie d'avoir de l'eau au dessus d'elle, je suis partie de cette idée là, d'accord ? J'ai posé ça, que ma glace préfère avoir de l'eau plutôt que de l'eau salée au-dessus d'elle, on pourrait mettre autre chose que du sel. On pourrait mettre du sucre. Et alors avec mon histoire, si je mets du sucre ?
403	E6	Ca devrait marcher.
404	E	Ca devrait marcher. Et si je remplace le sel par du sucre, ça ne marche pas. Donc non, c'est aussi lié au fait que le sel a des propriétés particulières.
405	E5	Que signifie "il est stable à -20 °C ?
406	E	"Stable", ça veut dire que quand vous avez de la glace, de l'eau, du sel dans une certaine proportion, à ce moment là on a un mélange qui ne bouge pas. Il n'évolue plus, si la température extérieure reste la même. Là vous voyez que la température ne reste jamais la même car on a un extérieur qui fournit de la chaleur. C'est pour cela que c'est le bazar. Donc voilà, sinon il faut aller très loin dans les explications.
407	E3 (22'25)	On ne peut pas dire que cette réaction thermodynamique casse les molécules ?
408	E	Il n'y a pas de molécules. Le sel c'est des ions qui se séparent.
409	E3	L'eau c'est des molécules.
410	E	Oui mais elles restent comme ça. Pour casser des molécules d'eau il faut y aller. Donc vous voyez si on s'intéresse à des choses comme ça, il faut faire appel à énormément de connaissances (les molécules, les relations entre elles, etc.) C'est donc une question à laquelle on ne peut pas répondre. On ne peut qu'en donner une idée très limitée.
411	E1	Donc aux enfants on leur dit que pour le moment c'est une question à laquelle on ne peut pas répondre ?
412	E	Voilà, on constate que quand on met du sel avec de la glace, ça fait quelque chose de très froid. Ca fait comme un congélateur. C'est tout. Et pour comprendre il va falloir grandir et faire beaucoup d'études. Donc, essayez toujours d'avoir en arrière fond la méthodologie. On va maintenant changer de domaine.
413	(25'40)	(E distribue des pivots et des réglettes en bois.)
414	E	Je n'ai encore rien dit et qu'avez-vous fait avec le matériel ?
415		
416	E5	Une balançoire.
417	E10	Un équilibre.

418	E	Êtes-vous d'accord ?
419		(Tout le monde semble d'accord.)
420	E	Moi je serais plus précise que cela.
421	E12	C'est une balance.
422	E	Non, un équilibre. Je ne vois pas en quoi ça ressemble à une balance. Pourriez-vous me dire comment il est cet équilibre ?
423	E8	Précaire.
424	E1	Horizontal.
425	E11	Mais ce n'est pas en équilibre.
426	E	Mais si c'est un équilibre. Qu'est-ce qu'un équilibre ?
427	E5	Quand ça ne bouge pas.
428	E	C'est en équilibre quand ça ne bouge pas. Donc ça c'est un équilibre (en désignant l'objet). Vous êtes en équilibre (en désignant une élèves sur sa chaise), vous ne bougez pas. Donc quelque chose qui ne bouge pas est en équilibre. On va construire des équilibres horizontaux. Et vous avez vu avec le matériel que j'ai distribué, il y a plusieurs façon de faire un équilibre horizontal. La première façon est de mettre le tasseau vertical et de poser la règle dessus (en montrant ce qu'a fait le premier groupe). (en montrant ce qu'a fait le deuxième groupe) : on peut aussi poser la règle sur le tasseau horizontal. (en montrant le troisième groupe) : on peut aussi poser la règle sur le tasseau horizontal, placé dans le sens de la longueur de la règle. Il y a donc plein de façons de réaliser un équilibre horizontal. Que constatez-vous au niveau de la réglette pour qu'elle soit à l'équilibre horizontal ?
429	E4(29'30)	Elle est en son milieu.
430	E	Est-ce que tout le monde est d'accord ? On vient de réaliser un équilibre horizontal, et vous me dites que quand on a un équilibre horizontal, on a l'impression que le tasseau est placé au centre de la règle. Qu'a-t-on envie de faire avec cela ?
431	E6	De mesure la longueur de la règle de chaque côté du tasseau.
432	E	Je vais vous lancer sur un défi. Il va falloir que vous dessiniez ce que vous allez faire avant de le faire. Vous m'avez dit que ça ressemble à un tape-cul. Alors on va se mettre en mode tape-cul. Donc on met le tasseau comme ceci sous la règle (en montrant aux élèves en même temps). On va compliquer les choses. On va mettre Astérix et Obélix qui veulent jouer ensembles au tape-cul. Et la situation de départ c'est celle-ci. Donc on a Astérix et Obélix qui veulent jouer ensembles au tape-cul, et il faut qu'au départ, quand ils commencent à jouer, la bascule soit en équilibre horizontal. Donc je voudrais que vous me dessiniez comment vous pensez faire (vous pouvez faire plusieurs dessins car il y a plusieurs façons de faire), pour aider Astérix et Obélix à jouer ensemble à la balançoire. Une fois que vous avez fait ça, vous en parlez ensemble par petits groupes et ensuite on fera une mise en commun collective. Vous dessinez vos idées avant de faire.
433		(Les élèves dessinent ce qu'ils pensent.)
434	(35'25)	(Les élèves essayent ce qu'ils ont dessiné.)
435	E	Je vous demande de décider d'une personne dans le groupe qui va présenter aux autres ce que vous avez trouvé. Un groupe va expliquer ce qu'il a fait et les autres, si ils ont fait autrement, rajoutent leurs commentaires. Et au cours de la semaine, chaque groupe à son tour passera le premier. Ecoutons le premier groupe : comment faire pour aider Astérix et Obélix à jouer ensemble ?
436		(Le groupe 1 s'exprime.)
437	E1(40mi n)	Notre première proposition était : on met en équilibre la règle. On pose le petit à l'extrémité et le grand on va l'avancer vers le centre jusqu'à avoir un nouvel équilibre. Donc on rapproche le plus gros vers l'axe.
438	E	Pour vous l'axe c'est l'endroit où ça pivote ?
439	E1	Oui.
440	E2	La deuxième solution c'est de bouger le pivot. Chaque personnage est à une extrémité et on va rapprocher le pivot du plus gros. Et la troisième solution c'est de bouger les deux en même temps.
441	E	(En s'adressant aux autres groupes) : avez-vous trouvé d'autres solutions ?
442	E6	Nous on a dit de charger Astérix pour qu'il soit plus lourd.
443	E	Qu'en pensez-vous les autres ? Avez-vous tous trouvé ces solutions là ?
444	E5	Nous on n'avait pas trouvé le fait de déplacer les deux en même temps.
445	E	Que pensez-vous de cette solution ? C'est intéressant car au début vous avez isolé les choses : je déplace la masse. Ensuite je déplace le pivot. Ensuite est-ce que c'est une troisième solution de déplacer les deux en même temps ?
446	E10	C'est un mixte des deux premières solutions.

447	E11	En fait la masse du gros = la masse du petit plus au bout de la planche.
448	E6	Nous on s'est posé la question : est-ce qu'Obélix doit toujours être à la même distance de l'axe ? On a mesuré et en fait non.
449	E	Je n'ai pas bien compris.
450	E6 (44'44)	Regardez mon schéma. J'ai mis Obélix plus près du pivot. Dans le deuxième cas j'ai rapproché le pivot d'Obélix. Et on s'était dit que peut-être on obtient l'équilibre avec toujours la même distance entre le pivot et Obélix. Et en fait non. Rien à voir, dans un cas on avait 8cm et dans l'autre cas on avait 5cm.
451	E12	Nous on a écrit que M1D1 = M2D2
452	E	Que mettez-vous dans M1 ? D1 ? M2 ? Et D2 ?
453	E12	C'est la masse de l'un X sa distance jusqu'au pivot = masse de l'autre X la distance de l'autre jusqu'au pivot.
454	E	Montrez-moi tous vos dessins. On va mettre tous les dessins par terre et on va regarder les différents dessins. Donnez moi vos avis sur la façon de chacun de représenter les choses.
455	E7	Il y en a qui sont en perspective.
456	E	Regardez ce dessin, on a l'impression que c'est vu de dessus, mais quand on regarde les poids, on a l'impression que c'est vu de côté. Donc quand on représente, on va se mettre d'accord pour faire tout vu de dessus, ou tout vu de côté. Si on met tout vu de dessus, est-ce que c'est pratique pour voir les choses ?
457	Tous	Non.
458	E7	Pour moi ce dessin (en montrant un dessin) est plus scientifique car il est simplifié et on voit ce qu'il faut voir.
459	E	Donc pour vous quelque chose de scientifique c'est …?
460	E3	Quelque chose de simplifié.
461	E2	Avec des légendes.
462	E7	Voilà ce sont les schémas.
463	E	Pour vous, qu'est-ce qui différencie un schéma d'un dessin ?
464	E7	Pour moi, un dessin représente la réalité, alors qu'un schéma cible davantage la démarche.
465	E	Vous voulez dire qu'on met en évidence les éléments essentiels.
466	E7	Voilà alors qu'un dessin représente la réalité et montre des éléments non importants.
467	E	Regardez ce dessin, le pivot est représenté par un petit triangle. On va se mettre d'accord sur la façon dont on va représenter les choses. Et vous étiez en train de me dire qu'on n'a pas besoin de représenter les choses telles qu'elles sont.
468	Tous (3min)	Non.
469	E	Donc vous pensez qu'on peut extraire de ce qu'on fait, des éléments qui vous semblent importants. Quels sont les éléments qui vous semblent importants ?
470	E2	Le pivot.
471	E7	La taille.
472	E8	La place des poids.
473	E	Donc on va représenter des choses plus ou moins lourdes par des tailles plus ou moins grandes.
474	E11	Avant de faire, est-ce qu'on peut faire un schéma de notre recherche et dire : on représente le pivot comme ça, la bâton comme ça, etc… ?
475	E8	Non parce que c'est important cette étape de voir comment chacun a représenté.
476	E10	Ca dépend quel est ton but.
477	E	Moi j'aime bien commencer comme cela car on constate la diversité des représentations.
478	E9	Et en même temps on voit les représentations de chacun.
479	E	Voilà, et on se met ensuite d'accord sur la façon de représenter les choses. Si on se met d'accord, que souhaitez-vous ?
480		(Les élèves choisissent un dessin.)
481	E	Vous voulez utiliser un trait pour le pivot, un trait pour la planche, et pour les masse on fait quoi ?
482	E2	Des cubes.
483	E	Un gros cube et un petit cube ?
484		(Tout le monde semble d'accord.)
485	E (5'50)	J'ai une autre question car dans tout vos dessins, il y a quelque chose qui coïncide.
486	E8	La longueur de la règle est toujours la même.
487	E	Effectivement, on pourrait être vigilant et, maintenant, à chaque fois la longueur de la règle à la même taille. Il y a encore autre chose.

488	E7	On ne sait pas sur quoi est posé le tasseau.
489	E	Alors sur quoi est posé votre tasseau ? Vous n'avez pas représenté le sol.
490	E4	Pour moi la ligne de la feuille représentait la table.
491	E	On va se mettre d'accord pour représenter aussi la surface par un trait. Donc on se met d'accord sur une vue de profil. Souvent on donne des feuilles photocopiées aux enfants avec des tas de représentations sans se préoccuper dans quelle mesure les enfants les comprennent. Et en général ils se trompent, non pas parce qu'ils n'ont pas compris la question, mais parce qu'ils n'ont pas compris ce qui était représenté. Suivant sur quoi on va travailler, on peut commencer par poser la façon dont on va représenter, ou au contraire travailler dessus. Pour les leviers c'est intéressant de travailler dessus. Au contraire les transvasements, on va d'abord se mettre d'accord sur la façon dont on va représenter les choses. Donc, on s'est mis d'accord sur nos représentations. On a trouvé trois possibilités. La première est de rapprocher l'objet le plus lourd du pivot. La deuxième possibilité est de rapprocher le pivot de l'objet le plus lourd. Et la troisième possibilité est de rajouter du poids sur le plus léger. Et effectivement on peut faire un mélange de tous cela, mais je ne considère pas cela comme une possibilité.
492		(Les élèves regagnent leur place.)
493	E(13'50)	Je vais vous poser une nouvelle question. Vous m'avez dit que c'était le plus lourd qui devait être le plus prêt du pivot. Mais on a juste essayé avec deux masses marquées.
494	E8	C'est un peu simpliste.
495	E5	Réducteur.
496	E	c'est-à-dire ?
497	E8	Il faut faire varier les choses, varier les poids d'Astérix et Obélix.
498	E	Faire varier les poids d'Astérix et Obélix et regarder … ?
499	E8	Si il se passe des choses différentes ou pas.
500	E	Voilà, c'est-à-dire que plutôt que de travailler avec deux poids seulement… Vous m'avez dit, c'est le plus lourd qui est le plus près. Pour le moment, je dis que c'est le poids le plus lourd, la masse marquée la plus lourde qui va être plus près du pivot que l'autre. Est-ce que ça je peux le dire, que c'est le plus lourd qui est le plus près ? Je suis en train de faire quelque chose de général là. C'est à dire que je n'ai pas fait attention au fait que ce soit une masse marquée. Quand vous me dites que c'est le plus gros qui est le plus prêt, moi je suis tentée de réfuter.
501		(E distribue des boule en polystyrène.)
502	E	Êtes vous sûre que c'est le plus gros qui est le plus près du pivot ?
503	E3	Oui mais parce qu'on parlait d'Astérix et Obélix.
504	E (16min)	Oui, mais vous ne m'avez pas répondu en termes d'Astérix et d'Obélix. Vous m'avez répondu en terme de c'est plus gros. Vérifiez si c'est le plus gros qui est le plus près.
505	E10	C'est le plus lourd qui est plus près du pivot. Pas le plus gros.
506	E	Effectivement, ce n'est pas le plus gros qui est le plus près, c'est le plus lourd. Vous m'avez dit c'est le plus lourd. Il faudrait vérifier. Pour vérifier, on l'a fait une fois, et on va le faire avec autre chose. On va remplacer les masses marquées par des rondelles. Est-ce qu'il se passe la même chose ? Est-ce que je peux dire la même chose ? Et si après je remplace les rondelles par des écrous ?
507	E11	Il se passe pareil. Si on le fait avec des écrous, c'est là où il y aura le plus d'écrous que ça va balancer. Donc on va dire : c'est là où il y en a le plus. Mais les écrous sont plus lourds que les rondelles. Donc si on met deux écrous d'un côté, il faudra mettre plus de rondelles de l'autre.
508	E12	Là on peut travailler sur le fait que le nombre varie.
509	E	Alors, que fait-on ?
510	E10	Il y a deux paramètres qui changent.
511	E11	Ce que je voulais dire, c'est que si tu ne travailles qu'avec des écrous, tu vas conclure que plus y en a, plus c'est lourd.
512	E(19'10)	Alors, si on ne joue qu'avec des rondelles, que constate-t-on ? Si on veut avoir un équilibre horizontal ?
513	E10	C'est celui où il y a le plus de rondelle qu'il faudra mettre plus près du pivot.
514	E	Ok, donc quand j'ai beaucoup de rondelles d'un côté, et pas beaucoup de rondelles de l'autre, comment je fais pour avoir l'équilibre horizontal ?
515	E11	On met le gros tas plus près.
516	E	Je mets le tas où j'ai le plus de rondelles près du pivot, ou je rapproche le pivot du plus gros tas. Et qu'avez-vous constaté si vous mettez le même nombre de rondelle à gauche et à droite ?
517	E4	On a la même distance entre le pivot et les rondelles.
518	E	Qu'avez-vous constaté avec les écrous ?
519	E2	La même chose.

520	E	Donc, que ce soit avec des écrous, des rondelles, des masses marquées, à chaque fois on constate que pour avoir l'équilibre horizontal, c'est l'objet le plus lourd qui doit être le plus près du pivot. Ok, maintenant je veux bien utiliser l'expression "l'objet le plus lourd". Car j'ai testé plusieurs objets. On vient de vérifier que quel que soit le type d'objet, c'est l'objet que plus lourd qui est le plus près du pivot.
521	(22min)	(E distribue des baguettes en bois et de la ficelle.)
522	E	Je vais vous poser le même questionnement avec des boulons, des écrous et des petits poids. Et on ne va pas poser la baguette sur un pivot. On va établir l'équilibre horizontal de la barre. Vous savez comment on fait ?
523	E8	On met la ficelle au milieu de la baguette.
524		(Les élèves établissent l'équilibre horizontal de la baguette.)
525	E	Maintenant on va se demander, comment faire avec des objets de masses différentes pour maintenir l'équilibre horizontal.
526	(25min)	(Les élèves manipulent.)
527	E(228'50)	Alors, vous avez tous fait des équilibres différents. Qu'avez-vous constaté ?
528	E5	Que ce qui est le plus lourd est plus près.
529	E	Est plus près du centre. Peut-on dire que c'est un pivot ? Est-ce que ça fait encore pivoter ? Au niveau du fil, au niveau du point d'accroche, la tige peut basculer. Donc on a un axe de rotation. Tout à l'heure le pivot était en bas. Maintenant le pivot est au dessus. Mais dans tout les cas on a un endroit où ca pivote, une barre. Et dans tout les cas on a placé le plus lourd le plus près du pivot. Il y avait une deuxième solution.
530	E9	On déplace le pivot.
531	E8	Est-ce que l'endroit où on tient la ficelle a une importance ?
532	E	Comment on fait pour savoir ?
533	E7	On essaye.
534		(Les élèves manipulent en déplaçant le pivot.)
535	E(31'59)	Peut-on faire la même chose avec notre ficelle, qu'on faisait avec le pivot en bois ?
536		(Tout le monde semble d'accord.)
537	E	On vient de travailler la même question (comment établir un équilibre horizontal avec un mobile ?) on a constaté des choses similaires avec ce qui se passait tout à l'heure avec une barre pivotant autour d'un axe. Et dans les deux cas, pour établir un équilibre horizontal, il faut rapprocher l'objet le plus lourd du pivot, ou alors les deux objets ne bougent pas, il faut rapprocher la ficelle, le pivot, de l'objet le plus lourd. On a aussi vu que ce n'est pas le "gros" qui comptait, mais le "lourd". Car ce qui comptait ce n'était pas l'objet en lui-même, mais son poids. En terme méthodologie, arrivez-vous à voir ce que j'ai fait ?
538	E8	On essaye de voir si c'est toujours valable dans des situations similaires.
539	E	Est-ce qu'on a fait de la reproductibilité ?
540	E4	Non car ce n'était pas les mêmes conditions.
541	E	Voilà, s'assurer que c'est reproductible c'est vérifier que quand on fait la même chose, on obtient le même résultat. Est-ce que c'est ce qu'on a fait ?
542	E1	Oui.
543	E	En fait, on a vérifié dans des conditions un peu différentes ce qu'on disait tenait encore la route. On a changé des petites choses qu'on pensait ne pas être essentielles, et quand on change des choses non essentielles, le résultat ne change pas. C'est ce que j'appelle la robustesse. Ce que je raconte est robuste car si je change des choses non essentielles, le résultat ne change pas. On reviendra plus tard sur les équilibres. Vous êtes-vous rendu compte qu'au début vous patouilliez pour savoir dans quel sens il fallait déplacer les choses. Ca c'est vraiment lié à du vécu, c'est à dire qu'il faut vraiment laisser le temps aux enfants de jouer avec tout ça, et au bout d'un moment on s'approprie tout cela. Ne mettez pas autant de matériel au début. Commencez avec les masses marquées. Est-ce que ce qu'on a fait était reproductible ?
544	E5	Oui car on l'a reproduit quatre fois du coup.
545	E	Vous l'avez reproduit au début car vous aviez tous le même matériel. Après, chacun avait des choses différentes. Mais au début on a tous fait la même chose, et on a constaté la même chose avec le même matériel. Entre ce qu'on disait et ce qu'on faisait, à quoi a-t-on donné la priorité ?
546	E4(38'40)	A ce qu'on faisait.
547	E	Ok. On va revenir sur l'histoire m1d1=m2d2.
548	E11	C'est un vague souvenir que j'ai.
549	E	Comment pourrait-on faire ça?

550	E5(40min)	Peser un éléphant avec une souris.
551		(E distribue du matériel dans un sachet et demande de construire une bascule avec les pièces présentes.)
552	E	Qu'est-ce qui est pareil/différent du mobile de tout à l'heure ?
553	E5	Il n'est pas suspendu par un fil.
554	E	Y-a-t-il un pivot ?
555	E10	Oui.
556	E	Tout à l'heure on avait une tige, maintenant on a quoi ?
557	E4(45min)	Une réglette.
558	E10	Maintenant, l'axe traverse la tige.
559	E	Si on met quelque chose de lourd d'un côté, et de plus léger de l'autre, que prévoyez-vous pour faire l'équilibre horizontal ?
560	E7	On met le plus lourd le plus proche du pivot.
561	E	Je vous propose de vérifier si on va pouvoir conclure les mêmes choses avec ce nouveau matériel.
562		(Les élèves manipulent.)
563	E(48min)	Je pense que vous avez tous constaté des choses différentes. Vous avez cherché des choses différentes. On va se mettre d'accord sur la représentation des choses. Vous êtes à chaque fois parti du centre.
564		(E représente la bascule au tableau.)
565	E	Vous allez me dire si vous avez constaté qu'il y a des régularités. Qu'avez-vous fait ? (en s'adressant au groupe 1)
566	E3	On a mis un d'un côté à 6, et trois de l'autre à 2. On a rajouté un de chaque côté et ça n'a pas marché .
567		(E représente en même temps au tableau).
568	E9	Ca ne peut pas marcher car on a rajouté la même chose, sauf que d'un côté on le rajoute près du pivot, et de l'autre côté on le rajoute loin du pivot.
569	E3	Ce n'est pas à ce niveau là que ça joue,
570	E10(3min)	Nous on a vérifié la formule. On en met deux à six, et de l'autre côté on en met trois à quatre.
571	E7	Nous on en a cinq à un, et un à cinq. On a fait une proportionnalité entre la masse et la distance.
572	E	(En s'adressant au premier groupe) : quand vous avez vu que ça ne marchait pas de rajouter +1 de chaque côté, qu'avez-vous fait ?
573	E3	On en a rajouté deux d'un côté, et du coup on a doublé de l'autre côté. Et là ça a marché.
574	E	Donc vous aviez trois à deux, et un à six, et vous êtes passés à deux à six, et six à deux. Regardons le groupe 2.
575	E5	On a mis cinq à deux, et un à six, et un à quatre. Et ça marche.
576	E(6'40)	Peut-on construire une relation avec tout cela ?
577	E5	Oui, la règle m1d1=m2d2 marche.
578	E	Donc on a l'air d'avoir une règle qui marche pour construire l'équilibre tout de suite. L'équilibre c'est le produit de la masse par la distance au pivot d'un côté = masse X distance au pivot de l'autre côté. Comment va-t-on fait pour vérifier cela ? On va se donner deux masses, d'abord prévoir ce que ça donne et vérifier ensuite. On va le faire tous ensemble. Comment pourrait-on avoir l'équilibre avec cinq masses à quatre ?
579		(Les élèves font le calcul.)
580	E(12'15)	Alors est-ce que ça marche ?
581	E7	Oui.
582	E3	On a d'abord fait l'équilibre avec les petites masses, en sachant où on allait les positionner.
583	E4	Comme vous les avez positionnées, le poids est le double d'un côté, et la distance est le double de l'autre.
584	E3	Voilà, c'est ça.
585	E	Donc on a l'impression d'avoir construit quelque chose qui semble être m1d1=m2d2. Maintenant, on ne va plus mettre le pivot au milieu. (E déplace le pivot) : est-ce que je peux encore dire que m1d1=m2d2 ?
586	E4	Non.
587	E	Comment on fait pour savoir ?
588	E4	On essaye

589	(15min)	(Les élèves manipulent.))
590	E	Qu'êtes-vous en train de faire ?
591	E12	On essaye déjà de retrouver l'équilibre.
592	E	Alors on essaye d'abord de retrouver l'équilibre horizontal, et après vous pensez que m1d1=m2d2 ?
593		(Les élèves ne répondent pas, ils réfléchissent.)
594	E	Est-ce que vous pensez que quand l'axe n'est pas au milieu de la tige, non équidistant, on a encore la relation m1d1=m2d2 ?
595	E3	Apparemment non, on essaye mais on n'y arrive pas.
596	E	Vous essayez et vous n'y arrivez pas. Est-ce que c'est la même chose pour tous les groupes ?
597	E5	Moi j'ai réussi. J'ai fait l'équilibre, et après j'ai retrouvé la relation.
598	E	D'accord, vous êtes en train de dire que vous retrouvez la relation m1d1=m2d2 à condition d'avoir déjà la barre à l'horizontal au départ. Ce qui veut dire que quand on écrit la relation m1d1=m2d2, on oublie de préciser …?
599	E10	Que le pivot est équidistant.
600	E	Alors, ou il faut préciser que le pivot est équidistant, est au milieu de la tige, ou alors préciser qu'il faut d'abord avoir la tige à l'équilibre horizontal. Donc cette relation marche bien mais il faut faire attention aux conditions de départ. Et donc ça marche à condition que la tige soit à l'équilibre horizontal au départ. Donc quand on écrit cette relation, on suppose que la barre ne pèse rien. Mais si je manipule avec des masses qui ont un poids proche de la tige, on s'en rend compte. Et vous voyez qu'une collègue se souvenait de cette relation, elle le savait parce qu'elle l'avait appris, mais nous on l'a vérifiée. Donc ce qu'on a fait, c'est que la formule est sortie, mais on peut aussi provoquer cela en construisant un tableau comme j'ai fait au tableau. Si vous voulez travailler cela avec les enfants, il faut poser les choses, et regarder les choses à partir du centre. Cette relation n'est pas au programme. Mais en donner plus aux enfants ce n'est jamais un problème. Et si vous travaillez cela avec les enfants, on peut comme cela introduire la notion de proportionnalité.
601	E(22'20)	Faisons une pause méthodologie. Sur quoi j'ai voulu travailler avec vous en terme de méthodologie ?
602	E2	On a tâtonné, obtenu des résultats, introduit une sorte de principe qu'on a ensuite revérifié
603	E3	On a vérifié avec pleins de matériels différents.
604	E7	On a modifié un paramètre, la position du pivot.
605	E	Alors il y a deux choses, quand on a travaillé avec les choses sur la balance, on a établit une loi qui était : le plus lourd est le plus près du pivot. Et pour établir ça, j'ai insisté sur le fait que c'est ce qui est lourd, et non pas gros. Et que ce n'est pas lié au fait que ce soit des masses marquées, des boulons, etc... Et une fois que j'ai construit cela sur la réglette, on a vérifié que ça marchait aussi sur le mobile. Donc on a déduit que c'était robuste car en changeant des choses non essentielles, on obtenait le même résultat. Ce qui était essentiel c'était le fait que ça puisse pivoter. Peut importe que le pivot soit au dessus ou en dessous. Puis avec la dernière machine, le pivot était dedans. Et comme ça pivote, on a encore constaté que c'était le plus lourd le plus proche du pivot. Donc la règle qu'on a construite, on l'a réutilisée sur un nouveau cas. Puis une collègue a introduit une formule. On a vérifié si la relation marchait. Simplement on a testé ses limites. On a montré que ce n'est pas si robuste que ça, car c'est sensible au fait que la barre doit être initialement horizontale. Ce n'est pas du niveau CP-CE1 mais si vous vous sentez de le faire, vous pouvez. Ca va ? On va revenir sur l'équilibre et on va se raconter une histoire. C'est l'histoire de "Bascule".
606		(E lit l'histoire de Bascule)
607	E(39'56)	Au choix, on peut commencer par la lecture du livre, puis faire ce qu'on a fait. Ou commencer par ce qu'on a fait et terminer par l'histoire. Les deux marchent bien. Alors, peut-on faire comme dans l'histoire ?
608		(Les élèves semblent d'accord.)
609	E	Bah, on essaye. Le lapin est d'un côté, le renard de l'autre, et ça bascule du côté du lapin. Regardez ce qu'ont fait vos collègues, donc c'est possible. Tout le monde y arrive ?
610		(Les élèves manipulent.)
611	E	Est-ce que c'est possible que si le renard s'approche trop du lapin, le lapin tombe ?
612	Tous	Oui.
613	E	Faites attention à ce qu'au départ on ait l'équilibre horizontal. Ensuite, on rapproche le renard de l'axe et on voit si ça bascule du côté du lapin.
614		(Les élèves le font et c'est possible.)
615	E	Alors est-ce que le début de l'histoire est possible ?
616		(Les élèves semblent d'accord.)
617	E	Puis le renard fait marche arrière, et ça bascule du côté du renard. Est-ce possible ?

618		(Les élèves le font et c'est possible.)
619	E(42'35)	Et ensuite, arrive-t-on à faire un équilibre horizontal comme dans l'histoire ?
620	E10	Oui, mais on est obligé de faire bouger le lapin.
621	E	Non, c'est juste le renard qui bouge. Si le renard avance trop, ça bascule du côté du lapin, et si il recule trop, ça bascule du côté du renard. Donc peut-on faire comme dans l'histoire ?
622	Tous	Oui.
623	E	Donc là, qu'a-t-on fait en terme de méthodologie ?
624	E12	On est parti de quelque chose.
625	E	On est parti d'une histoire. On s'est posé la question "est-ce que c'est possible ?".
626	E4	Et on a essayé de reproduire.
627	E	Donc on a essayé de reproduire et on a conclut qu'on peut faire comme dans l'histoire. Mais qu'a-t-on fait d'autre ?
628	E2	On a expérimenté.
629	E	Oui on a expérimenté, avait-on un pont comme dans l'histoire ?
630	E7	On a fait une maquette.
631	E	Oui, on a fait une maquette, on a fait ce qu'on appelle un modèle. On a pris les éléments qui nous semblaient importants dans l'histoire, et à partir de là, on a construit un modèle. Et on a navigué entre la fiction, l'histoire, et le monde physique.
632	E1	Je pense que c'est vraiment ce qui nous manque, c'est ce qui apportera le plus aux enfants dans cette démarche.
633	E4	C'est vrai que ce n'est pas ce qu'on fait actuellement.
634	E (45min)	On a retravaillé les mêmes choses. On avait un discours, on a fait des choses, et à qui a-t-on encore donné la priorité ?
635	E9	A ce qu'on a fait.
636	E	Voilà, quand on fait des sciences, on donne la priorité à ce qu'on fait. Et ici, on a navigué de façon consciente et explicite entre la fiction et notre monde à nous. Et on donne la priorité à notre monde à nous. On a simplifié l'histoire.
637		(E fait la liste du matériel à apporter le lendemain.)
638		(E fait la liste du matériel à amener le lendemain.)
639	(5'11min)	(E commence la lecture de Plouf.)
640	E(10'45)	Devinez ce qu'on va faire avec cette histoire ?
641	E7	On va voir si c'est possible.
642	E	Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Sur quoi va-t-on se focaliser dans l'histoire ?
643	E9	Sur la poulie.
644	E	Sur la poulie, et donc sur les jeux de monter/descendre. Remémorons-nous l'histoire : au départ on a un loup qui se retrouve au fond du puits. Le loup est remonté par un cochon.
645	E1	Le cochon ne peut pas être remonté par trois lapins.
646	E2	Oui, mais c'est une famille lapins !
647	E	Donc le cochon est en bas. On essaye de voir si on peut faire comme dans l'histoire, donc si avec des personnages on peut reproduire l'histoire. Donc essayez de faire en sorte que votre personnage cochon puisse remonter le loup.
648	E6	Est-ce que la corde est bloquée à un moment pour ne pas tomber elle aussi dans le puits avec le seau et la poulie?
649	E	La corde est suffisamment longue pour que le seau se pose au fond du puits, regardez mon image. (En montrant l'image du livre.) Donc, on a un cochon qui est en bas. Le cochon a fait remonter le loup. Ensuite ?
650	E3	Les lapins font remonter le cochon.
651	E1	Un cochon ne pèse pas trois lapins.
652	E8(13'13)	C'est un petit cochon.
653	E	Ce qu'on va dire là, c'est qu'on essaye de faire autant qu'on le peut comme dans l'histoire. Donc on va voir si avec des personnages lapins, on peut faire remonter le cochon. Ensuite, une fois qu'on a les cochons au fond, ils font remonter le loup.
654	E1	Je n'y crois pas du tout à cette histoire.
655	E	Alors, qu'est-ce qui nous intéresse là ? On pourrait se poser des questions sur les masses respectives dans notre monde à nous. Va-t-ton se focaliser là-dessus ?
656		(Certains pensent que non.)
657	E1	La question c'est de savoir si cette situation est possible? Que le loup soit remonté par un tel,

		… etc. Donc ça suppose que celui qui descend est plus lourd.
658	E	Oui, vous êtes en train de me dire que pour que le cochon remonte, il faut que les lapins soient plus lourds. Bah, on va s'arranger pour construire des personnages avec des lapins plus lourds que le cochon.
659	E4	Et ça, ça ne pose pas de problèmes ?
660	E8	Non car on peut avoir trois gros lapins face à un petit cochon.
661	E5	Comment on va s'arranger pour que ce soit possible en fait.
662	E	Donc on va s'arranger pour essayer de faire comme dans l'histoire à chaque étape. Donc, avoir le loup qui est remonté par le cochon, le cochon qui est remonté par les lapins, et les lapins qui sont remontés par le loup. Donc la question que je vous pose c'est : peut-on faire ce jeu de remontée/descente des différents personnages ? Peut-on faire comme dans l'histoire nous, dans notre monde physique ?
663	(16min)	(Les élèves réfléchissent)
664	E	Alors, est-ce que c'est possible ?
665	E7	Pour être remonté par le cochon la première fois, le loup doit être moins lourd que le cochon.
666	E10	Je pense que pour faire cela, avant, les enfants doivent avoir cette notion.
667	E3	Mais ça ils vont le tester tout seul à un moment, quand le loup est au fond du puits, il faut mettre quelque chose dans le seau pour le remonter.
668	E1	Oui, ils vont tâtonner et mettre quelque chose de plus lourd.
669	E10	Donc la première étape, c'est déjà qu'ils aient conscience qu'il faut quelque chose de plus lourd.
670	E3	On fait les personnages avant ? (en voyant les bouteilles de sable de E.)
671	E	Moi je fais les personnages avant.
672		(E présente les différents personnages, des bouteilles de sable.)
673	E	Alors, est-ce que mon histoire est possible ?
674	E6(19'40)	Non car le loup est le plus léger de tous.
675	E	Le loup est le plus léger de tous, et donc ?
676	E4	Il ne peut pas faire remonter les lapins qui sont les plus lourds.
677	E	Comment on va faire pour savoir ?
678	Plusieurs	On va essayer.
679	E	De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire ?
680	E4	D'un puits.
681	E	Comment va-t-on faire pour construire un puits ?
682	E11	On n'est pas obligé d'avoir un puits, on peut le faire sans le puits.
683	E8	Le fond ça va être le sol.
684	E	Oui, ou vous pouvez prendre un gros bac pour faire le puits. Comme vous êtes grands, on va avoir un puits virtuel. Le support du puits, on peut le construire avec le matériel de sport, les plots, deux barres, et on pose une autre barre par-dessus. On y met la poulie. Ensuite on a besoin de quoi d'autre ?
685	E9(23'18)	Une ficelle.
686	E	Oui, et je vous ai aussi apporté des seaux, c'est plus pratique avec deux seaux.
687		(E distribue les seaux et la corde.)
688	E	On a aussi dit qu'il fallait des loups, des lapins et tout le tsouin-tsouin.
689		(E continue à distribuer le matériel. Les élèves manipulent.)
690	E(27min)	Il ne faut pas tenir la corde, est-ce que dans l'histoire on a une main qui tient la corde ?
691		(Les élèves essayent de refaire l'histoire.)
692	E6	J'ai peur que la poulie ne tourne pas. Si c'est bon, elle tourne. Alors le premier c'est bon il arrive en bas. Après c'est le cochon. Ok donc, il est là au fond. On enlève celui-là
693	E	Vous avez essayé ? Alors, est-ce que ça marche ?
694	E4+E5+E6	Non. Il faut un peu secouer et des fois ça part d'un coup après.
695		(E essaye de refaire l'histoire elle-aussi.)
696	E	Donc on a le loup qui descend, ensuite on a le cochon, il remonte le loup. Ensuite la famille lapin qui remonte le cochon. Et le loup qui revient, le loup du début …
697	E6	Et là ça ne marche pas.
698	E	Avez-vous pu faire comme dans l'histoire ?
699	Tous	Non.

700	E4	Oui.
701	E	Vous avez pu faire comme dans l'histoire ?
702	E4	Non.
703	E	Est-ce qu'on a pu faire remonter le loup par le cochon, comme dans l'histoire ?
704	Tous(30'05)	Oui.
705	E	Est-ce qu'on a pu faire remonter le cochon par les lapins, comme dans l'histoire ?
706	Tous	Oui.
707	E	Est-ce qu'on a pu faire remonter les lapins par le loup comme dans l'histoire ?
708	Tous	Non.
709	E	Est-ce que l'histoire est possible ?
710	Tous	Non.
711	E	On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Quand on va faire des sciences, à qui va-t-on donner la priorité ?
712	E11	A la réalité.
713	E9	A l'expérience.
714	E	Donc, si on donne la priorité à l'expérience, est-ce que l'histoire est possible ?
715	Tous	Non.
716	E	Est-ce embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?
717	E12	Non.
718	E	Non, pourquoi ?
719	E7	Parce que c'est une histoire.
720	E9	Parce qu'une histoire c'est imaginaire.
721	E	Voilà, dans une histoire on raconte ce qu'on veux.
722	E7	Je voudrais quand même faire remonter les petits lapins.
723	E	Que pourrait-on faire, pour faire remonter les petits lapins ?
724	E3	Il faut en mettre plusieurs ensemble, par exemple le loup avec le cochon.
725	E7	On peut mettre des pierres.
726	E	Oui, on pourrait mettre des pierres.
727		(E rajoute des pierres.)
728	E7	Ca marche.
729	E	Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Non. On peut changer l'histoire, et si on raconte que le loup arrive avec un tas de pierre avec lui, c'est possible. Vous m'avez aussi dit que le loup pourrait avoir mangé.
730	E3	Oui mais il n'aurait plus d'intérêt à aller chercher les lapins.
731	E	Oui, et le loup est le même à la fin. Il n'a pas l'air d'être beaucoup plus gros.
732		(E rajoute du poids du côté du loup, comme si il avait beaucoup mangé. Le loup remonte les lapins.)
733	E	Voilà j'ai pris un loup plus gros. Mais avec un loup plus gros, est-ce que je peux refaire le début de l'histoire ?
734	E7	Non.
735	E	Si j'ai mon loup plus gros, est-ce que le cochon peut remonter le loup comme au début de l'histoire ? (E fait l'expérience en même temps, et ça ne marche pas.)
736	E7(33'03)	Non.
737	E	On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Ensuite, on peut se demander avec les enfants "pourquoi ne peut-on pas faire comme dans l'histoire ? Comment expliquer que le loup ne puisse pas remonter les lapins ?
738	E3	Ils répondent que c'est parce que c'est une histoire.
739	E	Certains enfants vont dire que le loup ne peut pas faire remonter les lapins car les lapins sont trois. Ou parce que les lapins sont trop lourds. Les lapins sont trois. On aura fait trois lapins en patte à modeler. Que se passe-t-il si avec mes trois lapins je fais un gros lapin ? Est-ce que ça change quelque chose. Comment fait-on pour savoir ?
740	E5	On essaye.
741	E	On essaye et on constate que ça ne change rien. Donc ce n'est pas le fait qu'ils soient trois. Par contre effectivement ils sont gros. Gros et lourds, là on est un peu embêté. Là on le fait avec des bouteilles qui sont pareilles. Mais ici (en désignant un objet) effectivement ils sont plus gros. Donc gros et lourds on peut l'accepter à ce niveau-là. Ou alors on va travailler plus spécifiquement avec des objets différents. On peut travailler avec du polystyrène, on prend un gros loup en polystyrène et des petits lapins en masses marquées et on montre que ce n'est

		pas gros, c'est lourd. Et l'histoire de "ils sont trois", c'est la raison pour laquelle on n'utilise pas "Un petit coup de main." C'est une histoire de bascule, un éléphant face à un autre animal. C'est comme Astérix et Obélix. Il ne peut pas jouer du coup il y a plein d'animaux qui arrivent et à un moment c'est un petit insecte qui se pose sur la barre et ça rétablit l'équilibre. Sauf que pour les petits, ils vont comprendre que c'est l'accumulation qui fait le basculement. Alors que nous, on insiste sur "le plus lourd". Donc *Plouf*, on ne peut pas faire comme dans l'histoire.
742	E(37min)	Est-ce que pour aller plus loin on peut s'amuser à prévoir le résultat avec un gros objet en polystyrène et un petit objet en métal, par exemple ?
743	E	Oui, on prolonge. En terme de méthodologie, qu'est-ce qu'on travaille avec les enfants ?
744	E10	On essaye.
745	E	On essaye, primauté de l'expérience. On a navigué entre l'histoire et le monde physique. A-t-on vérifié dans ce qu'on a fait que si on changeait des choses non essentielles, ça ne changeait pas le résultat ?
746	E11	Oui, on a changé les poids.
747	E	Oui il y avait à chaque fois le même ordre des poids mais vous n'aviez pas les mêmes poids. Quoi d'autre ?
748	E7	Nos poulies sont différentes.
749	E(39'18)	Oui, on a travaillé la robustesse. Avec des poulies différentes, on a observé la même chose. Est-ce que c'est reproductible ? A-t-on vérifié que tout le monde voyait la même chose et qu'on peut le refaire ?
750	E3	Oui.
751	E	Oui, on l'a fait deux fois, mais on pourrait le faire trois ou quatre fois.
752		(Fin de la journée.)
753	E	Nous allons travailler sur les sabliers. A quoi sert un sablier ?
754	Plusieurs	A mesurer le temps.
755	E	Oui, à mesurer le temps, à mesurer une durée. Avec des enfants on va commencer par leur demander d'apporter des sabliers de la maison éventuellement. On va introduire ça en EPS. Comment on fait pour utiliser un sablier ?
756	E3	On le retourne.
757	E	Oui, on commence à jouer quand on le retourne, et on s'arrête quand le sable a fini de s'écouler. Regardez, j'en ai quatre différents. Ils ont des couleurs différentes. Peut-on imaginer lequel va prendre le plus de temps pour s'écouler ?
758	E8	C'est le même trou ?
759	E10	C'est le même sable ?
760	E	Donc vous être en train de me dire que pour prévoir, il faut regarder la quantité, le diamètre du trou et la grosseur du grain.
761	E10	Moi je suis pas sûre sur la grosseur du grain. C'est ou ça passe, ou ça ne passe pas.
762	E	On va les retourner et regarder.
763	E2	Top, le sablier rouge est le plus rapide.
764	E	Est-ce qu'il est le plus rapide ?
765	E5	C'est celui qui prend le temps le plus bref.
766	E(3'50)	C'est celui qui prend le moins de temps pour couler. Rapide c'est associé à quoi ?
767	E6	Une vitesse.
768	E	Est-ce que je mesure une vitesse ? Non je mesure une durée. Donc on a des sabliers qui prennent plus ou moins de temps pour se vider. Vous m'avez dit qu'il faut faire attention à la quantité, le diamètre du trou et la grosseur du grain. Pourquoi on utilise des sabliers ? Vous m'avez dit pour mesurer un temps.
769	E11	Pour limiter un temps.
770	E	Donc de façon générale, pourquoi on utilise un sablier si on fait deux jeux, trois jeux ? Le sablier permet d'avoir à chaque fois …?
771	E8	La même durée.
772	E (6'40)	Vous le savez comment ça ?
773	E4	C'est la même chose.
774	E7	Avec des expériences.
775	E2	Il faut mesurer le temps que dure l'écoulement du sable.
776	E10	Il faut le faire plusieurs fois et le vérifier plusieurs fois.
777	E	Effectivement, on nous a dit qu'un sablier mesure toujours la même durée. Pour le vérifier on peut …?
778	E9	Essayer.

779	E	Avec quoi?
780	E9	Un chronomètre.
781	E	Allez, on essaye alors. On va prendre deux sabliers car si c'est valable pour l'un …
782	E1	C'est valable pour l'autre.
783	E	Ah, ça on ne peut pas le savoir. On va dire que si ça marche pour deux, ça marche pour les autres. Il y a une autre façon de faire aussi.
784	E12	On peut compter.
785	E	Oui on peut compter, mais on peut aussi chanter et voir si quand on chante il se passe la même chose.
786	E6	Oui mais on n'est pas obligé de chanter à la même vitesse.
787	E12	Il vaut mieux chanter avec le cd.
788	E9	Je pense que plus le trou est gros, moins la mesure va être (E9 ne finit pas sa phrase).
789	E2	On peut chanter "une souris verte".
790	E10	C'est pas assez long.
791	E2	On chante en boucle.
792	E (10min)	Ok, on recommence et on chante.
793		(E retourne les sabliers et les élèves chantent en boucle jusqu'à ce que les deux sabliers arrêtent de s'écouler).
794	E	On recommence.
795		(E retourne les sabliers et les élèves chantent en boucle jusqu'à ce que les deux sabliers arrêtent de s'écouler).
796	E	Alors ?
797	E7	Je pense que c'est difficile car la vitesse d'écoulement est trop rapide. Quand vous retournez il y a déjà un décalage et quand c'est fini il y a encore un décalage.
798	E	Donc on a une précision qui est relative. On a quoi comme mesure pour le sablier rouge ?
799	E11	28,28, 30 et 32 secondes.
800	E	Et si on le refait encore une fois? On est au environ de quoi là ?
801	E11	30 secondes.
802	E	Et sur le deuxième on est au alentour de 1 min. Et vous avez vu avec les chansons on est à quelques secondes près.
803		(E retourne les sabliers et les élèves chantent en boucle jusqu'à ce que les deux sabliers arrêtent de s'écouler).
804	E (16min)	Ok, donc en terme de chansons, approximativement on est à la même durée. Après le truc à faire c'est de se construire un sablier avec une chanson qui s'arrête pile poil.
805	E10	Ca va être dur de trouver une chanson qui s'arrête pile.
806	E	Non mais tu choisis ta chanson et après tu fais ton sablier. Bon, peut-on dire qu'on sablier mesure toujours la même durée ?
807	E10	Oui, plus ou moins.
808	E	Oui, on va dire que ça mesure "presque" la même durée à chaque fois. Donc on s'est assuré que ce qu'on disait sur les sabliers, ça a l'air de coller. Là ce sont des sabliers du commerce mais ce qu'on aimerait bien faire, c'est choisir sa durée. On peut faire les choses de plusieurs façons. La première fois que vous allez travailler avec les enfants, vous ne prenez même pas les bouteilles. Vous amenez un bac et vous les laissez jouer avec. Comme ça ils se sont fait plaisir puis on peut vraiment rentrer dans le travail. On peut dire avec les enfants qu'on va fabriquer un sablier. Sinon, on arrive avec des sabliers. Comment fabriquer des sabliers rapidement ? On prend deux bouchons. Je prends un poinçon et mon bouchon. Je vise le centre et je perce. On prend un deuxième bouchon et on fait aussi un petit trou. On a deux petits trous. On les met ensemble, on pince, on prend du scotch.
809	E	Donc mes bouchons, pour que les enfants refassent c'est simple, un qui les tient, et un autre qui enroule le scotch autour. Comme ça ils refont comme des grands. Et ça leur apprend à faire attention. Alors, faut faire attention car les enfants, quand ils vont verser, prévoyez large car on va mettre du sable dans la bouteille, reboucher, et après il vont faire ça (E montre que les enfants vont retourner la bouteille de sable sur l'autre bouteille pour les assembler, et donc en mettre partout). Il va donc falloir réfléchir ensemble sur comment on va faire : on met la bouteille vide au-dessus pour visser. Mais soyez sûre que même si vous le dites, ils vont le faire dans l'autre sens.
810	E1	Sinon on leur montre ce qu'il se passe si on retourne la bouteille pleine de sable, comme ça ils voient ce que ça fait et il n'y a que nous qui faisons la caguade.
811	E	Oui, ça s'appelle du doux optimisme.
812	E2	On prévoit la pelle et le balai.

813	E	Oui, sinon vous prévoyez les petites barquettes, ou une cuvette.
814	E3	Le sable on peut le trouver dans des magasins déco
815	E	Oui ou alors dans des magasins japonais.
816	E4	On peut le prendre à la plage sinon.
817	E5	On n'a pas le droit à la plage.
818	E (3min)	A la plage on n'a pas le droit mais… Alors, vous avez des bouteilles, et ici on a des sabliers. Celui-ci (en désignant un sablier) va être ma référence. Je vais vous donner des bouchons (E distribue les bouchons). Donc vous avez des bouchons, plusieurs bouteilles, vous regardez si les bouchons vont bien avec les bouteilles. Je vais vous lancer un défi. Je vous demande de construire un sablier qui, quand on le retourne, on mesure une durée plus courte que celui-ci (en montrant le sablier qui a une durée d'écoulement d'une minute.) Donc fabriquez-moi des sabliers, plusieurs sabliers vu que vous avez plusieurs bouchons et plusieurs bouteilles, qui ont des durée plus courtes que le sablier de référence.
819	E6 (6min)	On est bien d'accord qu'on est dans l'absolu, quand vous dites moins d'une minutes c'est pas un tout petit peu moins ?
820	E	Oui c'est moins d'une minute, peu importe.
821		(Atelier en groupe pour faire les sabliers)
822	E3	Ca s'arrête quand ça ne s'écoule plus ?
823	E	Effectivement, on va se mettre d'accord sur le fait que ça s'arrête quand ça ne s'écoule plus.
824		(Travail en groupe)
825	E (13'20)	Vous aller aligner vos sabliers que vous venez de construire sur la table et on va regarder tous ensemble ce que ça donne chez les uns et chez les autres.
826		(Alignement des sabliers.)
827	E	Regardez-les sabliers des uns et des autres. Que commence-t-on par faire ?
828	E2	On vérifie que la consigne est respectée.
829	E	On commence par vérifier le respect de la consigne. Je lance le top départ vous êtes prêts ? Un, deux, trois. (Les élèves retournent les sabliers et attendent).
830	E7	(En montrant le sablier d'un autre groupe) eux ça coule plus non ?(puis secoue son sablier)
831	E	Hep hep hep, on ne touche pas.
832		(Les sabliers ont fini de s'écouler)
833	E (17'16)	Avez-vous tous respecté la consigne ?
834	Tous	Oui
835	E	On n'a regardé que dans un sens, est-ce qu'on vérifie quand on retourne le sablier dans l'autre sens, se passe t-il la même chose ?
836	E5	Oui
837	E	Vous en concluez que oui.
838	E5	On va essayer.
839	E	Vous êtes prêtes ? Un, deux, trois. (Les élèves retournent les sabliers). Regardez ceux de là-bas, et regardez ceux d'ici.
840		(Les sabliers ont fini de s'écouler)
841	E	Alors si on regarde vos sabliers, est-ce qu'ils prennent tous la même durée pour s'arrêter ?
842	Tous	Non.
843	E	D'un groupe à l'autre, expliquez-nous ce que vous avez fait. Avez-vous mis la même quantité dans chaque bouteille ?
844	Tous	Non.
845	E	Vous souvenez-vous combien vous avez mis dans chaque bouteille ?
846	Tous	Non.
847	E (19 min)	(En désignant un groupe). Vous, vous avez fait deux bouteilles avec des quantités identiques, et une bouteille avec une quantité différente. (En s'adressant à toute la classe) : pouvez-vous classer vos sabliers de celui qui prend le moins de temps, à celui qui prend le plus de temps ?
848		(Les élèves s'exécutent).
849	E	Qu'observe t-on dans les différents groupes ?
850	E3	Que ça fait des escaliers.
851	E	D'accord. Êtes-vous sûres de votre classement ?
852	E2	Oui, on vient de le vérifier.
853	E (22 min)	Vous êtes sûres ? On va les re-retourner encore une fois, vérifiant que vous les avez bien classer de celui qui prend le moins de temps, à celui qui prend le plus de temps. Vous êtes prêts ? Un, deux, trois (les élèves retournent les sabliers).
854	E	Que peut-on déduire de nos observations ?
855	E5	Plus on met de sable, plus la durée est longue.

856	E	Ok c'est ce que vous avez observé au sein de chaque groupe : plus on met de sable …
857	E3	Plus la durée s'allonge.
858	E	C'est vérifié par chaque groupe ?
859	E7	Oui c'est vérifié quatre fois.
860	E	C'est vérifié quatre fois… est-ce que c'est reproductible votre histoire ?
861	E3	Oui car on observe quatre fois.
862	E	Donc vous l'avez plusieurs fois et vous avez constaté la même chose. Que peut-on conclure ?
863	E1	On conclue que plus on met de sable, (tous le monde parle en même temps) plus ça met de temps.
864	E	Ok donc plus on met de sable dans un même sablier, plus ça met de temps pour s'arrêter de s'écouler. Qu'est-ce qu'on aurait envie de faire maintenant ?
865	E1	De changer les trous. Enfin, de mélanger, de mettre un trou jaune avec un trou vert, par exemple.
866	E3	Moi je pense changer les diamètres de trous.
867	E	Ah, changer les diamètres et voir ce qu'il se passe.
868	E8	Moi j'aimerais qu'on fabrique un sablier en choisissant le temps qu'il doit durer.
869	E3	Moi j'aimerais les prendre tous et les classer.
870		(E note les idées de chacun)
871	E	Qu'est-ce que ça vous apporterait de les classer ?
872	E3	De voir que s'il y a plus de sable, c'est pas forcément le plus long.
873	E6 (27 min)	Oui donc de voir que le diamètre est important.
874	E5	Ce qu'on pourrait faire tout simplement c'est chanter. Pour chaque sablier on chante une chanson et on voit quand ça s'arrête. Mais déjà faire l'hypothèse que plus le diamètre est petit, plus la durée d'écoulement va être longue.
875	E	Qu'en pensez-vous ? (en s'adressant aux autres de la classe).
876	E5	Mais ça on ne l'a pas encore vérifié. On a déjà vérifié avec la quantité de sable, mais pas avec le diamètre.
877	E	C'est-à-dire vérifier la taille du trou, car on n'a vérifié que la quantité. On a fait varier la quantité et on a vu que pour des sabliers identiques, plus on met de sable…
878	E2	Moi je l'ai fait en classe, j'avais préparer des sablier avec des quantités différentes, on passe une chanson et on voit quand ça s'arrête, et après on change la taille des trous et les élèves voient quand ça s'arrête.
879	E3	Pour vérifier la deuxième hypothèse.
880	E	Que faut-il pour vérifier la deuxième hypothèse ?
881	E6	On prend la même quantité de sable
882	E	Qu'en pensez-vous les autres ?
883	E7	Ah oui on ne fait changer qu'un paramètre.
884	E (30 min)	On va mettre de la musique. (E met de la musique). La chanson dure 1m07 donc on va voir quand ça s'arrête. Alors, comment on s'organise ?
885	E5	On choisit un sablier.
886	E	Chacun va choisir un sablier et on va s'échanger les bouchons.
887	E1	Faut d'abord le faire une fois avec le nôtre.
888	E (32'22)	Oui, faut d'abord le faire une fois avec le vôtre et vous notez l'endroit sur lequel ça s'arrête. Notez la couleur du bouchon. Prêts ? Un, deux, trois. (Les élèves retournent les sabliers).
889		(Les sabliers ont fini de s'écouler).
890	E	Que fait-on maintenant ?
891	E2	On change de bouchon.
892	E	Ok on les échange. N'oubliez pas de noter la couleur du bouchon. Prêts ? Un, deux, trois. (Les élèves retournent les sabliers).
893		(Les sabliers ont fini de s'écouler).
894	E (36'30)	Que fait-on maintenant ? On échange les bouchons. Prêts ? Un, deux, trois. (Les élèves retournent les sabliers).
895	E	Qu'avez-vous constaté dans chaque groupe en termes de classement ? Pour chaque groupe vous aviez des quantités de sable différentes.
896	E2	Oui
897	E3	Non la même quantité.
898	E	Alors, groupe X ?
899	E3	Toujours la même quantité de sable.
900	E	Ok, donc ce qui est pareil et ce qui change ?

901	E3 (46'27)	On a changé le diamètre du trou.
902	E	Ok donc même quantité de sable, mais diamètres différents.
903	E8	Oui mais des fois, comme les trous ne sont pas tout à fait en face, ça rétrécit la taille du trou.
904	E	Ok, prenez tous des bouchons avec des diamètres différents et regardez. Que constatez-vous ?
905	E6	c'est inversement proportionnel.
906	E1	Plus la taille du trou est grande, plus ça s'écoule rapidement.
907	E	Bon, dans chaque groupe, qu'est-ce qui était pareil et qu'avez-vous changé ?
908	E2	La quantité de sable n'a pas changé. Mais le diamètre des trous oui.
909	E	Ok, qu'avez-vous constaté dans ce groupe là ?
910	E4	Plus le diamètre du trou est gros, plus le sablier coule vite.
911	E3	Et si on changeait la taille de la bouteille ?
912	E1	Oui parce qu'on ne l'a pas mis dans nos idées du début.
913	E (49 min)	Bon, si je classe mes sabliers de la durée la plus courte, à la durée la plus longue, je vais des diamètres les plus gros, aux diamètres les plus petits. Vous avez trouvé ça ?
914	E	Ok, ça va ?
915	Tous	Oui
916	E8	Au début, quand on avait mis toutes les bouteilles, on avait repéré que si il n'y avait que des trous noirs, les quantités de sable, pour une même durée, on va dire inférieure à une minute, les quantités de sable étaient très importantes, pour les jaunes, un peu moins, et pour les verts (le plus petit diamètre) on avait une quantité de sable encore moins importante. Donc on aurait déjà pu émettre l'hypothèse.
917	E3	D'ailleurs c'est ce qui a été fait.
918	E	Oui parce que vous aviez dit "c'est des petites joueuses, elles ne mettent pas beaucoup de sable".
919	E3	Oui et finalement on avait vu qu'elles avaient un tout petit diamètre.
920	E8 (1min)	Oui, on n'en avait pas trop mis parce qu'on sentait bien que ça n'allait pas trop s'écouler.
921	E	Là j'ai fait deux choses différentes car dès le début, vous aviez des bouchons différents.
922	E2	C'est vrai qu'on avait juste regarder la couleur des bouchons.
923	E1	Oui mais quand tu les regardes couler tu vois que c'est pas pareil.
924	E	Quand on va le faire avec des enfants, au départ ils doivent tous avoir des bouchons avec le même diamètre. Et on va faire la suite après, mais là on va d'abord faire nos mesures avec des trous identiques.
925	E	Alors qu'est-ce qu'on a fait ? On a commencé par se demander si notre sablier mesure toujours la même durée. On l'a donc retourné plusieurs fois pour vérifier. Ensuite vous m'avez dit que pour faire varier la durée d'écoulement du sablier, on va jouer sur plusieurs choses : la quantité, la taille du trou, etc. Je vous avais lancé sur un défi, construire des sabliers où la durée d'écoulement était plus petite que la durée de ce sablier de référence. Vous l'avez tous fait, et on a constaté dans tout les groupes que dans les sabliers il n'y avait pas la même quantité de sable, et que plus il y avait de sable dans un sablier, plus ça prenait du temps pour s'écouler. Et puis, on s'est posé des questions sur la taille des trous. La collègue a proposé de garder les mêmes sabliers, et de changer le bouchon. Vous avez alors constaté que la durée d'écoulement est plus longue quand la taille du trou est plus petite. Du coup j'ai envie de revenir sur : "changer les diamètres mais même durée". On va donc partir dans l'autre sens : on a construit ça, que pouvez-vous prévoir, que faudrait-il faire pour, avec trois tailles de trous différentes, pour avoir les mêmes durées ?
926	E2 (3min)	Plus le trou devient petit, moins il faut mettre de sable.
927	E	C'est-à-dire par exemple avec le trou du milieu, si il me faut deux doses de sable, pour avoir la même durée il faudra une dose là. Donc là on a construit une règle : plus le trou est gros, moins ça prend de temps pour s'écouler pour une même quantité. On est donc en train de déduire que si ça marche, pour avoir une même durée, avec le petit trou on mettra moins de sable qu'avec le trou moyen, et encore moins qu'avec le gros trou. J'utilise ce que j'ai construit pour faire une prévision sur la façon dont je vais construire mes sabliers. Êtes-vous d'accord ?
928		(Tous semble d'accord).
929	E	Je vous propose qu'on le fasse plus tard si on a le temps. Mais pour le moment on a dit que plus le trou était gros, plus la durée était courte pour un même sablier. On a toujours travaillé …
930	E4	Avec le même sable.
931	E	Ah, vous aimeriez travailler avec des tailles de grains différents.

932	E5	Si la taille du grain est adapté à la taille du trou, ça passe. Si non, ça passe pas.
933	E (6min)	J'aimerais faire deux choses. Vous m'avez dit que plus on met de sable dans une bouteille, plus ça prend de temps pour s'écouler. Que pensez-vous qu'il se passe avec un autre sable, de la semoule, ou du sucre ?
934	E4	Ca devrait être pareil.
935	E7	Après pour le temps que ça va prendre on ne sait pas.
936	E4	En tout cas la règle de plus le trou est petit, plus ça va être long c'est pareil.
937	E2	Oui mais si tu mets un même trou, par exemple le vert, et que tu mets le sable fin, ou que tu mets de la semoule (un grain plus gros, mais qui va passer), c'est différent.
938	E	Ca c'est une autre question.
939	E3	Oui mais en changeant simplement ça, c'est deux hypothèses qu'on a déjà vérifiées se vérifient toujours.
940	E	Prenons ces deux bouteilles. Si au lieu de mettre du sable, je mets de la semoule, qu'en pensez-vous ? Les règles qu'on a construites vont-elles encore se vérifier ?
941	Tous	Oui.
942	E	Comment on va faire pour savoir ? Déjà, est-ce important de s'en assurer ?
943	E7	Oui car ça veut dire qu'on peut fabriquer des sabliers avec n'importe qu'elle matière qui s'écoule.
944	E4	Je pense que ce n'est pas si important car l'important c'est de mesurer une durée, peu importe si c'est avec du sable ou autre, je ne vois pas l'intérêt.
945	E (9min)	On va voir. Ce que je vous propose, quand je dis "plus j'en mets, plus ça prend de temps", c'est de ne pas se limiter au sable et d'essayer avec autre chose. Le groupe 1 travaille avec du sable fin. Le groupe 2 travaille avec la semoule, et le groupe 3 travaille avec du sucre en poudre. Le groupe 4 travaille avec de la semoule. Là on est en train de voir si avec les différentes substances que vous avez, plus on en prend, plus ça prendra de temps pour s'écouler.
946		(Les élèves font les expériences par groupe).
947	E (13'06)	Quand vous avez fait ça, vous comparez l'influence de la taille du grain, vu que vous avez deux substances différentes.
948	E7	J'ai l'impression que ça va plus vite dans un sens que dans l'autre.
949	E	C'est possible. Comment on fait pour savoir ?
950	E7	On prend la mesure.
951	E (16'18)	Voilà, c'est possible parce que le trou peut être plus gros d'un côté que de l'autre.
952		(Les élèves terminent le travail en groupe).
953	E (27'17)	Vous allez maintenant expliquer ce que vous avez fait. Et on va faire un bilan de ce qui a été fait dans les différents groupes.
954	E10	On a essayé de mettre la même quantité de matière, en masse. On a de la semoule fine et de la semoule à gros grains. On a pris une bouteille avec un entonnoir, on a pesé 33g et on a versé les 33g de semoule à gros grains dans la bouteille. Puis on a versé 33g de semoule fine dans une autre bouteille. On s'est ensuite demandé si les deux semoules s'écoulent à la même vitesse. Mais bon on n'est pas vraiment sûre car on a essayé de prendre le même diamètre pour le trou des bouchons mais parfois c'est un peu décalé.
955	E2	Vous devriez essayer en inversant les bouchons sur les deux sabliers.
956	E10	Bonne idée.
957		(Après avoir retourné les deux sablier, E10 inverse les bouchons).
958	E	Lequel prenait plus de temps pour s'écouler ?
959	E5	Celui à gros grains.
960	E	Ok et donc là on inverse les bouchons car vous avez émis l'hypothèse que les bouchons n'avaient pas exactement la même taille de trou alors vous inversez les bouchons pour vérifier. Si il se passe la même chose c'est que le trou n'avait pas une grande influence. Sinon, on ne peut rien dire.
961		E10 a inversé les bouchons et retourne les sabliers).
962	E4 (30min)	Ah là on voit bien que le gros grains prend vraiment plus de temps pour s'écouler.
963	E	Est-ce que certains on fait des choses un peu similaires ?
964	E7	Nous on a vérifié que quelle que soit la matière, mais avec des quantités identiques (on a pesé autant de sucre que de sable)…, et on s'est aperçu qu'il y avait une matière plus dense que l'autre. Le sable est plus lourd que le sucre. Mais on a quand même testé ça. En fait on s'est rendu compte que quand on mettait un même volume, ça ne marchait pas car le sable passait plus vite que le sucre. Mais finalement c'est mieux de vérifier avec une masse égale. Et à masse égale le sable passe toujours plus vite car le sable est plus dense donc il y en a moins dans la bouteille. Donc on retrouve ce qu'on avait dit au début : moins il y en a dans la

		bouteille, plus ça s'écoule rapidement.
965	E (35 min)	Ok on va écrire tout ça. Qu'est-ce que vous avez fait vous ? (en s'adressant à un autre groupe).
966	E5	Nous on a travaillé uniquement avec les volumes, en mesurant à l'œil pour voir les niveaux car on n'avait pas de balance. On a peut être fait des erreurs mais ça paraît évident que c'est le grain le plus fin qui descend plus vite.
967	E8	Vous avez quoi comme matières ?
968	E5	On a de la semoule fine, qui est plus épaisse que notre sable fin.
969	E2	Donc c'est la même quantité ?
970	E5	C'est le même volume.
971	E	Vous voyez qu'il faut se mettre d'accord sur ce qu'on appelle "même quantité". Même volume, ça va être la même hauteur dans la bouteille, si la bouteille est la même. Et sinon comment on fait pour mettre les mêmes volumes ?
972	E5	Avec les cuillères.
973	E2	Oui mais c'est pas parfait.
974	E	Non, c'est jamais parfait, il faut en être conscient. Et vous qu'est-ce que vous avez fait ? (en s'adressant au dernier groupe).
975	E2	Nous on a deux sables différents (un fin et un plus gros). On a d'abord travaillé avec le volume, en mesurant avec une cuillère, et on a obtenu le même résultat qu'en travaillant avec le poids. C'est-à-dire qu'en deuxième expérience on a refait la même chose mais avec le même poids des deux sables différents, et on a obtenu la même chose.
976	E	C'est-à-dire, lequel est le plus long ?
977	E2	On va observer. (E2 retourne les sabliers).
978	E (38'40)	Ah, donc le sable fin est le plus long.
979	E2	Après il y a toujours le facteur du trou qui joue.
980	E8	Vous avez essayé de changer le trou ?
981	E2	Non, on va essayer.
982	E7	Moi j'ai une question pour les autres groupes, est-ce que pour le même volume vous avez le même poids ?
983	E9	Non, on n'a pas le même poids à deux grammes près.
984	E7	D'accord, parce que c'est vrai que nous c'est pas du tout pareil.
985	E	Qu'est-ce que vous vérifiez là ? (en s'adressant à un groupe).
986	E2 (40'20)	On vérifie que la même masse fait le même volume. Et effectivement, c'est quasiment la même chose.
987	E12	Nous un même volume ne représente pas la même masse.
988		(E2 retourne les sabliers en ayant inversé les bouchons).
989	E	Il faudrait aussi regarder le sens du bouchon car une collègue a dit que ça s'écoule mieux dans un sens que dans l'autre. (E10 change donc de sens le bouchon et retourne les sabliers. En attendant, E s'adresse au premier groupe) : pour vous c'était lequel le plus long ?
990	E12	Le gros grain était le plus long.
991	E2	(Les sabliers ont fini de s'écouler). Pour nous ça change tout.
992	E (44'30)	Alors on va revenir an arrière, vous avez des quantités différentes avec des matières différentes. Qu'avez-vous constaté ?
993	E7	Que la première règle se vérifiait.
994	E	Tout le monde l'a constaté ? Donc plus on met de matière, plus ça prend de temps pour couler.
995	E2	Pour une même matière.
996	E	Ok donc pour une matière donnée, et pour un trou donné, plus on met de matière, plus ça prend de temps pour couler. Maintenant faudra vérifier si ça marche pour tout, mais avec ce qu'on a, ça a l'air de marcher. On n'a pas testé avec du sel fin. Qu'est-ce que je pourrais prévoir ?
997	E10	La même chose.
998	E2	La même chose, plus on met de sel, plus ça prend de temps pour couler.
999	E	Voilà, je pense que, car j'ai déjà observé ça, je prévois que…. D'accord. On aurait pu faire la même chose pour la taille des trous. On ne va pas le faire. Ensuite, j'ai écrit un bilan au tableau de ce que vous avez fait. Qu'est-ce qui est pareil, et qu'est-ce qui change ? A chaque fois, ce qui est pareil, c'est que vous avez gardé le même diamètre pour vos expériences. Et vous avez choisi, soit le même volume, soit la même masse. Et vous avez fait changer les matières. On a regardé ce qu'il s'est passé et on a : pour la semoule (semoule fine, ou semoule épaisse), que ce soit avec les mêmes volumes, ou avec les mêmes masses, la semoule épaisse prend plus de temps mais à peu de choses près. Avec le sucre et le sable, vous vous êtes rendues compte

		qu'avec un même volume, c'était le sable qui prenait plus de temps à peu de chose près. Par contre avec les mêmes masses, on se rend compte que le sucre occupe beaucoup plus d'espace que le sable. Et vous avez constaté que celui où il y a le plus gros volume, prenait le plus de temps. Ensuite semoule et sable. Avec le même volume, la semoule prend plus de temps. Et dans le groupe avec deux types de sable, en travaillant sur les volumes et sur les masses, le sable fin prenait plus de temps pour s'écouler. Donc dans un cas, le sable fin prend plus de temps pour couler, dans un autre cas c'est la semoule épaisse qui prend plus de temps pour couler. Dans un autre cas, selon qu'on prend le volume ou la masse, les résultats changent. Donc qu'avez-vous essayé de voir ? Vous vous êtes posé la question du "gros/petit". Peut-on en déduire quelque chose ?
1000	Tous	Non
1001	E	Regardez : dans un cas, c'est le gros qui prend le plus de temps, et dans un autre cas c'est le petit qui prend le plus de temps.
1002	E	Donc est-ce qu'avec ce qu'on a fait on peut conclure quelque chose ?
1003	E5	Non
1004	E	Ensuite, si on regarde les choses en termes de volumes,
1005	E4	Faut aussi regarder la taille des trous.
1006	E	C'est vrai que ici c'était avec un tout petit diamètre et pour d'autres c'était avec un diamètre plus gros. Mais est-ce qu'avec les tous petits diamètres on aurait pu tester ici (en montrant un autre groupe) ? Je vous montre la taille du trou, et la taille de la semoule.
1007	E7	C'est ce que j'avais dit, c'est tout ou rien.
1008	E	Oui, là ça ne passe pas. Alors pour que ça coule un minimum, il faut que la taille du grain soit inférieure à la taille du trou.
1009	E5	Il y a aussi les conditions atmosphériques pour la matière. Bah oui, si c'est un peu humide ça reste accroché.
1010	E	Alors, toutes nos bouteilles sont sèches et sont restées dans la même salle. Donc en tout cas aujourd'hui, on est tous dans les mêmes conditions.
1011	E6	Moi j'ai une question : peut-on appeler le sucre et le sel de la matière ?
1012	E	Alors comment on va les appeler, c'est une bonne question.
1013	E6	Moi j'aurais dit autre chose mais la matière ça me gène, j'ai l'impression que ça n'est pas adapté.
1014	E	Qu'en pensez vous les autres ?
1015	E1	Moi ça ne me gène pas.
1016	E10	Non c'est de la matière.
1017	E	Alors, une matière c'est quelques chose. Mais ce qui vous gène peut-être c'est que le sable, le sucre, ect.. ont quelque chose en commun.
1018	E11	Ils coulent.
1019	E10	Ce sont des solides qui prennent la forme du récipient qui le contient. Mais ça te gène pour toi ou pour les enfants ?
1020	E6	J'ai peur de ne pas employer le mot qu'il faut avec les enfants.
1021	E (3min)	Préfèreriez-vous qu'on dise "solide en grains" ? La matière c'est quelque chose. Mais si vous voulez, on peut préciser en disant que c'est en grains. Le sable c'est de la matière sable. Mais quand on a deux sables différents il va falloir distinguer la matière sable de Fontainebleau, et la matière sable de Cannes plage. Mais à chaque fois c'est une matière. Le chocolat est un mélange de plein de choses mais c'est une matière.
1022	E6	Ok ça me va.
1023	E2	Pour revenir, tu dis que deux expériences sur trois disent la même chose. Mais c'est peut-être parce que la troisième a raté qu'elle ne dit pas la même chose.
1024	E	Elle rate si vous imaginez une règle. Mais l'expérience donne ce qu'elle donne.
1025	E5	C'est le bouchons qui bloquent aussi.
1026	E	Si les bouchons vous embêtent, on les échange. Et on va voir si c'est une histoire de bouchons.
1027	E2	On regarde que les trous soient bien en face.
1028	E	Oui, là c'est bon.
1029		(E2 refait son expérience).
1030	E2	Ok, c'est la semoule épaisse la plus rapide.
1031	E (6min)	Ok donc même avec un diamètre différent, c'est toujours la semoule fine la plus longue. Que peut-on conclure ?
1032	E6	Moi je me demande si on peut vraiment conclure des règles parce qu'on fait tout à l'œil.
1033	E2	Non non, nous on a mesuré au gramme.
1034	E	Est-ce qu'on peut conclure quelque chose nous ?
1035	Tous	Non.

1036	E	Effectivement, on n'a pas de règle simple qui apparaît. Car on en a deux (d'expériences) pour lesquelles ça marche et deux pour lesquelles ça ne marche pas. Que fait-on, on élimine les deux pour lesquelles ça ne marche pas en se disant "je ne l'ai pas vu" ? Est-ce qu'on fait ça ?
1037	E5	Ce n'est pas très scientifique.
1038	E7	Non.
1039	E2	C'est énervant quand même.
1040	E	Alors, avec ce qu'on a fait, on ne peut pas conclure. On est en train de travailler sur ce qu'on appelle des solides en grains. Ce sont des solides, avec de petits grains. Il faut savoir que des gens bossent là-dessus car c'est très compliqué. Et on commence à comprendre des choses mais ce n'est pas simple. Des collègues (en désignant un groupe) nous on dit que parfois la semoule ne veut pas couler.
1041	E5 (9min)	Mais après les trucs en grains ne sont pas vraiment d'une régularité.
1042	E	Alors ça veut dire que les chercheurs, car vous êtes en train de me dire que les grains ne sont pas tous pareils (E ne finit pas sa phrase).
1043	E5	Il faudrait des grains qui soient tous pareils.
1044	E	Vous m'avez aussi dit par exemple que le sel colle sur les parois alors que la semoule ne colle pas. Il y a des phénomènes là aussi, qu'on appelle électrostatiques. Donc il y a plein de choses. Il y a les frottements. Et vous m'avez dit qu'avec le verre ça ne donnerait pas la même chose, donc peut-être aussi la réaction sur la paroi. Donc il y a plein de choses à prendre en compte et il y a encore des gens qui sont en train de chercher là-dessus. Et il se passe aussi des choses avec des grains de tailles différentes. Ce que je vous invite à faire, c'est de venir à la fête de la sciences de Nice, et des gens des solides en grains seront là pour expliquer des choses. Donc pour revenir, on ne peut pas conclure des choses car (E ne finit pas sa phrase).
1045	I.E.N. (12min)	Et c'est aussi important de mettre en place des choses avec des enfants de 6-7 ans, des choses qu'ils remettront en cause plus tard. Et le stage de sciences a pour objet de vous faire adhérer à cette de démarche de rendre les enfants curieux par rapport aux phénomènes qui les entourent. Et ne pas s'attacher à dire "moi je sais, c'est comme ça". Beaucoup d'autres choses sont en jeu derrière : comment je sais ce que je sais, apprendre à observer et à trouver les réponses même si on n'est pas toujours satisfaits. Car quand on parle de la taille des grains, ces matériaux sur lesquels glissent les grains... c'est toutes ces questions qui vont leur donner les résultats qu'ils sont en train d'afficher.
1046	E10	Et puis qu'ils se rendent compte qu'il faut continuer à apprendre
1047	IEN	Oui, c'est ça l'aventure de la connaissance, ce qui n'a pas été résolu par les adultes d'aujourd'hui, le sera peut-être demain par les adultes de demain. Et les adultes de demain sont en classe avec vous. Donc il va falloir leur donner cette curiosité qui va les pousser à pousser les limites du savoir. Les adultes qui ont vécu ce stage l'année dernière ont été très enthousiastes et ça leur a permis de mettre en place de multiples activités en classe. Et surtout quand les parents ont accompagné les enfants à la fête de la science, ils ont compris qu'il ne s'agit pas de donner les réponses, mais de mettre en place une démarche pour trouver par tâtonnement. Les enfants, adultes et enseignants étaient satisfaits de cette journée. Ces journées se passent très bien. Et surtout quand on fait les choses, on les retient.
1048	E	Votre intervention me fait très plaisir.
1049	IEN	Ces journées permettent aux enfants de montrer ce qu'ils savent faire, et de mettre en activités les autres enfants. Il faut apprendre aux enfants à apprendre. Car apprendre, c'est pour savoir. C'est un écrivain qui dit ça dans son dernier livre. Bon stage à tous. Il faut que les élèves soient curieux de ce qu'on leur dit et de ce qu'on leur montre.
1050	E (22min)	Je voudrais qu'on revienne sur ce qu'on a fait. En terme de méthodologie, quelles sont les choses qu'on a utilisées ?
1051	E6	Vérifier
1052	E7	Analyser
1053	E9	Changer un seul paramètre à la fois.
1054	E	Donc à partir d'une hypothèse, faire varier un paramètre à la fois.
1055	E5	Recommencer plusieurs fois pour être sûre.
1056	E	D'accord, recommencer plusieurs fois. Et est-ce que tout le monde a vu les mêmes choses ? S'est-on assuré à chaque fois que tout le monde voyait les mêmes choses ?
1057		Les avis semblent mitigés
1058	E	Peut-être pas à chaque fois mais quand vous avez fait des choses, vous avez fait en sorte que tout le monde puisse voir. Avant d'écrire les résultats, vous avez refait plusieurs fois. Et tout le monde dans le groupe l'a vu donc ce n'est pas des résultats qu'une seule personne a vus. Qu'a-t-on fait d'autre ?
1059	E11	On s'est posé des questions au fur et à mesure.

1060	E12	On a dit que plus on met de sable dans le sablier, plus la durée est longue.
1061	E10	Les expériences sont venues au fur et à mesure qu'on se posait des questions.
1062	E11	Voilà, c'était un cheminement.
1063	E12	Voilà c'est pour ça qu'on ne prépare plus.
1064	E	Vous croyez qu'on ne prépare plus ? Regardez tout le matériel que j'ai préparé.
1065	E12	Oui c'est vrai.
1066	E (24min)	Il faut savoir que le cheminement par lequel vous êtes passés, globalement dans une classe, c'est toujours le même. On va quand même orienté d'une question à une autre. Mais on prépare quand même, on anticipe. Bon je n'avais pas assez de bouchons, mais il faut avoir prévu pleins de bouchons de différentes tailles, du scotch, et toute une anticipation matérielle. Il faut donc anticiper le matériel pour aller dans une direction pour suivre les enfants. Et dans ma tête je sais où je vais. On peut laisser des questions de côté aussi. La première conclusion était : plus on met de sable, plus ça prend de temps pour couler. Souvent, la réponse que vous allez avoir c'est : "plus on en met, plus ça prend de temps pour couler". Vous voyez la différence entre "plus on en met" et plus "plus on met de sable" ? On a un mot de généralité qui est différent. Et nous on est allé jusqu'à "plus on en met" car on a pris le temps de vérifier. On a conclu une généralité après avoir essayé avec différentes matières. Et à partir du moment où on l'a construite, on l'a renvoyée sur d'autres matières. Donc on a fait un aller-retour entre : je construis quelque chose de général, et je l'utilise dans un nouveau cas particulier. Pareil quand on parle de la taille des trous, on ne l'a pas fait vraiment mais le retour dans l'autre sens était là. On a construit quelque chose : plus le diamètre est gros, et moins ça prend de temps pour couler si je mets la même quantité. Et après on s'est dit : si je veux la même durée, avec des tailles de trous différents, il faudra que j'en mette pas beaucoup si le trou est petit et beaucoup plus avec le gros trou. Là je réutilise dans l'autre sens. Donc je fais des aller-retour entre quelque chose que j'ai construit de général, et je l'applique à un nouveau cas. Les a-t-on fait ces aller-retour hier ?
1067		(Tout le monde pense que oui).
1068	E (28 min)	Avec les leviers on a construit que le plus lourd est le plus près du pivot, on l'a fait avec les planches, on l'a dit de façon générale et on l'a réutilisé avec les petites réglettes. Evidement, entre le discours et l'expérience, on s'est assuré à chaque fois, on a vérifié plusieurs fois.
1069	E5	Est-ce que des chercheurs ont trouvé, en fonction de la taille des trous, combien ça va mettre de temps pour couler ?
1070	E	Oui, on arrive à faire des simulations pour certaines choses. Mais là, qu'est-ce qu'on aurait pu faire pour jouer avec les proportionnalités ?
1071	E9	Inversement proportionnel.
1072	E	Je ne sait pas ce que vous mettait derrière le "inversement proportionnel". C'est-à-dire si je double la taille des trous, il faut, pour avoir la même durée, (E ne finit pas sa phase car une personne l'interrompt).
1073	E4	Plus le trou est petit moins ça s'écoulait.
1074	E9	J'avais oublié que j'étais dans un stage de sciences très rigoureux.
1075	E	Ce que vous mettez derrière "inversement proportionnel" ça a un sens précis, par exemple si je fais deux fois plus d'un côté, de l'autre côté ça sera deux fois moins. Ce sont des choses qu'on peut facilement vérifier. On pourrait vérifier avec des proportionnalités, si avec une cuillère de sable ça prend 20 secondes, avec deux cuillères de sable est-ce que ça en prend 40 ? Et avec trois est-ce que ça en prend 60 ? On pourrait regarder ça. Vous pourrez le faire chez vous. J'ai fait l'expérience et ça ne marche pas trop mal. L'idée qu'on a de "plus j'en met, plus ça prend de temps" on pourrait le faire. On peut aller dans ce sens là, ça dépend de ce qu'on veut faire.
1076		(Pause déjeuner).
1077	E	Je vous avais sollicité pour différents récipients car l'idée c'est qu'on va sans doute les pencher un peu. C'est un travail qu'on peut faire dès la grande section. On va d'abord se mettre d'accord sur comment on peut représenter un récipient sur une feuille de papier.
1078	E8	On fait les trois rebords.
1079	E	Voilà, on va regarder le récipient de face, et on va se rendre compte, qu'il soit rond ou rectangulaire, on ne va pas voir de différence.
1080		(E montre comment représenter différents récipients au tableau).
1081	E	C'est pas facile, donc on va se mettre d'accord sur comment représenter l'objet quand on va le dessiner sur une feuille de papier. On peut faire aussi des photos : on a la photo et à côté on a le schéma. Plus les enfants sont petits, plus il faut partir de l'objet lui-même. Et avec des petits, on part de l'objet, à côté de l'objet on a la photo, et à côté on a le schéma. Donc nous, on va se mettre d'accord sur ça. On le fait vite mais c'est un vrai travail avec les enfants. On peut faire des jeux au départ : on a les représentations, on a les objets et on met les objets sur les bonnes représentations. Puis on va rajouter du liquide dedans. On le représente par un trait et on va

		colorier. C'est le prérequis. Maintenant, on a différents groupes. J'ai fait des lots de traits différents (penchés d'un côté, penchés de l'autre, pas penchés). On a des récipients devant nous. Question : est-ce qu'avec nos récipients, c'est possible d'avoir le niveau (les traits qu'on dessine c'est le niveau) du liquide, comme les traits du tableau ?
1082		(Trois groupe pense que non, et un groupe pense que oui).
1083	E (8min)	Non pourquoi et oui pourquoi ? Les enfants pensent que oui car selon eux, il suffit de pencher le niveau du liquide. Comment on fait pour savoir ?
1084	Tous	On va essayer.
1085		(Les élèves se lèvent et vont au tableau pour comparer si le niveau du liquide se penche, quand on penche le récipient).
1086	E	Les enfants vont aller vite, il va falloir leur dire d'arrêter de faire des vagues pour pouvoir observer quelque chose. Tant qu'il y a des vagues on ne peut pas dire. Il faut le préciser. Donc que constate t-on ? Vous avez tous constaté la même chose, à savoir que ?
1087	E2	Le niveau d'eau reste le même quelle que soit la façon dont on penche le récipient.
1088		(Une élève n'est pas d'accord et va montrer au tableau que c'est possible que le niveau soit penché comme il est dessiné au tableau, mais ce qu'elle met parallèle au trait dessiné au tableau, c'est le couvercle du Tupperware)
1089	E(12min)	Ce qu'on veut parallèle au trait dessiné, c'est le niveau de l'eau, pas le couvercle du récipient.
1090	E7	Et comment on leur montre au enfants quand c'est bon ?
1091	E	On se met sur le trait (En posant le récipient transparent contre le tableau, on voit à travers le trait qui est parallèle au niveau de l'eau). Et on voit bien que le trait et comme le niveau de l'eau. Et on prend le temps de leur montrer quand ça ne marche pas, et effectivement il va y avoir de la résistance. C'est intéressant car quand on leur montre que ça marche, ça rentre et ça ressort de suite. Mais dans le cas où ça ne marche pas, ils sont confrontés à leurs convictions. Donc est-ce que je peux dire que mon niveau est comme le trait du tableau ? Quoi que je fasse, ça ne marche pas.
1092	E7	Quand ça marche, est-ce qu'on fait le tour complet avec le récipient ?
1093	E	Oui (E prend un récipient et le tourne dans tout les sens, le niveau reste parallèle au trait tu tableau).
1094	E5	C'est marrant car ce sont des choses qu'on savait avant mais quand on le voit faire, c'est fascinant.
1095	E	C'est le fait que vous le savez intellectuellement, mais vous ne l'avez pas vécu. Et pour vraiment s'approprier les choses, il faut le faire.
1096	E10	C'est bien de faire ça, de faire le tour complet, pour monter aux enfants que quelle que soit la position du récipient, la ligne du liquide est toujours horizontale.
1097	E (15min)	On avait envie de dire que ça c'était possible (en montrant un trait penché), et maintenant que dit-on ?
1098	E2	2 et 4 (correspondant aux traits penchés) pas possibles.
1099	E	Donc effectivement, pour assurer un résultat scientifique, on s'assure que ce qu'on dit, colle avec ce qu'on fait. Et là dans les cas du 2 et du 4, es-ce que je peux avoir le niveau de mon eau colorée sur le niveau du trait ?
1100	E7	Non.
1101	E	On va regarder tous ceux qui sont possibles. Ce sont les traits numéro 1 et 3. Qu'ont-ils en commun les traits 1 et 3 ?
1102	E10	Ils sont droits.
1103	E	Effectivement ils sont droits et ils ne sont pas penchés. On va introduire le mot "horizontal". Peu importe la couleur de mon eau, le niveau reste toujours horizontal.
1104	E7	On a mis de la couleur pour ne pas que les enfants disent que ça dépend de la couleur ?
1105	E	Aussi.
1106	E6	Il faudrait essayer avec d'autres liquides.
1107	E	Effectivement, on a essayé avec de l'eau colorée, est-ce que ça marche avec d'autres choses ?
1108	E8	Pour ne pas qu'ils disent que c'est de l'eau magique.
1109	E	Et donc avec du coca-cola, que se passe t-il ?
1110		(E tourne le récipient dans tout les sens au tableau).
1111	E3	Ca ne marche pas.
1112	E	Ce qu'on peut dire, c'est que pour l'eau, colorée ou pas, le coca, le lait, quand on les penche dans un récipient, la surface reste toujours pas penchée, reste toujours horizontale. Donc toutes ces choses ont en commun que la surface reste horizontale. Et on a mis ces choses dans différents récipients.
1113	E4	Qu'est-ce qu'un liquide ?

1114	E (18'40)	Alors c'est quoi un liquide ?
1115	E1	Quelque chose qui coule.
1116	E9	Une matière qui prend la forme du récipient qui le contient.
1117	E	C'est une matière qui coule et qui prend la forme du récipient qui le contient.
1118	E2	Et qui a une surface horizontale.
1119	E	Vous me dites que ça coule (E verse du sable dans un récipient).
1120	E7	Oui mais ça fait un tas, et c'est pas horizontale.
1121	E	Donc vous partez de l'idée de le sable n'est pas un liquide, et qu'un liquide doit toujours avoir une surface horizontale. Ok, première approche. Un liquide c'est quelque chose qui prend la forme du récipient et dont la surface reste horizontale. On peut aller un peu plus loin car je vais vous introduire du nouveau matériel. On va prendre des petits pots vides (deux par groupe). (E distribue du matériel). En voyant ce matériel, que voulez-vous en faire ?
1122	E6	On a envie de verser des liquides dedans.
1123	E3	Mélanger les couleurs.
1124	E (22min)	Vous allez utiliser l'une des éprouvettes, peu importe laquelle, et y mettre 100 mL de bleu ou de rouge. Ensuite, vous allez les transférer dans l'un des deux petits pots. Maintenant, avec un feutre, vous allez mettre un trait au niveau des 100 mL.
1125	(25 min)	(Les élèves manipulent).
1126	E	Tout le monde a fait le trait sur le pot au niveau des 100 mL ? Ok on va maintenant se servir du petit pot comme étalon. On a prévu des bandes de papiers avec les différents objets. Les enfants vont avoir deux bandes à chaque fois. Idéalement des larges et des pas larges. (E dessine différents récipients, plus ou moins hauts, plus ou moins larges). Et on va leur demander où ils pensent (quand on va verser de l'un dans l'autre) que le niveau va se trouver ? Ils doivent dessiner où ils pensent que le niveau va se trouver. Ils ont tous des idées. Faites le vous aussi.
1127	E (28 min)	Donc la question c'est : que se passe t-il pour le niveau quand je verse d'un récipient à l'autre ?
1128	E5	Donc on distribue une photocopie avec les récipients dessinés ?
1129	E	Voilà, et on fait des petits logo (ce que je pense), et ce que je vois. Ces logos vont permettre aux enfants de se repérer. Et c'est mieux d'avoir des objets droits.
1130	E5	Pour pas qu'ils s'occupent de la forme.
1131	E	Et ils ont les récipients devant les yeux. Je vous propose de le faire. Il y a deux solutions pour transvaser (transvaser dans les récipients, les uns après les autres, à l'aide d'un entonnoir).
1132	E3	Mais il n'y a pas de point de comparaison.
1133	E	Ou alors on utilise trois petits pots.
1134	E10	Je pense que c'est mieux de toujours utiliser le petit pot avec le trait, plutôt que trois petits pots.
1135	E (32 min)	Allez, je voudrais que vous le fassiez maintenant. Que constatez-vous ?
1136	E10	Il y a encore une question de diamètre : plus le diamètre est gros et moins le niveau est haut.
1137	E1	Plus le récipient est large, moins le niveau est haut.
1138	E	Etes-vous tous d'accord pour dire ça ?
1139	Tous (35 min)	Oui
1140	E7	Mais ce sont des notions qu'ils n'ont pas, la largeur et la hauteur.
1141	E1	Si car du coup ils l'expérimentent.
1142	E	C'est l'objectif du travail. La question est : a-t-on la même quantité dans tout les tubes ?
1143	Tous	Oui
1144	E	Comme vous faites pour savoir ?
1145	E5	Parce que c'était ça (en montrant le petit pot).
1146	E	Attention car avec les enfants on a des surprises.
1147	E1	Je l'ai fait avec mes élèves, le problème c'est qu'ils ne tiennent pas compte de ce qu'il y avait dans le pot (parfois il y avait du liquide) et ils versent par-dessus.
1148	E (38 min)	Alors regardez. On reprend sont petit pot de départ rempli. Et à partir du petit pot de départ, on a mis dans les différents tubes. Et observe que plus la surface de la base est petite, plus le niveau monte. Observe t-on la même chose partout ?
1149	Tous	Oui.
1150	E	Mais si vous demandez aux enfants si il y en a plus dans le petit pot, ou dans l'éprouvette (à base fine), ils vont répondre qu'il y en a plus dans l'éprouvette.
1151	E10	Même si ils viennent de le faire ?

1152	E	Même si ils viennent de le faire. Deux solutions : on s'arrêtent là et on en conclut que les enfants n'ont pas la notion du volume, ou on peut travailler dessus. Après avoir fait le constat que c'est pas pareil, si il dit qu'il y en a plus, je lui demande ce qu'il va se passer si je remets le liquide dans mon petit pot de départ.
1153	E2	Ca va déborder.
1154	E4	Ca va monter plus haut.
1155	E	Comment on fait pour savoir ?
1156	E8	On le fait.
1157	E (41 min)	Alors on le fait. (Les élèves le font). Alors ? C'est presque pareil. Est-ce que c'est la même chose pour tout le monde ?
1158	Tous	Oui.
1159	E	Cela on va le faire plusieurs fois. Mais ça ne rentrera pas pour tout le monde. J'ai déjà vu ça avec un gamin de 20 ans. Il était persuadé que le niveau de l'eau était penché si on penche de récipient. Il a finalement admis que le niveau était horizontal. Mais ça montre que si ce n'est pas travaillé petit, ça persiste. Je suis sur la montagne, j'ai mon verre dans la main, certains vont dessiner le niveau de l'eau penché, et d'autres vont dessiner le niveau de l'eau horizontale. Même chez des étudiants en master EEF. On manque de manipulation. Donc avec les enfants, on va constater que avec pleins de récipients différents, et pleins de liquides différents, le niveau du liquide est horizontale. Une autre propriété qu'on est en train de voir : si on change de récipient un liquide, le volume reste de même. On est en train d'introduire la notion de volume. Versez le liquide dans un autre récipient.
1160		(Les élèves transvasent).
1161	E (47'53)	Est-ce facile juste en regardant la hauteur de savoir si j'ai la même chose ? Ce n'est pas facile. Donc pour savoir si j'ai mis la même chose, il faut utiliser un étalon. Une fois qu'on a fait tout ça, on peut jouer avec les enfants.
1162	E	Moi adulte, maître de la classe, je sais que dans les quatre il y a le même volume. Et d'ailleurs je vous le prouve, je transvase dans un petit pot et ça arrive à la même hauteur. Mais je l'ai su avant de transvaser. Comment j'ai fait ?
1163	E11	La graduation ?
1164	E	Cela, les enfants ne savent pas. Ils ont droit de regarder les récipients autant qu'ils veulent.
1165	E8	La réponse qu'on attend c'est la graduation ou l'étalon ?
1166	E	L'étalon ils l'ont déjà trouvé avant.
1167	E10	Il y en a bien un qui va voir qu'il y a des petits traits.
1168	E	Voilà, il y en a un qui va voir les petits traits. Si ils les ont vus, c'est l'occasion d'introduire la graduation, et si ils n'ont pas vu, on s'assure que tout le monde les voit. On leur dit qu'il suffit de lire. Mais c'est pas toujours évident. Sur une éprouvette c'est écrit 100. Sur l'autre c'est pas écrit 100, sur une autre c'est entre 90 et 100. Donc avec les petits on va choisir des éprouvettes sur lesquelles le 100 est écrit. Donc là on monte d'un cran. Donc il y a une façon de mesurer les volumes : avec l'étalon (dans la classe), ou un étalon qui sert à tout le monde. Et c'est l'occasion de travailler sur les unités.
1169	E4	Ils savent compter jusqu'à 100 en maternelle ?
1170	E (5min)	Non mais ils reconnaissent que 1 0 0 c'est 100. Voilà on a construit un travail sur la mesure et le volume. Et un liquide c'est aussi quelque chose dont, quand je le déplace, le volume reste le même. On est en aller-retour là.
1171		(E explique où trouver des colorants.)
1172	E(8min)	On va maintenant travailler sur les mélanges.
1173		(mise en place du matériel).
1174	E(15min)	On va choisir volontairement des choses qui ne colorent pas l'eau. On donne des petits pots et des cuillères aux enfants. Et deux machins par groupe. On donne ces deux mêmes produits à au moins deux groupes. Chaque enfant a un petit pot rempli d'eau et une cuillère. Et au choix : on va dire qu'on va regarder ce qu'il se passe en mettant une cuillère, ou on les laisse faire complètement. On donne pour consigne de prendre avec la cuillère et de la mettre dans l'eau. On a identifié les différentes constituants. Pour différencier sel et sucre on peut goûter (en respectant les consignes d'hygiène). Et ensuite on essaye. je vous laisse faire.
1175		(Les élèves manipulent).
1176	E (21'40)	On arrête tout. Vous voyez c'est rapide. C'est beaucoup de matériel pour 3minutes d'activité.
1177		(Discussion sur le fait qu'il vaut mieux faire ces activités par petits groupes (selon les enseignants). E pense qu'il vaut mieux faire ces activités tous ensemble en termes de contenu, et de dialogue).
1178	E(28'17)	Qu'a-t-on constaté ? On récupère les mélanges qu'ont fait les uns et les autres. (E prend un petit pot contenant un mélange). Qu'avez-vous mis dans le petit pot ?
1179	E4	J'ai mis du sel et de la semoule. Et c'est trouble.

1180	E10	C'est trouble et on voit de la semoule au fond.
1181	E2	On ne voit plus le sel.
1182	E5	On voit que l'eau est différente.
1183	E	(Prenant un autre petit pot) : qu'avez-vous fait ?
1184	E6	J'ai mis du sucre et de la semoule.
1185	E	Voit-on encore le sucre ?
1186	E6	Non.
1187		(E demande à chacun ce qu'il a mis).
1188	E(30'34)	Pour faire un bilan, comment on peut organiser les choses ?
1189	E5	On dit qu'il y a des matières qui restent.
1190	E8	On fait comment on vient de faire : ce qu'on voit et ce qu'on ne voit plus.
1191	E3	On dit ce qui change la couleur de l'eau.
1192	E	On peut faire un tri entre ce qu'on voit encore, et ce qu'on ne voit plus. (sous forme de tableau). Que met-on dans la colonne "ce qu'on ne voit plus" ?
1193	E9	Le sel.
1194	E2	Le sucre.
1195	E	Et dans le "on voit encore" ?
1196	E10	Semoule.
1197	E4	Sable.
1198	E1	Le riz.
1199	E5	Et faut précisé si l'eau reste claire (E écrit au tableau si l'eau avec le sable par exemple est claire ou trouble).
1200	E3	Mais on ne sait pas ce qui la rend trouble.
1201	E(33min)	Si on voit trouble, c'est trouble, point. Les enfants, ce qu'ils vont dire à ce niveau, c'est que le sel on ne le voit plus.
1202	E9	Il a disparu.
1203	E	Le sel a-t-il disparu ?
1204	E9	Non.
1205	E10	On ne le voit plus.
1206	E6	Il s'est dissout.
1207	E	Les groupes où on a mélangé plusieurs choses, que voit-on ? On ne voit plus le sel et le sucre, mais on voit encore le sable et la semoule.
1208	E5	Le problème c'est que tu as dit que sel et sucre on ne les voit plus, mais tu dis que l'eau est claire.
1209	E	C'est vous qui me l'avez dit.
1210	E7	Oui mais comme c'est mélangé à d'autres trucs, on ne sait pas si ça vient du sel, du sucre, ou de la semoule.
1211	E	Comment fait-on dans ce cas là ?
1212	E8	On recommence.
1213	E	On recommence, on dit qu'on ne peut pas savoir et on refait un par un.
1214	E11	Mais est-ce que c'est ce qu'on cherche ?
1215	E	Non, c'est vous qui êtes partis là-dedans, mais ce n'est pas vraiment ce qui nous intéresse.
1216	E1	Dans le mélange sucre/semoule, tu peux te demander si ce qui est en suspension c'est pas le sucre.
1217	E(35 min)	Comment fait-on pour savoir ? On essaye. Maintenant on va représenter les choses, on va les dessiner. On va se mettre d'accord sur les représentations (l'eau c'est un trait, le sel ce sont des croix par exemple). Et on dessine ce qui se passe. Pour le sel vous allez avoir deux choses : l'enfant qui ne dessine pas le sel dans l'eau car on ne le voit plus, et celui qui va le représenter. Vous aller donc demander ce qu'il a voulu dessiner. Parfois ils vont répondre qu'ils ne voient rien mais qu'ils savent qu'il y est donc il le dessine.
1218	E5	On accepte à partir du moment où l'enfant explique ?
1219	E	Oui et dans ce cas là il peut dire : je ne vois pas mais je pense que le sel est encore là. Et on va en discuter ensemble. Le sel est-il parti ou est-il encore dans l'eau ? Qu'est devenu le sel ? Là, ça va être le vide. Que peut-on faire pour savoir si le sel est encore là ? Et là c'est compliqué car on n'a aucun moyen simple de s'en sortir.
1220	E2	Ils peuvent goûter.
1221	E (38 min)	Oui, mais encore faut-il reconnaître un goût salé. Avec des petits c'est peut-être pas le cas. Donc si on veut travailler ça, on va travailler avant sur les saveurs. On fixe les goûts. On peut ensuite goûter (à l'aide de pipettes ou de pailles). Donc si on a le goût du sucre ou du sel, alors c'est que le sucre ou le sel sont toujours là. Avec les petits, l'argument qu'ils peuvent avoir

		c'est que le sel n'est plus là, mais il a laissé son goût. Dans ce cas là vous laissez, on ne peut rien faire. Et ça viendra progressivement. Parce qu'on ne peut pas tester le contraire. Que pourrait-on faire maintenant ?
1222	E3 (42min)	Récupérer les choses qu'on a mis dans l'eau.
1223	E	Comment pourrait-on faire pour récupérer les choses qu'on a mises dedans ?
1224	E1	A la cuillère.
1225	E2	Avec des filtres.
1226	E3	Avec des passettes.
1227	E	On va essayer. Vous voulez essayer avec quoi ?
1228		(E distribue du matériel).
1229	E	Qu'arrivez-vous à récupérer ?
1230	E6	De la semoule.
1231	E	Arrive-t-on a récupérer le sable ?
1232	E10	Oui mais moins facilement que la semoule.
1233	E	C'est-à-dire ?
1234	E10	La semoule est tombée directement alors que le sable reste collé au fond.
1235	E	Arrivez-vous à récupérer le sable avec la passoire ?
1236	E5	Oui.
1237	E	Ah bon ?
1238	E5	Non pas tout.
1239	E(45 min)	Alors, qu'avez-vous utilisé pour récupérer les choses ? Et y êtes-vous arrivé pour tout ?
1240	E10	Non, on n'a pas récupéré le sel.
1241	E12	Moi j' ai récupéré un peu de sucre.
1242	E	Ah bon ?
1243	E12	Oui, mais j'en avais mis beaucoup. Il y a toujours un enfant qui en mettra beaucoup beaucoup.
1244	E	Oui, dans ce cas là on fixe les doses, on dit qu'on n'en met pas plus de trois cuillères. Donc on peut donner une limite max de quantité de matière. Donc le sucre et le sel, vous n'avez pas réussi à en récupérer. La semoule vous y êtes arrivé.
1245	E5	Oui mais l'eau reste sale.
1246	E4	Avec le filtre à café elle est propre.
1247	E	Avec le filtre à café l'eau est claire après. Comment on pourrait faire pour vérifier avec le pot où l'eau est restée sale ?
1248	E8	On passe dans le filtre à café.
1249	E	J'ai fait un petit pot en plus, avec du sable très fin. Que pensez-vous qu'il va se passer quand je vais verser le sable dans la passoire ?
1250	E2	Avec le chinois il va passer à travers mais pas avec le filtre.
1251	E (48min)	Comment fait-on pour savoir ?
1252	E2	On essaye.
1253		(E essaye avec la passoire).
1254	E5	Il y a une partie qui passe.
1255	E	Effectivement, il y a une partie qui passe, et une partie qui reste. C'est intéressant. Donc est-ce que la passoire est suffisante pour enlever le sable ?
1256	Tous	Non.
1257	E9	Il faut passer dans le filtre à café.
1258	E5	Moi j'ai filtré l'eau de la semoule et elle est claire maintenant.
1259		(E passe l'eau avec le sable à travers le filtre et le sable reste dans le filtre).
1260	E	La question qu'on s'était posée c'était : peut-on récupérer les solides qu'on a mis dans l'eau. Quelle est la conclusion ?
1261	E2	Certains oui, d'autres non.
1262	E	Donc il y a des solides qu'on peut récupérer avec la passoire ou le filtre. Donc on peut récupérer des choses avec le filtre (semoule, sable et riz) et il y a des choses qu'on ne peut pas récupérer avec le filtre. On va poser une définition. On va dire que les choses qu'on peut récupérer avec le filtre ne sont pas solubles. Et ce qu'on ne peut pas récupérer avec le filtre est soluble, est dissout. On peut donner les deux mots. Donc on parle de soluble/non soluble, ou dissout/non dissout. Dans nos conditions, le sel et le sucre sont solubles. Et la semoule, le sable et le riz ne sont pas solubles. Maintenant on va jouer avec ça. Que se passe-t-il si je mets du café soluble dans le l'eau ?

1263	E5	Il disparaît.
1264	E(3'15)	Il disparaît ?
1265	E3	Non on le voit mais on n'arrive plus à l'attraper.
1266	E	Voilà, on le voit mais on ne peut pas le récupérer dans un filtre donc on va dire qu'il est soluble. Même si on le voit encore. Donc le critère n'est pas je vois ou je ne vois pas mais ça passe à travers un filtre ou ça ne passe pas.
1267	E4	On peut aussi faire avec du cacao.
1268	E	Oui mais avec le cacao ça se discute car une partie est soluble et une partie n'est pas soluble. Donc on s'est mis d'accord sur le vocabulaire : ce qui est soluble c'est ce qui passe à travers un filtre et ce qui n'est pas soluble c'est ce qu'on arrive à récupérer à l'aide d'un filtre. Quand on a posé la définition, on va rester cohérent. Si on ne peut récupérer qu'une partie, on dit qu'une partie est soluble, et l'autre partie n'est pas soluble. On rajoute des produits et on travaille sur soluble et pas soluble. J'aimerais que vous re-prépariez un verre rempli d'eau. Ce que j'ai dans la cuillère c'est un ?
1269	E3(6'30)	Solide.
1270	E	C'est du permanganate de potassium. Je vais vous en mettre un tout petit peu dans l'eau et on va voir ce qu'il se passe. Est-ce que c'est soluble?
1271	Tous	Oui.
1272	E	Oui, et on en met un petit peu mais ça a un pouvoir colorant très important.
1273	E10	Ca se dissout en combien de temps ? Car j'en vois encore un peu.
1274	E (9min)	Il faut mélanger. On fait ça avec les plus grands. Ca passe à travers le filtre donc c'est soluble. Ensuite, si on laisse le petit pot tranquille, l'eau va s'évaporer et ça va cristalliser partout sur les parois. Mais comme j'en ai mis très peu, on verra juste le pot un peu sale. Mais quand on remettre de l'eau, ça se recolore. Bon, ça c'est le début, on a installé le soluble et le pas soluble.
1275	E5	Et le sel si on le laisse longtemps, on ne va pas avoir un petit dépôt au fond ?
1276	E10	C'est ce que je pensais pour le café soluble.
1277		(E montre un saladier où l'eau s'est évaporée).
1278	E(13'14)	Donc effectivement ce qu'on peut faire pour récupérer le sel ou le sucre, on va laisser trainer et quelque temps plus tard, on va se rendre compte que l'eau n'y est plus, et on retrouve le sel. Et à partir du cycle 2, si on veut vraiment bien faire les choses, c'est : où est-ce que l'eau part ? Elle part dans l'air. Mais souvent, on ne sait même pas que l'air c'est quelque chose. Alors il faut d'abord travailler sur l'air, se rendre compte que l'air, c'est quelque chose et qu'on peut mettre quelque chose dans l'air, par exemple l'eau (ou des polluants). Donc plutôt que de le faire à vide, on attend le cycle 3. Et les programmes sont foireux car on travaille d'abord sur l'évaporation, puis sur l'air. Bon là on a fait le début. Ensuite on se demandera, est-ce qu'on peut mettre autant de sucre (ou de sel) qu'on veut dans l'eau ? Et bien au bout d'un moment, on ne peut plus en mettre, le sel (ou le sucre) reste. Donc je peux mettre une certaine quantité de sucre ou de sel dans l'eau, et ça se dissout, mais au bout d'un moment je ne peux pas en mettre plus. C'est ce qu'on appelle la saturation. Puis on peut se poser comme question : avec une quantité d'eau donnée, combien est-ce que je peux mettre de sel avant que ça sature ? Si on veut travailler sur la proportionnalité : si je mets le double d'eau, est-ce que je peux mettre le double de sel ? Et on constate que oui. Donc pour un volume d'eau donnée, je peux mettre un certain nombre de grammes de sel. Et si j'en mets plus, j'arrive à saturation. Pareil pour le sucre. On peut aussi se demander quand on arrive à saturation, est-ce que je peux encore rajouter du sucre (ou du sel) sans rajouter d'eau ? Et bien on va travailler avec de l'eau un peu plus chaude. On se rend compte qu'on peut mettre un peu plus de sucre dans de l'eau chaude, qu'on n'en mettait dans de l'eau froide. Donc si il fait plus chaud, je peux mettre plus de sucre. Ca dépend de la température.
1279	E8(18'47)	Du coup si on a introduit que soluble, c'est le fait qu'il n'y ait plus de trace, si on les met en situation avec plus de sel, l'hypothèse de départ n'est plus bonne.
1280	E9	Peut-on dire que le sel est soluble dans l'eau jusqu'à saturation de celle-ci ?
1281	E	Voilà, on a construit la notion de soluble (quand on ne peut pas récupérer à l'aide d'un filtre). On a mis le sel et le sucre dans cette catégorie avec la définition qu'on s'est donné. Mais là on est en train de se dire que si je rajoute beaucoup de sucre (ou de sel) au bout d'un moment il n'est plus soluble. Donc il était soluble. Ce qui change c'est la quantité donc on peut dire que le sel est soluble sous une certaine quantité. On a un seuil de saturation.
1282	E3	Et si on rajoute de l'eau, le sel va s'en aller ?
1283	E	Oui, c'est toujours soluble car avec une certaine quantité d'eau, quand je ne peux plus rajouter de sel, je ne peux pas plus solubiliser pour une certaine quantité, mais si je rajoute de l'eau, le sel en trop se dissout. Donc le sel est soluble. Mais quand je dis que quelque chose est soluble, il y a des limites. On ne peut pas en dissoudre autant qu'on veut dans une quantité restreinte. On va travailler là-dessus avec les enfants.
1284	E11	On introduit cette limite en cycle 2 ?

1285	E (21min)	Pas forcément, comme vous voulez, il n'y a pas de contrainte. Pas contre il y a une chose sympathique à faire, c'est se poser la question : je mets dans un petit pot 100g d'eau. Je rajoute 20g de sel. Combien de grammes est-ce que j'obtiens à la sortie ?
1286	E12	Il y a conservation des matières.
1287	E	Conservation de la masse. Donc si j'ai mis 100g de l'un, et 20g de l'autre, quand je pèse je dois obtenir 120g.
1288	E8	Et ça va permettre aux élèves qui disaient que le sucre était parti de se dire que finalement il est toujours là.
1289	E	Tout à fait. C'est comme la lecture, on ne sait pas ce qui déclenche mais un moment ça part. Allons maintenant dehors tracer nos ombres.
1290	E	Par petits groupes, vous vous mettez d'accord sur la procédure à suivre pour vérifier ça.
1291		(Les élèves rangent le matériel).
1292	E	Avant de faire, écrivez la procédure que vous voulez suivre.
1293	E(18'07)	Nous allons maintenant écouter la procédure des collègues. Les autres diront si ils sont d'accord, et si ils ont fait pareil.
1294	E12	On a pris un récipient. On a posé sur la balance et on a fait la tare pour tomber à zéro car on se fiche de la masse du verre. On a mis 100g d'eau. Puis on a mis de côté. Dans un deuxième récipient, après avoir taré on a mis 20g de sucre. Ensuite on a versé les 100g d'eau dans le sucre et on avait 100g. Ensuite on a fait 80 et 23 et on a eu 103.
1295	E	Les autres, en terme de procédure avez-vous fait pareil ?
1296	Tous	Oui.
1297	E6	Oui car au départ j'avais comme idée de mettre le sel dans l'eau, et non l'inverse, mais finalement on a mis l'eau dans le sel.
1298	E	Effectivement, il faut peser les pots vides, ensuite rajouter, faire la différence et se rappeler quel pot on a utilisé et quel était le poids.
1299	E8	Une première fois qu'on l'a fait, la dissolution n'était pas complète et on arrivait à 105g. Puis quand on a fait 100g d'eau, 10g de sel, et là, la dissolution était complète et on a eu 109,8g.
1300	E(21'18)	(en désignant un groupe) : et vous, qu'avez-vous fait comme jeu de masse ?
1301	E4	On a fait 100 et 20, et 100 et 10. On a obtenu 120g puis 110g.
1302	E	Ok, donc vous avez obtenus presque… On a tous fait 100 + 20 et on a obtenu 120g. Donc on peut dire que quand on ajoute une certaine masse d'eau à une autre masse, les deux masses semblent s'ajouter. On va faire un point méthodologie de ce qu'on a fait cet après-midi.
1303	E8(23'25)	On a joué sur les liquides.
1304	E12	Les niveaux.
1305	E7	L'horizontalité.
1306	E3	Les définitions.
1307	E	On a travaillé sur des définitions, qu'a-t-on fait ?
1308	E4	On l'a énoncée.
1309	E10	On l'a vérifiée.
1310	E	On l'a réinvestie. Une fois qu'on s'est donné une définition, on reste cohérent. On ne parle pas de robustesse mais de cohérence. Donc une fois qu'on a posé une définition, cette définition a un sens et on le garde. On ne change pas la définition comme ça nous arrange. A-t-on été attentif à ce que tout le monde trouve la même chose ?
1311	Tous	Oui.
1312	E	Y a-t-il eu à un moment des désaccords entre ce qu'on trouvait et ce qu'on disait ?
1313	Tous	Non.
1314	E(25'40)	On parlait de robustesse, la dernière loi qu'on a sortie, qu'a-t-on fait pour la dire ? On a changé les quantités et la matière donc ça a l'air d'être assez robuste.
1315	E2	Je trouve que donner des définitions permet d'aller plus loin dans la démarche. Par exemple le fait de dire que soluble ce n'est pas "je ne vois plus" mais "ça passe à travers le filtre", ça permet d'aller plus loin, et de voir la saturation. Donc d'aller plus loin.
1316	E	Il faut être conscient de ce qu'on raconte. Il faut expliciter.
1317	E5	Et du coup on ne part plus dans tous les sens avec la définition et on se comprend avec les élèves.
1318	E	Donc vous êtes en train de dire que c'est important de se mettre d'accord sur les mots qu'on emploie pour être sûre de tous parler de la même chose. C'est ce qu'on a vu ce matin pour parler de quantité, vous me disiez "masse", "volume" et on ne parlait pas forcément de la même chose.
1319	E3	On s'est aussi mis d'accord sur les représentations.
1320	E	Oui on a travaillé sur le fait de représenter de façon simplifiée un certain nombre de choses.

		On s'est tous mis d'accord sur la façon dont on allait représenter les choses. Et on s'est tous mis d'accord sur le fait qu'on ne dessine pas tout, on ne représente que les choses importantes. Je vais maintenant vous donner des questions pour réfléchir chez vous et on en reparlera ensemble jeudi. La question concerne le jardin des sciences. 1) Vous, dans les animations que vous allez mettre en place, qu'attendez-vous des petits ? qu'espérez-vous qu'ils mettent en place pour que les animations soient le plus scientifiques possible ?
1321	Estelle	Donc, qui va prendre les livres pour la circonscription ? (Discussion pour savoir qui a le livre d'Estelle). Est-ce que vous avez réfléchi à la question que je vous avais posée ?
1322	Groupe	Oui.
1323	Estelle	Ah, c'est bien ! Vous vous souvenez quelle était votre couleur ? (Chaque groupe dit sa couleur et Estelle distribue des pochettes de couleur). Mettez votre prénom sur votre papier, pour le moment ne le rangez pas. Vous vous souvenez de la question que je vous avais posée ? C'était "qu'est-ce que vous allez, vous, quand vous allez mettre en place et préparer les animations avec les petits, qu'attendez-vous d'eux, pour que les animations qu'ils vont faire avec leurs camarades soient le plus scientifique possible ?"
1324	A1	Je n'ai pas compris si c'était les connaissances ou si c'était la méthode ?
1325	A2	Moi j'ai fait les deux.
1326	Estelle	Alors, ça peut être l'un, ça peut être l'autre, mon idée derrière ça, c'est qu'est-ce qui fait qu'un atelier va être scientifique ou pas ?
1327	A3	Donc s'ils adoptent une démarche scientifique ?
1328	Estelle	Ce que j'aimerais bien, vous avez peut être des idées différentes par rapport à ça, mais j'aimerais bien que vous en discutiez ensemble, que vous lisiez ce qu'ont écrit les uns et les autres. Donc déjà vous lisez les choses des uns et des autres, puis vous en discutez pour pouvoir faire quelque chose de commun par groupe. Je vous laisse du temps pour ça, parce que ça m'intéresse d'un point de vue recherche aussi, et ensuite je vous proposerai de faire partager ce qui ressort aux autres groupes. Sachant qu'aujourd'hui, moi je ne donnerai pas de réponse par rapport à ça, je n'interviendrai pas ; je vous donnerai ça demain. Allez-y.
1329	Groupe 1	(Audio WS320241 à partir de 00:06:06 jusqu'à 00:20:56) Personne 1 : Bon, qu'est-ce qu'on fait ? Personne 2 : Moi il faut qu'ils dessinent. Personne 3 : Moi je pensais que c'était avec les manipulations. Personne 4 : Moi j'ai discuté avec Cathy il y a deux jours et elle me disait qu'ils expérimentent mais ils ont aussi une fiche à remplir après, soit sous forme de petit questionnaire, soit sous forme de schéma légendé... Personne 1 : Pour être sûr qu'ils aient bien compris en fait ? Personne 4 : Oui. Personne 2 : Et pour être sûr que le schéma est clair. Personne 3 : Et quelque chose de simple en cycle 2. Personne 4 : Oui, voilà, mais elle m'a dit apparemment qu'il y avait une fiche élève. Personne 1 : Oui mais enfin là, c'est par rapport à nos élèves, comment on leur annonce qu'ils vont mettre en relation... Personne 4 : Oui, oui. Personne 2 : Donc qu'est-ce qu'on va dire ? Puisqu'il va falloir faire un bilan. Personne 1 : Bon, déjà, il faut présenter clairement la situation, ça c'est bien. Personne 2 : En montrant le matériel à disposition pour résoudre le problème posé. Personne 1 : Donc du coup, par rapport au matériel, on peut mettre qu'il faut qu'il ait été bien préparé, on pense au matériel qui pourrait être utile en supplément. Et si ça part dans une direction, on va tester, paf on a le matériel qu'il faut. On peut prévoir de larges... Comme on l'aura testé en classe on pourra prévoir à peu près... Personne 4 : Oui. Personne 1 : Et puis surtout, que les questions que les enfants posent ne soient pas des questions... Personne 3 : Moi je trouve ça bien ce que tu as mis là, "les aiguiller sans donner la solution", parce qu'ils sauront tout donc ça va être difficile pour eux de ne pas dire. C'est important. Personne 4 : C'est la préparation. Personne 1 : Oui, c'est important mais ça ne répond pas forcément à la question. Ce n'est pas ça qui va faire que c'est scientifique. Personne 4 : Mais tu bloques la démarche scientifique de ceux qui vont venir si tu ne les laisses pas manipuler tout de suite. Tu dis "bon, place ça là, et ça va marcher". Il faut laisser tâtonner, c'est comme ça qu'ils vont s'approprier le matériel, et qu'ils vont avoir envie de... Personne 1 : Oui, c'est sûr. Bon qu'est-ce qu'on fait, on fait un compte rendu sur un bout de feuille ou... Personne 3 : Est-ce que, quand ils vont présenter l'atelier, ils vont dire aux autres enfants "il faut que vous fassiez ceci ou cela", ou que juste, la question est posée et c'est aux enfants, avec le matériel qu'ils ont, à imaginer comment faire. Les enfants qui vont venir sur l'atelier, est-ce que c'est à eux de... Personne 1 : Je pense que c'est ça, il va y avoir une question de départ. Personne 4 : Oui il y a une question au départ, je pense qu'il faut marcher par questionnement. Personne 1 : Par exemple la question ça va être "comment rendre de l'eau claire ?" On a de l'eau sale, comment faire pour la rendre claire ? Personne 2 : Et leur dire "débrouillez-vous". Personne 3: Voilà. Personne 1 : Voilà, je pense que ça va être ça, "avec ce matériel, qu'est-ce vous pensez qu'il faut utiliser ?" Je pense que ça va être ça. Après, qu'est-ce qu'on a fait d'autre ? Ah oui, sur les mélanges, "est-ce que vous pensez que la quantité est la même partout ?" Personne 4 : Mais il faut que les enfants soient super calmes ! Personne 1 : Oui (rires), c'est pour ça qu'on fait cela en ateliers. Donc pour toi c'est d'abord une question de départ ? Personne 4 : Oui, il faut peut être qu'ils fassent verbaliser d'abord les enfants qu'ils

		reçoivent sur ce qu'ils pensent avant l'expérience non ? Personne 2 : C'est vrai qu'elle nous le fait souvent pour savoir ce que ça peut donner, et vérifier après. Poser un problème et dire "que penses-tu que tu vas pouvoir faire ?" Personne 3 : Avec le matériel proposé. Personne 2 : Oui, par exemple "je peux faire ça, ça, ça", et ensuite essayer. Puis formuler et leur demander de vérifier avec le matériel. Ou de tester, parce que "vérifier", ils auront peut être fait de mauvaises hypothèses... Personne 1 : Oui, donc les tester pour arriver à une conclusion. Personne 4 : Une conclusion qui soit généralisable. Personne 2 : Justement j'y ai pensé à ça, ça ne peut pas être généralisable puisque ça aura été fait, par exemple, avec un seul liquide, on n'aura pas assisté avec d'autres liquides. Tu ne peux pas avoir prévu le matériel qu'il faut pour pouvoir généraliser. Comme il n'y a qu'un binôme qui va travailler... C'est vrai que quand tu as plusieurs binômes tu peux vérifier que tout le monde trouve la même chose, mais là ça sera le résultat d'un seul binôme, tu ne peux pas généraliser de la même façon... Personne 4 : Oui mais quand tu essayes avec le sucre, avec le sel, avec le sable... Personne 2 : Oui, il peut y avoir plusieurs matières. Personne 1 : Mais en fait il n'y a pas de mise en commun. Personne 2 : Oui ça serait intéressant mais c'est trop compliqué parce que tous les groupes ne passent pas dans tous les ateliers, ils n'ont pas le temps de tout faire. Personne 1 : Mais tu as au moins 4 groupes qui passent. Personne 2 : Alors après, laisser le temps d'expérimenter ; savoir relancer, parce que des fois, ils tâtonnent mais ça ne mène à rien. Personne 3 : ce n'est pas évident ça. Personne 2 : Et oui ! "Et si tu faisais ça...", je sais pas (rires). Donc toi tu avais dit qu'ils devaient compléter un schéma. Personne 4 : Oui. Personne 3 : On parle des enfants qui animent ou on parle aussi des enfants qui vont faire ? Personne 3 : On peut parler des deux, mais on peut parler déjà des enfants qui animent, puisque c'est eux qui vont faire. Donc comment faire pour que leur démarche soit la plus scientifique possible ? Estelle : Donc on est au-delà de la découverte. Et qu'est-ce qu'ils vont faire avec les visiteurs, qui va rendre cet atelier scientifique ? Personne 2 : On se posait la question, est-ce qu'on va les faire tester dans différentes situations pour pouvoir généraliser ce qu'ils vont trouver, par exemple si ça marche avec du sucre, est-ce qu'on va le faire aussi avec du sel, pour qu'ils puissent généraliser ? Estelle : Alors est-ce que vous pensez que cela rendrait l'atelier plus scientifique ? Personne 2 : Oui, parce que ça permet de généraliser après, pour comprendre que ça marche avec toute matière mais ça demande plus de temps, plus de matériel. Estelle : Alors est-ce qu'on fait un choix qui est de faire peut être moins de choses, mais de les faire de cette façon là, plutôt que de patouiller dans tous les sens ? Quels sont les choix que vous réalisez ? Que préféreriez-vous faire ? Personne 1 : Faire moins de choses. Personne 2 : Oui, moi je préférerais aussi mais est-ce que dans leur tête, ça va être clair que ça fonctionne dans tous les cas ? Si ça fonctionne avec de l'eau, ils vont généraliser et dire que ça fonctionne avec tous les liquides ? Estelle : Là vous êtes en train de parler de quoi ? Personne 2 : Ben, n'importe laquelle, peu importe, l'horizontalité par exemple. Estelle : Oui, pour les transvasements. Personne 2 : Oui. Estelle : Qu'en pensez-vous ? Vous pensez, apparemment que ça vaut le coup de construire ça avec eux ? Personne 2 : De le tester au moins avec un autre liquide pour vérifier que ça marche aussi. Estelle : Ok. Et vous ? Personne 1 : Oui, pareil. Mais après c'est vrai que le temps est limité, donc c'est des choses qu'on fait en classe, qu'on peut approfondir. Estelle : Tout à fait. Donc là vous avez l'idée d'une généralité, est-ce qu'il y a autre chose ? Je vous laisse continuer. Personne 2 : Donc il faut qu'ils concluent aussi. Soit ils réalisent un schéma de l'expérience... Personne 1 : Oui, ceux qui animent vérifient, il faut utiliser du vocabulaire adéquat. Personne 2 : Mais ça sera difficile. Personne 1 : Oui, mais ça sera préparé. Personne 3 : Moi j'avais marqué qu'en conclusion ils pouvaient refaire l'expérience en verbalisant les actions qu'ils faisaient. C'est une autre façon de montrer qu'on a compris, et par rapport à ton schéma, c'est une façon similaire ou complémentaire, je ne sais pas. Personne 2 : Oui, ils verbalisent à la fin, avec une loi.
1330	Groupe 2	(Audio WS320244 à partir de 00:06:35 jusqu'à 00:21:16) Personne 1 : Moi je me disais "hypothèse", mais comment l'amener l'hypothèse ? Il faut que les enfants soient capables de présenter leur objet et que ceux qui viennent se posent des questions. Personne 2 : Il faut déjà qu'ils posent la bonne question (rires). Personne 3 : Voilà, il faut qu'ils amènent la bonne question, qu'ils trouvent une question à proposer aux visiteurs. Personne 4 : Moi, un truc qui m'a marqué, quand par exemple on a fait "Petit glaçon", c'est "est-ce que c'est possible ?" Elle a lu l'histoire, et à un moment donné elle a dit "est-ce que c'est vrai ? Est-ce que c'est possible ?" Alors finalement tu poses la bonne question, et du coup en face, ils disent "oui, c'est possible" ou "non, ce n'est pas possible". Moi par exemple, par rapport aux transvasements je me suis dit que la question, ça serait "où est-ce qu'il y a le plus d'eau ?" Personne 1 : Oui, et il faudrait qu'ils aient une trace aussi. Personne 2 : Moi j'ai dit qu'il faut qu'ils imaginent, et après ils disent aux autres "vas-y, essaye !" C'est ça pour moi le truc scientifique. Personne 3 : Voilà, comme nous on va leur apprendre, c'est comme si eux, après, ils jouent au maître ou à la maîtresse. Personne 4 : Oui, sauf qu'ils ne jouent pas... Donc en fait on fait comme elle : "et bien on essaie". Personne 2 : Voilà, on essaye. Après, il ne faut pas non plus qu'ils les laissent faire n'importe quoi, il faut quand même les guider. Personne 1 : Donc il faut qu'ils aient bien en tête quelle est la question qui a été posée, et quelle est la réponse, l'hypothèse, et qu'est-ce

		qu'on doit vérifier. Ils doivent être bien clairs là-dessus. Personne 2 : Moi je trouve qu'il y a un truc super intéressant, c'est que quand toi tu l'as fait en classe, et que toi t'es la maîtresse, tu peux filmer ce qu'ils font, pour voir après ce qu'il s'est réellement passé. Pour voir par exemple, quand ils sont partis sur une mauvaise voie, comment je les ai remis sur... Personne 4 : Oui, c'est une bonne idée, parce qu'ils vont avoir la tête dans le guidon... Personne 1 : Est-ce qu'ils sont assez grands pour ça, je ne suis quand même pas sûre. On a quand même des CP / CE1, on n'a pas des cycles 3. Personne 2 : On peut essayer, de toutes façons tu peux filmer... Personne 1 : Oui mais analyser ce qu'il s'est passé, c'est drôlement difficile. Personne 2 : En tous cas pour moi, ça me servira à moi-même, parce que quand tu as le nez dans la séance, à un moment il s'est peut être passé quelque chose que tu n'as pas forcément vu. Parce que nous, quand on fait l'expérience avec elle (Estelle), on a quand même une culture scientifique, alors que les petits n'ont pas cette culture scientifique. Donc le déroulement de ce qu'il s'est passé en stage, les enfants vont peut être même nous épater, même si de temps en temps on va jouer aux enfants. Personne 4 : Mais dans la classe il y a toujours des enfants qui savent. Personne 2 : Oui, moi par exemple je fais le schéma de l'expérience au tableau et j'efface, puis je leur dis "où est passée l'eau ?" et certains vont me répondre "elle est partie dans le ciel, faire des nuages." Mais d'autres non. Une fois, certains ne savaient même pas qu'une graine allait donner une plante. Personne 4 : Pour le jardin des sciences, il faut que tu répètes plusieurs fois l'activité, et que tu cales le temps. Eventuellement, tu fais une deuxième expérimentation quand tu te poses une deuxième question. Alors qu'est ce qu'on attend pour que l'animations soit la plus scientifique possible ? Personne 1 : Moi j'aimerais déjà, qu'ils donnent envie aux autres de se poser la question. Personne 3 : Moi j'ai mis qu'il faut qu'ils trouvent une question à poser aux visiteurs autour d'une situation d'observation. Personne 2 : Oui mais ce n'est pas forcément eux qui doivent trouver la question. Personne 3 : Ah toi tu voudrais que ce soit les visiteurs qui trouvent une question. Personne 2 : Moi c'est ce que je pense. Personne 3 : Alors ça je pense que ce n'est pas possible. Personne 2 : Non mais ça dépend, si c'est dans l'histoire par exemple. Personne 3 : Ah oui, si c'est dans une histoire. Personne 4 : Moi dans ma tête, il faut amener les enfants à se poser une question. Parce qu'il faut déjà que tes animateurs aient trouvé la question. Personne 2 : Oui, oui, bien sûr ! Personne 4 : Parce que là tu réponds presque à la question "qu'attend-t-on des visiteurs ?", plus que des animateurs. Personne 1 : Eux ils se sont posé la question, ils ont vérifié et ils ont trouvé des réponses. Donc ça il faut qu'ils l'aient vraiment bien en tête, en termes de notions. Et après il faut qu'ils aient intégré la démarche pour pouvoir la faire passer... Il faut qu'ils aient vraiment en tête que la réponse à la question ne peut être obtenue que par l'expérimentation. Personne 4 : Après il faut qu'ils laissent les autres faire, pas eux, ça peut être difficile aussi. Personne 2 : Et la question, il ne faut pas qu'ils mettent 20 minutes à la mener parce que sinon il n'y a plus d'expérience. Personne 4 : Ah oui, c'est sûr ! Tu connais, pour les engrenages, l'histoire de "Matou miteux" ? Personne 2 : Non. Personne 4 : Je voudrais en parler à Estelle pour savoir si ça peut être mon point de départ pour travailler sur les engrenages. (Estelle arrive) Tu connais "Matou miteux" ? Estelle : Non. Personne 4 : C'est l'histoire d'un chat qui vit dans un moulin, et un jour il se fait prendre par l'engrenage du moulin. Donc je voulais savoir si ça pouvait être mon point de départ, en demandant si l'histoire est possible. Estelle : Alors, à chaque fois qu'on pose la question "est-ce que c'est possible ?", on travaillait sur un phénomène physique, et la question portait sur le phénomène physique. Là... Personne 4 : Si je représente le chat avec une bande de papier ? Si tu introduis une bande de papier dans un engrenage, est-ce qu'elle sort à la fin ? Estelle : Je ne sais pas. Donc ta question c'est "est-ce qu'une chose coincée dans un engrenage va pouvoir se déplacer ?" Personne 4 : Oui, voilà. Estelle : Mais avec ça, on est loin des objectifs en fait, mais on va voir. On va parler des engrenages cet après midi. Personne 4 : D'accord.
1331	Groupe 3	(Audio WS320203 à partir de 00:09:09 jusqu'à 00:20:40) Personne 1 : En fait nos propositions se recoupent donc on n'a pas grand-chose à ajouter. Estelle : Vos propositions se recoupent, c'est-à-dire ? Personne 2 : En gros les grandes idées sont partout. Estelle : Et quelles sont les grandes idées pour dire que quelque chose est plus scientifique qu'autre chose ? Personne 3 : Poser une question initiale, poser le problème. Personne 4 : En fait c'est poser ce défi là, et s'occuper du matériel, pour qu'ils soient complètement autonomes au niveau du matériel, au niveau de l'installation, la désinstallation. Personne 2 : Déjà, au niveau de l'installation, qu'ils soient capables d'installer l'atelier, ensuite qu'ils soient capables de formuler aux camarades qui vont arriver le problème, demander ce qu'il va se passer si on fait ceci, que les autres fassent leurs hypothèses ; ensuite leur demander d'essayer justement, donc de leur expliciter le protocole expérimental, comment ils vont devoir s'y prendre, et ils doivent les laisser faire, sauf s'il y a besoin d'une aide à un moment donné, du genre pour remettre du scotch, une aide matérielle mais les laisser vraiment expérimenter. Et après, qu'ils écoutent les observations que les enfants ont faites par rapport aux expériences, et qu'ils essaient de synthétiser, de faire une conclusion, toujours en laissant parler les autres, en étant capable de relancer. Personne 1 : C'est difficile ça en grande section, mais qu'ils aient déjà en tête la conclusion, parce qu'ils l'auront testée. Par exemple, je pense à "Plouf", parce qu'ils connaissent la fin de l'histoire, ils

		savent ce qu'il va se passer, mais qu'ils soient capables de retracer les grandes parties de l'histoire, bon ils seront aidés parce que justement on aura préparé le matériel. Il y a le loup qui descend, le cochon qui remonte. Estelle : Oui, avec des images. Personne 1 : Voilà, on va vérifier ça et là il va y avoir un gros travail pour leur dire "mettez-vous en retrait, laissez les enfants tripoter vos affaires", ça ne va pas être facile. Estelle : Ce n'est pas facile. Personne 2 : Mais justement dans l'école, j'ai une collègue qui a des moyens / grands et une fois que nous on aura fait les expériences en classe, on pourra leur faire à eux. Estelle : Oui, vous pourrez leur faire découvrir à eux. Personne 2 : Oui voilà, comme ça c'est un entraînement, comme ça ils l'auront déjà fait vivre à d'autres. Estelle : C'est très bien ça. Personne 4 : Alors moi j'ai une question, mais pour l'organisation ? Estelle : Sur l'organisation, on va y revenir. Personne 4 : Parce que, au final, puisque chacune va s'occuper d'un stand, ça veut dire que nous, dans notre classe, on ne peut plus rien faire. Personne 2 : Si, parce qu'il va y avoir tout le travail en amont, à savoir, déjà toutes les lectures d'albums, plus la maîtrise de la langue. Personne 4 : Oui mais au niveau scientifique, qu'est-ce qu'on fait ? Estelle : Vous allez déjà faire votre stand, et l'idée c'est qu'après le jardin des sciences, ils puissent réinvestir ce qu'ils ont fait avec vous sur le reste de l'année, et sur tout ce qui a été fait ici. Je voudrais vous relancer sur ce que vous avez dit, "on les laisse faire, et on les laisse formuler leur conclusion", vous souhaiteriez peut être qu'ils soient attentifs à un certain nombre de choses quand ils formulent cette conclusion, à quoi faut-il être vigilant ? Personne 1 : Il faut qu'ils utilisent un langage scientifique. Estelle : Là vous avez un langage scientifique ? Personne 3 : Non... Mais il faut peut être qu'ils demandent aux élèves de refaire l'expérience une deuxième fois, pour pouvoir être sûr que c'est robuste. Personne 2 : Non là, ce que tu voulais dire c'était plus par rapport à la formulation de la conclusion, pour savoir si on répond bien à la question de départ. Estelle : Ça peut être ça aussi, effectivement, demander de refaire plusieurs fois l'expérience. Personne 1 : Pour être sûr du résultat... Estelle : Vous pensez que ça rendrait l'atelier plus scientifique de faire ça ? Personne 2 : Oui, parce que c'est vrai qu'en faisant plusieurs fois on vérifie. C'est plus scientifique. Personne 3 : Quel est le but du jardin des sciences en fait ? Est-ce que c'est juste pour qu'ils découvrent quelque chose et que du coup, ils patouillent, ou est-ce que c'est d'en tirer un savoir, une connaissance ? Estelle : Il faut qu'ils aient, à la sortie, une idée de ce que c'est de faire des sciences. Personne 3 : D'accord. Donc ceux qui vont aller à tous les stands, qu'ils aient un peu la même attitude face à l'expérience. Estelle : Donc qu'est-ce que vous allez mettre là-dedans avec vos élèves ? Je vous laisse en discuter. Personne 4 : Je me pose la question au départ, j'émets des hypothèses, et j'essaye. Personne 2 : Et je refais plusieurs fois du coup. Un animateur va poser la question, eux, ils vont essayer d'imaginer ce que ça peut donner sans toucher, ils vont dire ce qu'ils pensent. Personne 3 : Oui, et il faut que tout le groupe ait cette démarche là à chaque fois, c'est ça que je voulais dire. Personne 1 : Oui normalement, c'est la démarche expérimentale. Personne 2 : Mais si chacun a son expérience, et qu'on a déjà donné cette démarche expérimentale, forcément comme tous seront dans le même cas, dans leur tête ils auront déjà le schéma, parce qu'en naviguant dans les ateliers, ils vont finir par prendre l'habitude. A force de le répéter, peut être qu'ils vont prendre conscience. Personne 3 : Comme ils auront vu tous les animateurs, qui sont dans des classes différentes, avec des projets différents, et qu'avec tous les animateurs ça aura été le même processus, à savoir, je me pose une question, j'émets des hypothèses... Personne 1 : Oui, mais il faut arriver à le faire en classe, et ça ce n'est pas évident, puisque précisément on est limité dans notre champ d'action. Personne 3 : Oui mais ils vont se dire "je pense comme ça, c'est une démarche comme ça, pour cette expérience. Personne 2 : Oui mais regarde, par exemple avec "Plouf", une fois qu'ils ont vérifié le truc, ils se disent que le livre ne fonctionne pas, il ne dit pas quelque chose d'exact sur le plan scientifique, mais après il faut aller plus loin en faisant des hypothèses et en réfléchissant par exemple à comment faire pour faire remonter le loup ? Et bien je vais mettre plus de choses côté lapins. Puis on va réessayer encore, mais on a réémis des hypothèses par rapport à ça. On leur dit "attendez, avant de faire, qu'est-ce que vous voulez faire ?", et à force de faire 2, 3 ou 4 fois, même si c'est la même expérience, ils auront le schéma dans la tête : je veux faire quelque chose, j'écris ou je dessine mes hypothèses, je vérifie ce qu'il va se passer, et je peux conclure. Mais c'est sûr qu'en une seule fois... Moi je l'avais fait pour "Flotte ou coule", à chaque fois ils avait leur bassine avec leurs 6 objets, et ils devaient faire une petite phrase : "je pense que..., j'essaye..., et je fais ma conclusion". Personne 4 : Alors après, est-ce qu'elle ne va pas nous conseiller de faire, comme il y aura des adultes à chaque fois, qu'en premier, au début de l'atelier, c'est l'adulte qui repose les choses, qu'est-ce que vous en pensez ? Pour que la fois suivante, ce soit les enfants, qui se disent "ah ben oui, tout à l'heure on a posé cette question". C'est ça aussi la démarche. Personne 1 : Oui, mais si on s'entraîne à le faire en classe, ils l'auront vécu avec nous à côté. On leur dit "allez-y, posez la question", et tu peux reformuler pour que ça devienne une habitude. Personne 3 : Oui. Mais donc il faut quand même qu'on trouve d'autres expériences à faire en classe pour mettre ça... Personne 1 : Non, pas forcément, c'est faire vivre cette expérience là à d'autres, en s'entraînant ; en leur disant "après je ne serais plus là, il faudra vous débrouiller tous seuls".
1332	Estelle	Est-ce que vous avez terminé ? Alors je vous propose de mettre vos feuilles dans la pochette,

		et on va faire un petit bilan. Moi je ne vais rien vous dire, on en reparlera demain tous ensemble. Quel groupe veut commencer ? Vous vous souvenez de la question : "quelles sont vos attentes pour que l'atelier soit le plus scientifique possible ?" Allez-y, on vous écoute.
1333	A4	Alors, deux choses, deux grands axes. La première c'est être capable de mettre en place le matériel, de le gérer, et de l'enlever, et donc de le mettre en place évidemment. Et l'autre chose c'est d'adopter une démarche scientifique, en étant capable de poser une situation initiale, la question du départ, puis en essayant. Et après être capable de se mettre en retrait, laisser les copains manipuler. Une fois que la question de départ est posée, demander "qu'est-ce que vous en pensez ?", pour qu'ils fassent des hypothèses, et ensuite, leur proposer l'expérimentation et ils se mettent en retrait pour laisser les autres faire.
1334	A8	Mais là ils les écrivent les hypothèses ?
1335	Estelle	Ils les écrivent ou ils les dessinent, ou ils en parlent. Il ne faut pas que ça prenne trop de temps.
1336	A4	Voilà, qu'ils soient ensuite capables de formuler les observations, et après, de formuler une conclusion. Et que les enfants organisateurs soient capables de, alors ça ce n'est pas facile, notamment pour les maternelles, mais de récupérer les moments importants de tout ce qui a été formulé, pour pouvoir faire formuler la conclusion. Mais ça c'est plus compliqué.
1337	A9	Mais faire poser une question par ceux qui ont fait l'expérience, je me demandais finalement si nos élèves allaient être capables de faire le tri entre les questions pertinentes qui vont aller dans le sens, parce que l'expérience aura été faite en classe donc ils auront quand même une espèce de fil conducteur, donc est-ce qu'ils vont être capables de retenir les questions qui vont dans ce sens ou est-ce qu'ils vont partir dans toutes les directions et finalement...
1338	A4	Oui mais la question de départ, c'est eux qui la posent.
1339	A9	Ah, c'est eux qui posent la question de départ ?
1340	A4	Et oui, au départ oui, puisque c'est eux qui mettent en place le matériel… Donc la question de départ, c'est eux qui la posent pour moi.
1341	A9	Oui mais parfois, les questions viennent de nous, et c'est Estelle qui fait la synthèse des questions et qui les note au tableau.
1342	A8	Moi je pense que la difficulté va être surtout, bon ok on fait des hypothèses, des expériences, on valide ou pas, ça je pense que c'est une démarche qu'ils vont pouvoir adopter, mais ce qui va être très dur pour des enfants c'est de vaincre leur frustration, de ne pas dire la réponse aux copains, et de ne pas toucher, de ne pas aider. Mais peut être que ça n'a pas d'importance, parce qu'on dit souvent que quand ce sont des enfants qui s'expliquent entre eux, ce n'est pas pareil que si c'était nous.
1343	A10	Moi je suis assez d'accord, je fais souvent reformuler les consignes par les enfants, et quand c'est un enfant qui explique ça passe beaucoup mieux.
1344	A11	Mais quand tu as expliqué une fois en collectif, et que tu as réexpliqué à l'enfant qui n'avait pas compris, quand tu lui demandes s'il a compris, il te dit non, tu fais réexpliquer par un enfant qui a compris. Je me dis que si j'ai déjà expliqué 2 ou 3 fois, ça ne marche pas, c'est un enfant qui explique.
1345	Estelle	Alors ça, ça porte sur le fait de ne pas donner un savoir, laisser l'enfant découvrir. Vous avez dit autre chose sur les attentes pour que l'atelier soit le plus scientifique possible ?
1346	A4	On se disait de laisser faire, de proposer de refaire, de vérifier plusieurs fois.
1347	A12	Ça je ne sais pas si on aura le temps…
1348	Estelle	Sur "Plouf" ça va assez vite.
1349	A4	Pour le faire deux fois on devrait pouvoir avoir le temps.
1350	Estelle	C'est 20 / 25 minutes par atelier. Après vous allez vous entraîner avec eux, vous allez faire des choix. Donc c'est justement sur ça qu'on va devoir faire des choix.
1351	A13	Et si on prépare un document avant, c'est peut être bien, je pense que ça va être important parce que justement, ça sera vraiment intéressant qu'il y ait la situation de départ, un questionnement, puis ensuite on conclut. Et les enfants qui font l'atelier, ça peut aussi leur servir, ils vont se demander "est-ce que j'ai réussi ma mission ?" Ce document va être important aussi pour eux.
1352	Estelle	La fiche animateur va être importante, ça va être un support. On va le travailler demain. Ça va être le support pour les lancer sur l'atelier, donc qu'est-ce qu'on va attendre de nos animateurs ? Et effectivement, de ce qu'on attend des animateurs résultera ce qu'on mettra sur la fiche, pour chaque atelier.
1353	A13	On avait dit aussi qu'il serait difficile de trouver les bonnes questions pour relancer l'expérience en cas de blocage.
1354	Estelle	Donc éventuellement, préparer une liste de questions qui permettent de relancer.
1355	A14	On va commencer par être nous, animateur, et je ne sais pas si à un moment je ne filmerai pas, même si ce n'est pas pour eux, pour moi, pour me détacher un peu, pour voir ce qu'il s'est passé réellement, comment les enfants ont réagi. Parce qu'on voit bien, toi tu as été animatrice,

		nous visiteurs, on l'a vécu. Je me demandais si je ne vais pas filmer, ou quand on va commencer à s'entraîner, pour pouvoir analyser tranquillement.
1356	Estelle	Alors, je pense que ça a un impact pour vous, pour ceux qui peuvent, qui acceptent de le faire, ça me semble très intéressant, et si vous en êtes d'accord, moi aussi ça m'intéresserait. Moi ce que j'aimerais bien faire, c'est sur la manifestation, suivre un groupe d'enfants pendant les 5 ou 6 heures d'animation. Qu'est-ce qu'il se passe, comment animent-ils, comment réagissent-ils, comment s'adaptent-ils d'une animation sur l'autre ? Ils évoluent et ils apprennent, tout ça me semble très intéressant. Parce que là on a plusieurs transferts, on a celui de moi à vous, de vous aux enfants, et des enfants aux enfants, mais qu'est-ce qu'on choisit de faire passer ? C'est ce qu'on est en train de discuter là. Parce que là, mine de rien, ce que je suis en train de vous demander, c'est qu'est-ce que vous souhaitez que vos enfants fassent passer aux autres, ce qui fait que ça va être scientifique ou pas ? Donc qu'est-ce qu'on peut proposer comme direction pour le travail ? On en reparlera demain, mais si déjà vous êtes partantes, que vous avez des caméras, pensez-y. Si on peut s'échanger tout cela, on sera dans l'échange d'expérience.
1357	A9	Et en plus, si les parents ont une caméra à la main, ils interviendront beaucoup moins.
1358	Estelle	Exactement ! Et s'il y en a plusieurs c'est encore mieux. On suit un groupe de six pendant qu'ils sont visiteurs, et puis quand ils sont animateurs on se focalise sur un groupe de deux. Mais il faut choisir le même groupe de deux tout le temps. Ça peut être intéressant de cibler avec quel groupe vous allez faire ça. Et si vous avez plein de parents qui sont partants, c'est encore mieux, on peut filmer tout le monde ! Ça c'est quelque chose qui m'intéresse beaucoup, et qui vous intéresse aussi parce qu'on a le retour ensuite, et on voit les choses. Vous, vous ne verrez pas tout ça.
1359	A11	Ce qui est toujours frustrant dans ce type de manifestation, c'est qu'en général on est avec un groupe, et papillonner sur les groupes ça ne donne pas grand-chose, donc justement on ne voit pas ce que font les autres.
1360	Estelle	Et là, justement avec ça, bon ça sera après coup, mais vous l'aurez, vous pourrez revenir dessus.
1361	A3	Et juste une question pratique, est-ce qu'on arrive, avec une caméra, à tenir six heures sans fil ?
1362	Estelle	Non. Alors ce qu'il faut, c'est déjà d'avoir des chargeurs, parce que le problème en général ce n'est pas le stockage, c'est la batterie. Mais bon, si vous avez des parents qui ont deux heures de film, c'est déjà ça. Ça fait deux créneaux où ils animent. On n'aura pas forcément tout, mais plus on aura de parents volontaires, mieux c'est. Et puis effectivement, vous avez raison, ça fera taire certains parents (rires). On revient sur "qu'est-ce qu'on attend ?" Donc vous aviez dit ?
1363	A8	Qu'ils arrivent à verbaliser une conclusion, avec un vocabulaire adapté. Ils peuvent aussi dessiner la situation et synthétiser le résultat.
1364	Estelle	Vous avez parlé d'autre chose, au niveau de l'eau, etc. Vous voulez en parler là ou pas ?
1365	A8	Je ne sais pas si on pourrait avoir le temps de généraliser, de ce qu'on obtient dans l'expérience, par exemple l'horizontalité, on a testé avec l'eau mais est-ce que ça marche aussi avec l'huile, pour prouver que ça marche avec différents liquides.
1366	A3	Ça, ça peut être une relance pour la classe après. On l'expérimente là, et on pourrait essayer ensuite de le faire dans la classe.
1367	Estelle	Ou on peut faire le choix de dire "c'est là-dessus que je veux travailler avec les enfants, donc je ne vais faire que ça".
1368	A9	Moi je me suis posé une question sur la gestion du temps, il va falloir cibler une question et pas cinquante. Donc on ne va pas pouvoir faire varier tous les paramètres.
1369	Estelle	Alors est-ce qu'il va falloir faire un choix ou est-ce qu'il va falloir faire un choix sur le nombre de questions qu'on va poser aux enfants ?
1370	A7	Et c'est vrai qu'il va falloir gérer le temps parce qu'il y a des groupes qui vont trouver des réponses très vite, et d'autres qui vont tâtonner, sans aboutir, ça va être plus long. Donc il faut peut être trouver autre chose pour aller plus loin, pour ceux qui vont vite.
1371	A11	Nous ce qu'on avait aussi dit, c'est l'acceptation par l'enfant que l'hypothèse de départ n'est pas forcément validée par l'expérience.
1372	A13	Il faut qu'ils soient très rigoureux dans la manipulation selon l'expérience. Et c'est aux animateurs, justement, de veiller à ça.
1373	Estelle	A quoi pensez-vous ?
1374	A13	Au sel par exemple qui était dans le mélange réfrigérant, il ne faut pas le mettre dans la petite coupelle. Si on n'est pas vigilant à ça… Il faut être méthodique.
1375	Estelle	Vous avez encore d'autres idées qui permettraient de rendre vos ateliers aussi scientifiques que possible ?
1376	A10	L'utilisation du vocabulaire, qu'il soit vraiment pointu, adéquat.

1377	Estelle	Vous avez un exemple ?
1378	A3	Entre lourd et gros par exemple. Ne pas confondre la masse avec le volume.
1379	Estelle	Donc ça, en leur disant ou en leur faisant sentir les choses, comme on a travaillé, avec les boules de polystyrène.
1380	A2	Et puis ne pas brûler les étapes, qu'ils soient conscients qu'il y a des étapes à respecter. Que toute la démarche expérimentale, c'est en fait des étapes successives.
1381	Estelle	Alors est-ce qu'il faut qu'elles soient successives ?
1382	A10	Parfois on varie juste un paramètre.
1383	A2	Mais ce que je veux dire, c'est qu'il faut qu'il y ait la question de départ, les hypothèses, qu'il y ait à chaque fois tout ce protocole en fait ; une démarche qui va se répéter. Et ils vont prendre conscience au fur et à mesure des ateliers, qu'il y a toujours une question, des hypothèses, une expérimentation, des observations, une conclusion. Donc ça veut dire qu'en amont on a déjà travaillé là-dessus. Il faut que ça devienne presque mécanique. La démarche scientifique c'est ça, c'est de la rigueur.
1384	A14	Le truc c'est de la curiosité, et là j'ai l'impression qu'on les enferme, à un moment donné ils ne vont plus être curieux. Je ne sais pas, ça me gène.
1385	A4	Non parce que tu peux faire de nouvelles hypothèses à chaque fois, tu peut ré expérimenter. Quand quelque chose nous intéresse, on brûle souvent l'étape de "qu'est-ce que j'en pense d'abord ?" Tout de suite c'est "oh, c'est incroyable", et hop on essaye. Et c'est ça qu'il faut qu'on leur apprenne : avant de tester, réfléchis, "qu'est-ce que tu en penses ?"
1386	Estelle	Est-ce qu'on fait systématiquement comme ça ou pas ?
1387	A10	Moi je pense que ça dépend de la situation.
1388	A6	En tous cas, Estelle nous a demandé de réagir systématiquement comme ça face à une situation. C'est pour faire évoluer leurs représentations initiales.
1389	A12	Il faut peut être un moment pour poser les choses. Il faut peut être s'arrêter au bout de 20 minutes et demander qu'est-ce qu'on a vu, qu'est-ce qu'on a fait… La méthodologie dont parlait Estelle en fait.
1390	Estelle	Par exemple ?
1391	A12	Par exemple avec le mélange réfrigérant, on s'est arrêtés, on a demandé ce qu'on a fait, on avait cette idée, on a vérifié, il faut se poser pour avoir un recul sur ce qu'on a fait.
1392	A14	Je suis assez d'accord mais pour moi ça sera réussi si…
1393	A14	Enfin je pense que les enfermer, je trouve que ce n'est pas du tout scientifique justement. Ça me gène énormément parce que j'ai l'impression qu'on les a dressés, alors que c'est tout l'inverse.
1394	A4	C'est pour avoir une démarche rigoureuse et en tirer une conclusion.
1395	A14	Moi ce n'est pas du tout mon truc, d'ailleurs c'est pour ça que je n'ai pas répondu à Estelle. Mais d'insister vraiment lourdement là-dessus ça me gène énormément.
1396	Estelle	Sur quoi tu insisterais ?
1397	A14	Moi ce qui m'intéresse vraiment, c'est la situation de départ, et les essais. Moi ça sera réussi s'ils arrivent à dire ou à présenter quelque chose, qu'ils disent "essaye", et les autres essayent. C'est ça qui va être vraiment le plus... Pour moi c'est l'envie d'éveiller la curiosité, c'est ça qui sera le plus révélateur pour dire si c'est réussi ou pas. Pour moi c'est scientifique.
1398	Estelle	Ça peut être ça, chacun son idée, pour le moment c'est ouvert.
1399	A12	Ce que tu dis ça me fait penser aux arts plastiques. On a l'impression que là, le fait qu'il y ait un cadre, ça t'empêche de…
1400	A14	Non ça ne m'empêche pas parce que je suis tout à fait consciente que le cadre te permet d'aller plus loin. Mais j'ai l'impression que le but c'est ça à la fin, et pour moi ce n'est pas ça.
1401	A12	En arts plastiques on va faire varier la matière ou la couleur, ou le support, et en fait tu vas faire varier les choses. Et le fait que tu choisisses une matière et une couleur, et pas dix matières et dix couleurs, ça ne va pas empêcher l'enfant de s'exprimer, de faire travailler l'imagination.
1402	A14	Non , non, non, mais je suis d'accord, mais…
1403	A2	C'est l'aspect artificiel, obligatoire, il faut qu'on pense comme ça, comme ça, comme ça.
1404	A14	Voilà, vous aviez l'air de dire que c'était ça le plus important, et…
1405	A4	Ce n'est pas le plus important.
1406	Estelle	Alors c'est quoi le plus important ?
1407	A4	C'est qu'ils se posent vraiment la question.
1408	A3	C'est ce qui permettrait d'arriver à une démarche scientifique et un atelier vraiment scientifique, c'est tout hein. Pour ne pas que ça soit comme à l'éco parc, où ils patouillent, ils s'en mettent partout et ce n'est pas du tout scientifique.
1409	A13	C'est vrai qu'on rentre vraiment dans un cadre et on sait que les plus grandes découvertes,

		souvent ça a été le fruit du hasard. Donc c'est bien de laisser aussi une part de…
1410	A9	Et Estelle elle en pense quoi de l'éco parc ?
1411	Estelle	Estelle ne pense rien de l'éco parc parce qu'elle n'y est pas allée (rires).
1412	A9	Non mais je veux dire cette idée de consommer de la science comme ça ?
1413	Estelle	Je ne sais pas comment c'est fait.
1414	A12	Le plus important, moi ce que je retiens, que je n'arrête pas d'avoir en tête, il va falloir me dire demain si c'est une bonne représentation de la démarche scientifique, mais moi j'ai en tête qu'ils se posent une question, et cette question on pourra y répondre de manière sûre que si on a expérimenté et qu'on a vu que la réponse était la bonne. C'est ça le plus important.
1415	Estelle	Vous rejoignez ça ?
1416	A14	Oui.
1417	A13	Pour en revenir à l'éco parc, je pense effectivement que s'il y a un animateur qui est là, devant l'installation, et qui dit ce qu'il faut faire, ça va. Mais si tu laisses les enfants se débrouiller…
1418	A7	En fait, soit il n'y a personne dans les ateliers, soit s'il y a quelqu'un c'est bon, vous avez ce matériel là, vous pouvez faire ça, ça et ça", donc les enfants font ça, ça et ça, et ils n'ont pas fait autre chose.
1419	Estelle	Alors est-ce que vous pensez que ça c'est une démarche scientifique ?
1420	A7	Non, pas du tout. C'est de la consommation, c'est de l'amusement. On n'est pas dans la même démarche.
1421	A6	Oui, parce qu'il n'y a pas de questionnement.
1422	A7	Il y a des façons d'introduire le questionnement, mais là ils ne le font pas, ils montrent le matériel, et voilà. Alors après oui, il y a différents ateliers.
1423	A9	Après je pense qu'il faut leur dire "voilà, amusez-vous", comme ça, après tu peux fixer leur attention. Sinon, ils vont tellement avoir envie de tout toucher que ça ne va pas être possible.
1424	A7	Voilà, ça pourrait être intéressant de manipuler tout de suite, sauf que derrière il n'y a personne pour faire le cheminement. Et après on passe à autre chose donc en fait ils ne font que du patouillage. En tous cas il n'y a personne pour aiguiller dans cette démarche. Et même quand il y a quelqu'un, je le dis pour l'avoir vécu, on leur explique carrément ce qu'ils doivent faire.
1425	A9	Ou alors il faudrait accepter de n'y aller que pour une seule des activités, et toi, prendre le temps de faire.
1426	A8	Et en fait à la fin de la journée, les enfants ils vont être passés…
1427	Estelle	Ils ne passent pas sur tout, on va les faire tourner sur une dizaine d'ateliers, mais comme ils sont animateurs deux fois, ça veut dire qu'ils vont en voir 9. Et comme vous êtes 12, ils en verront 9 sur 12 en fait, plus le leur.
1428	A8	Donc par exemple il y aura le thème qu'on aura travaillé en classe, celui-là ils le maîtriseront.
1429	A12	Mais en fait on ne fait pas tous les thèmes qui ont été affichés au tableau alors ?
1430	Estelle	Exactement.
1431	A8	Mais donc du coup, au retour en fait, en classe, on aura à exploiter, on aura une trace, on aura quoi ?
1432	Estelle	Alors, au niveau du retour de classe, vous avez plusieurs possibilités. Vous avez déjà une possibilité qui est de faire raconter aux enfants ce qu'il s'est passé, ce qu'ils ont vu, ce qu'ils ont fait, et ensuite, éventuellement, en vous appuyant sur ce qu'ils ont vu et ce qu'ils ont fait, vous pouvez relancer une démarche. Là on est en mai, il ne reste pas beaucoup de temps ; mais en juin quand il fait très chaud, que les enfants ne travaillent plus tellement, plutôt que de passer des journées à jouer aux cartes, je plaisante un peu, mais on peut se faire des journées thématiques avec les enfants, et on peut même s'appuyer sur les enfants qui l'ont vécu. Par ailleurs, vous pouvez faire une kermesse des sciences, ça marche très bien.
1433	A11	Moi je l'ai fait l'année dernière, sur le développement durable.
1434	Estelle	Là, si vous faites ça en version kermesse après, la version kermesse, il faut forcément que ça aille très vite. Donc ce sera sous forme de défis. Ce sera juste "j'ai une question, un défi, j'ai une idée, et je teste". Et là on peut poser des quizz, les cycles 3 vont faire ça, ils vont revenir dans la classe avec une feuille quizz, c'est-à-dire que chaque classe aura prévu une ou deux questions sur l'atelier qu'ils ont fait, et donc les enfants, en rentrant à l'école, pourront essayer de répondre à différentes questions. C'est aussi une chose qu'on peut faire. Ce n'est pas obligatoire, mais c'est une possibilité parmi d'autres. Vous avez encore des choses à rajouter ? On a différentes idées, je laisse les choses comme ça pour le moment, demain on reprend la discussion, avant de construire les fiches des ateliers, et une fois que je vous aurai laissés vous exprimer sur cette question et une autre, vous aurez le droit de me bombarder de questions ; et on fera un bilan tous ensemble. Maintenant je vous propose de travailler sur l'air, ou sur la lumière, on va voir. On va travailler sur la lumière, sur les ombres. Alors, on va le faire un peu rapidement, mais je voudrais qu'on commence par prendre une feuille, et je voudrais que

		vous vous dessiniez, vous et votre ombre au soleil.
1435	A10	A quelle heure ?
1436	Estelle	A l'heure que vous voulez. Dessinez-vous, vous et votre ombre, au soleil.
1437	A7	Et il faut mettre le soleil alors.
1438	Estelle	Alors, qu'est-ce qu'il faut mettre à priori ? Effectivement, il va falloir mettre son ombre et le soleil. (Tout le monde dessine). Donc chacun pour soi.
1439	A9	Et il faut dire à quel moment de la journée ou pas ?
1440	Estelle	Non, ça m'est égal. Je veux voir trois choses : vous, votre ombre, et le soleil. Vous avez presque fini ? Normalement c'est presque fini, ça n'a pas besoin d'être un dessin d'art. Ça doit être aussi scientifique que possible, j'ai oublié de le préciser mais ça va de soi (rires). Vous avez fait votre ombre au soleil ? Alors, j'aimerais bien que vous marquiez bien au crayon parce qu'après on va tous les mettre par terre et il faut qu'on puisse voir. (Tout le monde pose son dessin par terre.) Alors, on regarde tous et la question qu'on va se poser c'est "qu'est-ce qui est pareil et qu'est-ce qui est différent ?"
1441	A11	Il y a toujours l'ombre, la personne et le soleil. On n'a pas mis le soleil au milieu.
1442	Estelle	Vous n'avez pas mis le soleil au milieu, oui.
1443	A11	Oui, on ne l'a pas mis entre l'ombre et la personne.
1444	A9	Ce qui est pareil c'est que personne n'a un talent particulier pour le dessin (rires).
1445	A7	Ce qui est important, qu'on peut voir là, en réfléchissant, on voit bien que l'ombre part des pieds.
1446	Estelle	Donc elle part toujours de ses pieds. Est-ce que c'est juste ça ? Est-ce que vous voyez dans tous les dessins que l'ombre part des pieds ?
1447	A13	Non, il y en a un qui n'a pas l'ombre aux pieds.
1448	Estelle	Alors là, c'était "vous et votre ombre au soleil", on n'a pas spécifié au niveau des pieds, est-ce que tout le monde a mis les pieds avec les pieds ? Oui ?
1449	A11	Là non, mais c'est un manque de talent.
1450	Estelle	Donc ce que vous êtes en train de me dire c'est que si on se dessine avec son ombre au soleil, si on veut que ce soit aussi scientifique que possible, il va falloir que les ombres soient attachées aux pieds.
1451	Groupe	Oui.
1452	A11	Sinon, on a souvent fait les ombres plus grandes que le corps, mais pas toujours.
1453	A9	Après, ça, ça dépend de l'heure qu'il est.
1454	A11	Oui, oui, je suis d'accord. Mais c'est vrai qu'on a plus représenté l'ombre plus grande.
1455	A10	La taille de l'ombre n'est pas forcément la taille de la personne.
1456	Estelle	Ensuite, qu'est-ce que vous avez fait ?
1457	A5	Au niveau du soleil j'ai eu du mal, je savais très bien que je voulais le soleil au matin mais j'ai eu du mal à le représenter pour pouvoir symboliser qu'il était au bas de l'horizon. Je voulais montrer qu'il était bas, mais je ne savais pas comment…
1458	A11	Celui là, il est top !
1459	Estelle	Alors pourquoi est-il top ?
1460	A11	Il est top parce qu'il y a l'horizon, il y a le sol, donc le bonhomme est déjà posé quelque part, on voit bien où est le ciel, c'est-à-dire que le soleil n'est pas au zénith, voilà quoi.
1461	Estelle	D'accord, donc vous pensez, il y en a qui ont dessiné un sol, d'autres non…
1462	A4	Moi j'y ai pensé mais c'est difficile parce que l'ombre est posée sur le sol, mais le sol ce n'est pas qu'un trait.
1463	Estelle	Alors, on a un problème lié à quoi là ?
1464	A5	C'est la perspective.
1465	Estelle	On a effectivement un problème lié à la représentation. Comment représenter…
1466	A2	Parce qu'on a plusieurs dimensions là.
1467	Estelle	Et oui. On est dans un espace à trois dimensions, très clairement, on est à la verticale et l'ombre est à l'horizontal, et là sur notre feuille on est sur une surface. Donc on est embêté avec ça.
1468	A11	Oui parce qu'après ça fait des trucs bizarres. Parce qu'on a l'habitude que le soleil soit au-dessus de notre tête, et là il se retrouve à nos pieds.
1469	Estelle	Avec les enfants, qu'est-ce qu'on va avoir ? On va avoir les pieds qui ne touchent pas, on va avoir moi avec les yeux et le sourire, et mon ombre avec les yeux et le sourire. Les enfants vont mettre des flèches : c'est moi, c'est mon ombre. Pareil, il faut que je précise. On va aussi avoir des soleils qui vont peut-être être trop hauts.
1470	A1	Est-ce que ce n'est pas parce que du coup, vous avez juste tourné le dessin ?
1471	Estelle	Pardon ?

1472	A1	Vous dites que le soleil sera du côté de l'ombre, mais peut être…
1473	Estelle	Non, non, là il y aura moi, mon ombre, et le soleil ici (Estelle montre un dessin.). On n'aura pas d'obstacle entre le soleil et l'ombre.
1474	A8	Il faut que moi je sois entre le soleil et l'ombre.
1475	Estelle	Voilà. Donc pour ça on va jouer à ce qu'on vient de faire, "qu'est-ce qui est pareil, qu'est-ce qui n'est pas pareil ?", on va identifier tout ce qui n'est pas pareil, et comment on va faire pour savoir ? On va aller dehors, et on va jouer avec les ombres. Alors ça je vous le passe, mais on le fera vite juste avant d'aller manger, juste pour le côté esthétique des choses, mais déjà on va aller regarder si mon ombre est collée à mes pieds ou pas. On regarde ça. Les plus petits ont du mal à identifier leur ombre, ça arrive. Donc vous allez faire des choses avec des enfants qui ne comprennent pas ce qu'ils font jusqu'à ce qu'il y ait un déclic. Mais il y a des enfants, en moyenne ou grande section pour qui on leur dit de regarder un truc mais ils ne voient pas. C'est classique. Mais ce n'est pas grave, ils vont faire comme les autres parce qu'ils fonctionnent par mimétisme, mais vous, vous allez vite les repérer, et ça va se faire sur 15 jours, 3 semaines. Il leur faudra ce temps là pour réaliser, et d'un seul coup, là ils accélèrent et ils rattrapent tout le monde. Mais il faut le temps que le déclic se fasse. Donc on regarde son ombre, on regarde qu'elle est collée aux pieds, est-ce que je peux la décoller des pieds ?
1476	A11	Non.
1477	A2	Sauf si je saute en l'air.
1478	Estelle	Voilà.
1479	A11	Ah, il y a des albums comme ça.
1480	Estelle	Alors voilà, si je saute en l'air, effectivement, je peux décoller les pieds de mon ombre. Il y a parfois des enfants qui vont vous dire "l'ombre est devant moi". Qu'est-ce que vous en pensez de ça ?
1481	A4	Et oui, parce qu'ils ont le soleil dans le dos.
1482	Estelle	Oui mais si j'ai le soleil devant moi ?
1483	A11	Ça dépend de l'heure, si tu as le soleil de face, l'ombre va être derrière toi.
1484	A4	Justement, ce n'est jamais comme ça qu'ils le représente.
1485	Estelle	Alors "devant", "derrière", est-ce que c'est une bonne façon de dire les choses ? J'ai le soleil, j'ai mon ombre qui est devant moi et si je tourne comme ça, est-ce que mon ombre est devant moi ?
1486	A9	Non.
1487	Estelle	Elle est sur le côté. Donc je peux tourner, je peux demander aux enfants d'essayer de déplacer leur ombre. Donc je peux tourner sur moi-même et je me rends compte que ce n'est pas parce que je tourne que mon ombre tourne. Et là on est en train d'essayer d'associer l'ombre à autre chose que soi.
1488	A11	Et est-ce qu'on peut faire tout bête, essayer de voir que s'il n'y a pas de soleil à un endroit, avant de faire tout ça ?
1489	Estelle	Alors, pour faire ça, on fait un long moment dans la cour de récréation. Il faut les aligner les enfants. On fait deux rangées et il faut mettre suffisamment d'espace entre eux pour qu'ils ne se marchent pas sur leur ombre. Et vous leur faites tourner le dos au soleil parce que je vous rappelle qu'on ne regarde jamais le soleil dans les yeux.
1490	A6	Après on peut aussi faire l'expérience avec le projecteur ?
1491	Estelle	Oui on le fera. Alors, on va être au soleil, est-ce qu'on peut rendre son ombre plus petite au soleil ?
1492	A14	Oui.
1493	Estelle	Comment fait-on ?
1494	A14	On s'accroupit.
1495	Estelle	Si je m'accroupis, je peux rendre mon ombre plus petite. Est-ce que je peux changer mon ombre ?
1496	A5	Oui, en faisant des mouvements différents.
1497	Estelle	(Estelle fait plusieurs mouvements.) Alors je peux changer la forme de mon ombre, en faisant des gestes différents. Qu'est-ce que je peux faire d'autre ? Est-ce que je peux…
1498	A10	Est-ce que je peux marcher sur mon ombre ? Parce que souvent quand ils jouent dans la cour au soleil, il y en a qui disent "je n'arrive pas"…
1499	Estelle	Alors, il y a aussi autre chose c'est est-ce que je peux cacher mon ombre ? Est-ce que je peux ne plus voir mon ombre ? Et là on peut se mettre à deux (Estelle se fait plus petite que la personne qui est devant elle), et là je ne vois plus mon ombre. Je peux aussi me mettre devant (Estelle se fait plus petite que la personne qui est derrière elle), et je ne vois plus mon ombre parce que je suis dans l'ombre de quelqu'un. Et puis après ce qu'on peut faire, c'est une ombre avec une tête et deux bras. Donc on peut vraiment faire ce genre de choses. On peut aussi jouer à "chat-ombre", ça se joue par deux, avec des observateurs. Donc on a la moitié de la

		classe qui va jouer, et la moitié de la classe qui va regarder. L'idée c'est, on est par deux, et il y en a un qui essaye de mettre son pied, donc c'est de la motricité, donc on essaye de mettre son pied sur l'ombre de son binôme. Et quand on y est arrivé, on change, on inverse les rôles. Alors ça c'est amusant de le faire maintenant par exemple, au moment où les ombres sont longues.
1500	A11	Mais c'est comme un "trap-trap" en fait ?
1501	Estelle	Oui, on joue à "chat", sauf qu'au lieu de toucher la personne on touche l'ombre. Donc l'idée c'est "toi tu as une ombre, et ton copain a gagné au moment où il touche l'ombre du pied". Et il y a un observateur, qui est là pour vérifier.
1502	A9	Et oui parce que si l'ombre est dans ton dos…
1503	Estelle	Alors justement, il y a plusieurs stratégies, comment faire pour gagner ? Pour gagner, il vaut mieux avoir son ombre devant soi. Donc il faut se déplacer d'une certaine façon par rapport au soleil. Et quand on peut faire ça à 9h du matin, on peut y rejouer à 13h. A 13h c'est beaucoup plus difficile, parce que mon ombre est plus petite. Et ils vont se rendre compte que pour avoir l'ombre devant soi il faut courir dans la même direction. Donc on va jouer à tout ça, et l'objectif, c'est de les aider à associer la position de l'ombre à une source de lumière, ça c'est dehors. Tout ça c'est des jeux. Alors j'ai un album, avec lequel on peut aussi travailler là-dessus, que j'aime beaucoup, c'est "Il ne faut pas faire pipi sur son ombre". Alors ça c'est ou en début, ou en fin de travail. Moi je trouve qu'en fin de travail c'est mieux. Parce que vous avez des ombres qui sont clairement fausses. Qu'est-ce qu'on se pose comme question là-dessus ?
1504	Groupe	Est-ce que c'est possible ?
1505	Estelle	Donc on a des ombres qui ne sont pas possibles. Pourquoi j'insiste sur des ombres qui ne sont pas possibles plutôt que fausses ?
1506	A11	Parce qu'on peut essayer.
1507	Estelle	Quand on pose la question en termes de "possible, pas possible", comment va-t-on faire pour savoir ? On va essayer. Alors que "vrai, faux", il n'y a pas de débat. Parce que de toutes façons, ça, c'est une histoire, c'est un album, et on sait bien que les albums sont des histoires, et dans une histoire on raconte ce que l'on veut. Donc une histoire, est-elle vraie ou fausse ? Une histoire n'est pas vraie, souvent les enfants le savent ça. Donc si on leur pose des questions en termes de "vrai, faux", ils vont vous dire "oui c'est faux parce que" et "parce que" ça peut être parce que le loup ne mange pas, parce qu'il n'est pas habillé, etc. Et là on n'est pas sur ce qui nous intéresse. Ce qui nous intéresse c'est un phénomène physique.
1508	A11	Là ce qui est intéressant c'est qu'il n'y a pas de soleil de dessiné.
1509	Estelle	Là il n'y a pas de soleil de dessiné et on a des tas d'ombres différentes. En fin de travail on peut se demander "quelles sont les ombres qui sont possibles ?" (Estelle montre le livre) Alors là, elle est possible si le soleil est derrière l'enfant. Et ici ? Si il saute. Là il est sur un banc, est-ce que c'est possible ou pas ?
1510	Groupe	Non.
1511	Estelle	Non, pourquoi ?
1512	A9	Il faudrait que les fesses se touchent.
1513	Estelle	Oui, ou en tous cas, que les pieds soient collés les uns aux autres. On peut le faire ça, c'est facile, on se met sur une chaise dans la cour. Il faut vérifier. Vous avez vu, hier il y a quelqu'un qui s'est retrouvé avec une ombre qui était dans l'ombre. Donc quand on va faire ça avec les enfants, on va anticiper les endroits dans la cour où on peut... Là on a une ombre qui est très longue, on est dans un couloir, c'est possible ou pas ?
1514	Groupe	Oui.
1515	Estelle	Donc ça continue comme ça pendant très longtemps et c'est sympathique parce que d'autres fois elle change de forme ou de couleur, ça dépend de l'endroit. Alors les enfants vont vous dire que mon ombre elle est verte, bleue.
1516	A12	Est-ce que c'est de l'herbe qui est verte ?
1517	Estelle	Alors c'est l'herbe qui est verte mais c'est quoi l'ombre ?
1518	A8	C'est le reflet…
1519	Estelle	Le reflet ?
1520	Groupe	Non.
1521	A11	Il est sur la neige là ?
1522	Estelle	Il est sur la neige oui.
1523	A11	Et c'est possible ou pas que l'ombre ne soit pas…
1524	Estelle	Et bien si je suis sur une pente ?
1525	A11	Non mais je parle de la couleur là.
1526	Estelle	Alors pour la couleur, sur la neige mon ombre est sombre. Qu'est-ce qu'on va dire ? On va dire, pour avoir du vocabulaire, est-ce que l'ombre est noire ici ?
1527	Groupe	Non.

1528	Estelle	Donc vous ne dites pas que l'ombre est noire parce que, qu'est ce qu'on voit, est-ce qu'on voit que l'ombre est noire ? Non. L'ombre c'est un endroit où on a moins de lumière, donc l'ombre est sombre. (Estelle pose un objet et une pochette jaune par terre) Là j'ai une ombre, mais mon ombre est jaune, donc on dit que l'ombre est sombre. Donc voilà, on a ce petit livre là, il est vraiment très, très riche, on peut travailler plein de choses dessus. Maintenant, à savoir si on le fait à la fin ou au début… En bout de course, il va vous servir à faire une évaluation formative. Je pense qu'il est mieux de le faire à la fin parce qu'il est très riche. (Estelle ouvre une page du livre) Vous voyez, là typiquement, il s'échange son ombre avec sa copine.
1529	A11	Mais le titre, "Il ne faut pas faire pipi sur son ombre", est-ce qu'ils ne vont pas non plus vouloir vérifier ça ? (rires)
1530	Estelle	Alors, effectivement quand on travaille sur des albums en "possible, pas possible", vous vous souvenez comment on a travaillé ensemble : à chaque fois, je vous ai focalisés sur un événement de l'histoire. Quand on a fait "*Plouf*", j'ai insisté sur "on a les personnages qui montent, les personnages qui descendent", et c'est une fois que j'ai insisté sur cette partie de l'histoire, que j'ai posé la question possible ou pas possible. Et j'ai eu droit à "trois lapins, ce n'est pas plus lourd qu'un cochon", on est partis sur un "pas possible" biologique, qui ne m'intéressait pas. J'ai dit "on pourrait faire ça, mais moi ce n'est pas ça qui va m'intéresser". Donc vous avez ce petit album là. J'en ai un autre qui est plus simple d'utilisation, et qui peut lancer le travail, c'est "L'ombre de l'ours". C'est un ours et un lapin, et l'ours prête son ombre au lapin, et quand le lapin fait des gestes, les autres lapins ont peur parce qu'ils voient arriver l'ombre. Puis il se fait voler l'ombre par la sorcière, il découvre des tas de personnages sombres qui ont été attrapés par la sorcière, ils sont en cage, donc ils se sauvent tous, le petit lapin récupère l'ombre de l'ours, et il va la remettre sur l'ours. Donc est-ce que c'est possible ? Est-ce qu'on peut enlever son ombre ? Donc ce livre est plus facile pour partir, ou avec "Peter Pan". Il faut savoir que les enfants, avec "Peter Pan" en tous cas, pensent que s'ils recouvrent leur ombre de quelque chose, ils n'ont plus d'ombre. Donc qu'est-ce qu'il se passe si je mets une couverture sur mon ombre ? Donc là on constate juste, et on va associer l'ombre à la lumière. Donc sitôt que j'ai une source de lumière, j'ai une ombre, et mon ombre n'est pas devant ou derrière, elle est opposée à la source de lumière. Ou, autre façon de dire les choses, je suis l'obstacle qui est entre le soleil et l'ombre, mais le "entre" n'est pas toujours facile pour les petits, "opposé", en général, c'et un peu mieux. Mais là on va travailler ces mots là.
1531	A4	Mais la difficulté vient aussi du fait que si on voit son ombre, dans le meilleur des cas on est en face, on la regarde, dans le pire des cas elle est sur le côté, mais si elle est derrière, par définition on ne la voit pas donc elle n'existe pas.
1532	Estelle	Il y a des observateurs. Et on peut voir son ombre en mettant sa tête entre ses jambes. Donc on va faire ça dehors, et on va faire ça dedans. L'idée c'est d'associer vraiment l'ombre à une source de lumière donc l'étape suivante c'est le projecteur. Alors l'association source de lumière - ombre, si vous avez de l'espace, si vous avez un endroit où vous pouvez avoir de l'obscurité, idéalement la salle de sport ; alors pour rendre une pièce obscure, c'est facile, vous prenez des cartons, et vous scotchez les cartons sur les fenêtres.
1533	A6	Ou alors on prend des sacs poubelles noirs, ça va encore plus vite.
1534	Estelle	Si les sacs poubelles sont assez opaques, ça va.
1535	Estelle	Oui donc sacs poubelles, cartons, il faut que ça soit suffisamment épais pour que la lumière du jour ne passe pas. Une fois qu'on a fait ça on prend son gros projecteur, on assoit tous les enfants, on en met 2, 3 ou 4 au milieu de la salle et on fait la même chose qu'on a fait au soleil. C'est-à-dire qu'on allume le projecteur, et ou on peut tracer à la craie sur le sol, donc on trace l'ombre des enfants, et dans chaque ombre, on prend un enfant et on l'assoit dedans.
1536	A11	Et si on ne peut pas négocier, est-ce qu'on peut le faire sur un tapis ?
1537	Estelle	Oui, on peut. Donc vous tracez l'ombre et vous asseyez un enfant dedans.
1538	A9	On peut les allonger dedans aussi.
1539	Estelle	On peut les allonger, oui. On alors on en met deux ou trois dans une ombre. Alors votre projecteur, ça va être un projecteur de jardin, ça va chauffer donc c'est vous qui le tenez. Donc vous allumez, vous tracez vos ombres, vous éteignez. Vous déplacez le projecteur, vous le rallumez, et les ombres se seront déplacées.
1540	A8	Et il faut absolument le faire au sol, on ne peut pas les faire au mur ?
1541	Estelle	Non, surtout pas avec un mur, c'est au sol. On met le projecteur et tous les enfants autour, en statues. Les enfants tournent, et au fur et à mesure on peut leur demander de prévoir pourquoi l'ombre a bougé, et avant d'allumer on leur demande où va se trouver l'ombre. Donc ils voient bien le lien entre la source qui se déplace et l'ombre qui se déplace. Je dis qu'ils voient bien, c'est dans le meilleur des cas, parce qu'il y a des enfants qui ne le voient pas forcément, mais c'est pas grave on va le faire plusieurs fois. Là on l'a fait tous ensemble, on a bougé le projecteur, et on a vu que l'ombre s'est déplacée.
1542	A2	On peut mettre différentes couleurs, et là où ils iront s'allonger…
1543	Estelle	Tout à fait ! Vous pouvez.

1544	A2	Comme ça on visualise bien que tant que le projecteur est à un coin bleu, ceux qui sont par terre ont du bleu, ils ont un dossard bleu. Après on peut faire pareil avec du rouge, et ils verront que quand le projecteur est dans le coin rouge, toutes les ombres sont de ce côté là.
1545	Estelle	Exactement, mais les enfants qui sont allongés, ils restent allongés.
1546	A8	Mais je ne vois pas l'intérêt de laisser les autres allongés…
1547	Estelle	Moi j'en vois un d'intérêt, c'est que pendant qu'ils sont allongés, ils sont monopolisés, et ils n'éclatent pas dans tous les sens.
1548	A11	Mais donc après, quand tu vas mettre un projecteur à un autre endroit, tu mets un autre enfant pour faire l'ombre rouge ?
1549	Estelle	Oui voilà, tout à fait.
1550	A11	Il ne va pas sortir de son ombre bleue pour aller dans son ombre rouge.
1551	Estelle	Donc vous avez 3 enfants allongés par couleur, plus ceux du milieu, ça fait 12, plus ceux qui regardent. Et on constate que quand on éteint et qu'on se remet au bleu, on constate que l'ombre est encore au bleu, et c'est un autre enfant qui se met dedans. De toutes façons ils vont tous vouloir y être donc c'est bien, ils vont tous y être, on va le refaire plusieurs fois, et tout le monde va voir la même chose plusieurs fois.
1552	A1	On ne peut pas utiliser une lampe électrique, ça serait trop faible ?
1553	Estelle	Ah, non, non, non, il faut quelque chose de bien puissant.
1554	A8	Moi il y a quelque chose qui me perturbe un peu, si on fait le même travail avec les ombres des enfants en déplaçant le projecteur, c'est que les enfants peuvent avoir le sentiment que c'est le soleil qui se déplace, quand leur ombre se déplace. Alors peut être que ce serait bien de faire ce travail avec le projecteur et les ombres pour montrer qu'en fonction de la place du projecteur, l'ombre est différente, mais peut être pas avec leur propre ombre. Avec l'ombre d'objets, ou quelque chose comme ça...
1555	A10	Ça ne change rien…
1556	A8	Ben non parce que tu vis une situation dans la cour, avec le soleil. Et si tu vis cette situation, enfin si tu…
1557	A10	Mais oui mais de toutes façons ton soleil n'est pas au même endroit dans le ciel.
1558	A8	Oui mais justement, on se bat là-dessus pour leur dire qu'il n'est pas au même endroit dans le ciel mais que ce n'est pas lui qui a bougé. Et si toi tu fais bouger le projecteur… Enfin je ne sais pas hein mais…
1559	Estelle	Alors là, ça m'intéresse ce que vous êtes en train de me dire. Vous êtes d'accord avec votre collègue pour dire que le soleil ne bouge pas dans le ciel ?
1560	A9	De notre point de vue, il bouge dans le ciel.
1561	A8	Oui, on a l'impression, mais la réalité ce n'est pas ça. Alors si physiquement on déplace le projecteur…
1562	A6	Mais quand on dit que le soleil se couche…
1563	Estelle	Alors est-ce qu'on voit le soleil apparaître à un endroit et disparaître à un autre endroit ?
1564	Groupe	Oui.
1565	Estelle	Est-ce que, quand vous avez tracé vos ombres dans la cour, vous avez vu que le soleil n'était pas au même endroit ?
1566	Groupe	Oui, tout à fait.
1567	Estelle	Donc vous avez vu que le soleil était à différents endroits. On a vu que quand la lumière est à différents endroits, l'ombre est à différents endroits. Qu'est-ce qu'on va en conclure ? On va conclure que quand on bouge la source, l'ombre se déplace. Ou dans l'autre sens, que, quand l'ombre se déplace, il y a une source qui se déplace aussi. On a vu ça dans la classe. L'ombre se déplace, la source se déplace, ça va ensemble. Tout le monde est d'accord avec ça ?
1568	Groupe	Oui.
1569	Estelle	Donc maintenant dehors. J'ai tracé mes ombres dehors, et j'ai vu qu'elles se déplaçaient. J'en conclus quoi si mes ombres se déplacent dehors ?
1570	A7	Que la source se déplace.
1571	Estelle	Voilà.
1572	A11	Oui, mais ça après, souvent ils le savent quand on en parle, ils disent "ce n'est pas le soleil…", des fois ils le disent.
1573	Estelle	Alors comment vous le savez ça ?
1574	A12	On ne peut pas le savoir, on nous l'a appris, on s'est documentés. Peut être qu'on nous a raconté n'importe quoi depuis le début (rires).
1575	Estelle	Elle est en train de me dire que ce n'est pas le soleil qui se déplace, c'est la Terre qui tourne sur elle-même. Comment vous le savez ?
1576	A10	Ben parce que la nuit, les étoiles, si on les observe, il y en a qui forment un dessin particulier, et bizarrement ce dessin particulier reste toujours le même et il n'est pas au même endroit.

1577	Estelle	Donc ce que vous êtes en train de me dire là c'est que les étoiles se déplacent aussi dans le ciel ?
1578	A10	Et bien ça paraît quand même assez improbable qu'elles se replacent toutes au même endroit les unes par rapport aux autres !
1579	Estelle	Alors vous voyez, un triangle, une croix, un rond.
1580	A10	Oui mais ça reste dans le même ordre, on est d'accord ?
1581	Estelle	Vous m'avez dit que dans le ciel ça restait dans le même ordre, qu'on les retrouvait au même endroit.
1582	A9	On ne peut pas valider alors.
1583	Estelle	Alors, comment vous savez que le Terre tourne autour du soleil et pas l'inverse ? Parce que vous êtes en train de me dire que c'est la Terre qui tourne autour du soleil, c'est bien ça ?
1584	Groupe	Oui.
1585	Estelle	Et vous me dites que vous le savez comment ?
1586	A9	Parce qu'on s'est documentés, on l'a appris. Parce que des gens ont fait l'expérience pour nous.
1587	Estelle	Quelle expérience ?
1588	A9	Ah je ne sais pas.
1589	A7	Ils ont fait des calculs savants.
1590	Estelle	Ils ont fait des calculs savants ?
1591	A4	Ben les saisons ! C'est les saisons qui font que…
1592	Estelle	Ah bon ?
1593	A7	Si tu prends ton globe, tu prends une source de lumière, tu vois qu'il y a jour/nuit, jour/nuit, donc première hypothèse, c'est le soleil qui tourne autour de la Terre, deuxième hypothèse, c'est la Terre qui tourne sur elle-même. Que tu fasses l'un ou l'autre ça marche, donc tu ne peux pas valider, échec de l'expérience.
1594	A9	Oui mais ça a quand même été validé avant.
1595	A7	Oui mais regarde, pendant des années on a cru que… Parce qu'il n'y avait aucun moyen de le savoir.
1596	A9	Oui mais il y avait une dimension philosophique et religieuse qui faisait qu'on avait du mal à ne pas se placer au centre.
1597	A7	Maintenant on a des satellites donc...
1598	Estelle	Et alors ? Ça change quelque chose ?
1599	A7	Et bien là on a la preuve en photo.
1600	Estelle	Ah bon, quelle preuve ?
1601	A7	On a des images pour montrer que la Terre tourne déjà.
1602	Estelle	Alors on voit la Terre ronde, tant qu'on est hors de la Terre et suffisamment loin, d'accord.
1603	A9	Il faudrait une station spatiale fixe, ça existe ça ?
1604	Estelle	Fixe par rapport à quoi ?
1605	A10	Par rapport à la Terre. On fait l'hypothèse que la Terre tourne, donc on place un truc fixe par rapport à la Terre et on voit si elle tourne.
1606	Estelle	Il faut toujours dire que c'est par rapport à quelque chose, donc c'est fixe par rapport à quoi ?
1607	A11	Par rapport à l'axe de la Terre.
1608	Estelle	Par rapport à quelque chose.
1609	A9	Non, par rapport à la position de la Terre à un moment t.
1610	A7	Tu n'as aucun moyen de savoir si c'est la Terre qui tourne autour du soleil ou si c'est le soleil qui tourne autour de la Terre.
1611	Estelle	Alors, un mouvement on le décrit comment ? Comment savez-vous si quelque chose tourne ou pas ?
1612	A11	C'est toujours par rapport à quelque chose.
1613	Estelle	Oui. Donc quand on décrit un mouvement, c'est toujours par rapport à quelque chose. Si je suis, moi, sur un banc, et que je regarde un manège, pour moi, le manège est en train de tourner. Donc par rapport à celui qui est sur le banc, le manège est en train de tourner. Vous voyez où je veux en venir ?
1614	A9	C'est l'histoire du train et de la gare.
1615	Estelle	Voilà, si je suis sur le manège, moi ce que je vois, c'est le banc qui tourne. Est-ce qu'il y a une façon de dire qui est plus légitime qu'une autre ? Est-ce qu'il y a une façon de dire qu'il serait plus "vraie" qu'une autre ?
1616	Groupe	Non.
1617	Estelle	Ça dépend où on se place, donc, par rapport à l'endroit d'où je regarde, je ne vois pas les choses de la même façon. Et quand je décris un mouvement, je dois toujours préciser par rapport à quoi. Donc je reviens ici, sur Terre. J'ai les pieds sur Terre, je regarde mon ombre, je

		la vois bouger. Qu'est-ce que je vois se déplacer dans le ciel ? Le soleil. Donc par rapport à moi qui suis sur la Terre, le soleil se déplace dans le ciel. C'est un peu traumatisant, c'est pour ça que je le fais maintenant (rires).
1618	A12	Vous savez depuis combien d'années j'ai cru ça, vous vous rendez compte ? (rires.)
1619	A11	Oui parce que, eux, quand ils se posent la question de jour/nuit, la manip qu'on fait c'est, le projecteur qui reste fixe et le globe qu'on fait tourner, avec un petit bonhomme playmobil.
1620	Estelle	Oui mais on peut faire l'inverse. Parce que là on croit qu'on démontre des choses, mais qu'est-ce qu'on fait ? On triche. Parce qu'il y a plusieurs façons de faire et est-ce qu'on peut trancher ?
1621	A11	Est-ce que quand tu fais ça, tu dis "ça c'est ce qu'on croit, mais ça aurait pu être", et à ce moment là tu mets bien le globe qui ne bouge pas et tu le fais tourner autour du projecteur ?
1622	Estelle	Et dans ce cas là, qui croit-on ? Comment sait-on les choses ?
1623	A11	On ne sait pas plus, on fait confiance à ce qu'on nous a dit.
1624	Estelle	Alors, si on dit ce que vous êtes en train de dire, vous arrivez à suivre ?
1625	A9	Même si nous, à notre niveau, on ne peut pas le vérifier, est-ce que ça a été vérifié par l'humanité ?
1626	Estelle	Non, tel que vous me le dites, non. La Terre ne tourne pas par rapport… La Terre tourne sur elle-même à condition de dire par rapport à quoi. Par rapport au soleil.
1627	A10	Oui, mais là il est bien question de la Terre et du soleil, donc il faut arrêter de… Là on tourne autour du pot !
1628	A9	Ça c'est à cause de Gisèle qui a posé la question !
1629	Estelle	C'était un peu provoqué (rires), j'ai provoqué chez vous une certaine réaction. Je vous ai mis en situation, on est allé observer dans la cour, on a vu des choses. Je vous ai fait un baratin ici, ce n'était pas innocent. Evidemment, il y a un lien entre les deux. J'ai posé la question à 400 instits. Je plante un bâton dans la cour, je trace les ombres, et je vois qu'elles se déplacent et sont plus ou moins grandes. Un enfant vous dit "les ombres se déplacent parce que le soleil a bougé". Comment réagissez-vous à ça ? 100 % des instits interrogés répondent "non, ce n'est pas parce que le soleil a bougé, c'est parce que la Terre a tourné". Alors rassurez-vous, je pose la même question, enfin je pose la question un peu différemment à des futurs profs de physique, et je leur demande "voilà, j'ai deux enfants qui se disputent, un enfant qui dit que le Terre tourne autour du soleil et un enfant qui dit que le soleil tourne autour de la Terre, comment réagissez-vous ? Et comment le savez-vous ?" et ils me disent "évidemment, c'est la Terre qui tourne autour du soleil et pas l'inverse". "Comment vous le savez ?" "Parce qu'on l'a démontré, avec Galilée, Copernic, et parce qu'on l'a appris à l'école."
1630	A2	Oui mais alors effectivement, si on part de là, si on maintient que c'est nous qui bougeons, et non pas le soleil, quand on reprend l'expérience de toute à l'heure, avec un même projecteur, nous on fait bouger les enfants et les ombres ne vont pas dans tous les sens, elles restent dans le même sens.
1631	Estelle	Attendez, refaites-le moi doucement. Est-ce que c'est symétrique ou pas ce que vous faites là ? Non. Nous ce qu'on est en train de dire c'est qu'on a un mouvement relatif entre deux choses. On a un mouvement relatif de la source par rapport à l'observateur. Et il faut comparer des choses comparables. Si je garde la source fixe et je tourne sur moi-même, ce n'est pas pareil pour l'ombre, que de faire tourner la source ou faire tourner l'objet. Ce qui est symétrique de la lumière qui tourne autour de l'objet, c'est l'objet qui tourne autour de la lumière. D'accord ? Pour la Terre et le soleil, c'est encore autre chose. Donc au départ, évidemment c'est vieux, c'est les Grecs qui ont commencé à se poser cette question là, de comment représenter les choses ; et ils ont construit plein de modèles différents. Ils ont construit un modèle, une représentation, ils ont simplifié les choses, c'est-à-dire que je vais dire que mon soleil c'est une grosse lumière qui éclaire dans tous les sens et je vais faire comme si la Terre était une boule. Et à partir de là je vais essayer de voir comment je peux reproduire avec ce système, avec ce modèle, ce que j'observe moi, vu de la Terre. Donc j'observe, vu de la Terre, l'ombre qui bouge, les saisons, etc. Donc une première représentation c'était la Terre qui tourne sur elle-même et qui tourne autour du soleil. Ça ne marchait pas trop mal. Une autre c'était la Terre qui ne bouge pas, le soleil qui tourne autour de la Terre, et qui au cours des saisons, monte plus ou moins haut. Ça marche bien. Et il y en avait d'autres encore. On avait plein de modèles différents qui permettaient d'expliquer la même chose. Alors qu'est-ce qu'on fait quand on a plein de modèles différents qui permettent d'expliquer la même chose ?
1632	A7	On ne peut pas conclure.
1633	A3	Ou on continue à chercher.
1634	A10	Il faut attendre d'avoir d'autres données pour faire évoluer.
1635	Estelle	On a attendu, attendu, attendu, il n'y a rien eu. Ce qui s'est passé dans l'histoire, c'est que si on regarde ça d'un point de vue pure construction des choses, on ne peut pas trancher. Mais effectivement, les Grecs, Aristote et d'autres, étaient convaincus qu'il y avait une figure plus parfaite que les autres. Et la figure plus parfaite que les autres c'était le cercle. Et comme le

		cercle était parfait, à partir de là on a construit des représentations du monde qui utilisaient des cercles. Et on avait des modèles avec des cercles, le soleil qui ne bouge pas, la Terre qui tourne autour, ou le soleil qui ne bouge pas, la Terre qui tourne sur elle-même et qui tourne autour. Et il y a un choix qui a été fait, qui est un choix esthétique, qui est le choix de dire que la Terre ne bouge pas. Et il y a autre chose qui a fait ce choix. C'est que Ptolémée connaissait les frondes, et vous savez que quand je fais tourner une fronde, si je lâche, la pierre part, donc si quelque chose tourne, les objets qui sont sur quelque chose qui tourne peuvent être éjectés. Et nous on est sur la Terre et on n'est pas éjecté.
1636	A4	C'est la gravité.
1637	Estelle	Oui mais ils ne connaissaient pas. Donc ils se disaient "si je ne suis pas éjecté de la Terre, c'est que la Terre ne tourne pas", donc il avait un argument qui était un argument physique. Donc on a fait un choix de modèle, la Terre qui ne bouge pas, et tout le reste autour. Ça, ça va jusqu'à Copernic. Copernic, lui, se dit "oh, et bien on a mis la Terre au centre du monde", mais quand on met la Terre au centre du monde, effectivement on a le soleil qui fait un rond autour de la Terre, on a les étoiles qui tournent autour de la Terre, et on a des tas de choses qui font des choses un peu bizarres, c'est ce qu'on appelle des planètes. "Planète" en grec, ça veut dire "astre errant". Et pour représenter le mouvement des planètes ils leur font faire des aller-retours. Donc là en fait vous avez Vénus qui est en train de faire des aller-retours dans le ciel. Donc j'ai repéré des constellations, des groupes d'étoiles qui ne bougent pas et je vois des petits points, qui d'une nuit sur l'autre, se déplacent dans le ciel par rapport à tout ça, et qui font des choses bizarres, ce sont les planètes. Et donc pour représenter le mouvement de ces astres avec des cercles, par rapport à la Terre, ça fait des cercles dans des cercles, dans des cercles, etc., qui tournent les uns sur les autres, c'est ce qu'on appelle des épicycles. Copernic s'est dit "moi je trouve que c'est plus simple de dire que ce n'est pas la Terre qui est le centre, c'est le soleil." Parce que quand je dis que le centre, c'est le soleil, j'ai la Terre qui tourne, et j'ai les planètes autour, qui tournent. Et là, est-ce que c'est un argument physique ? Non, c'est un argument de simplicité. On fait un choix différent parce que c'est plus beau, c'est plus pratique. Ça c'est Copernic. Avant, le centre, c'était la Terre ; après, le centre, c'est le soleil. Dans les livres on dit souvent que Galilée a défendu Copernic. Non, c'est beaucoup plus compliqué que ça, et c'est beaucoup plus riche et plus intéressant que ça. Galilée est copernicien, ça veut dire que pour lui, au départ, on a le soleil qui est au centre, pour les mêmes raisons, mais il va beaucoup plus loin. Galilée est le papa du principe de relativité. Le principe de relativité c'est que, enfin, pour Galilée, il nous dit que quand je décris un mouvement, je dois dire d'où je regarde. Si je dis que ça tourne, c'est par rapport à quelque chose d'autre ; si je dis que ça avance, c'est par rapport à quelque chose d'autre. Le train avance par rapport à la gare, mais par rapport au train, la gare recule. Et du coup, Galilée dit "arrêtez avec vos centres, il n'y a pas de centre, ça dépend de l'endroit où je regarde les choses". Kepler commençait déjà ça, mais c'est Galilée qui le dit. Tout endroit d'où l'on regarde les choses est aussi légitime qu'un autre. S'il n'y a pas d'endroit plus légitime qu'un autre, il n'y a pas de centre.
1638	A4	Ça ne peut pas tourner par rapport au soleil ? En étant sur le soleil on ne voit pas…
1639	Estelle	Alors si je suis sur le soleil, je regarde les choses par rapport au soleil. Donc l'endroit où je suis est l'endroit qui est immobile, pour moi. Donc je vois la Terre qui tourne sur elle-même, et autour du soleil. Elle tourne sur elle-même en 24 heures et autour du soleil en 365 jours. Ça c'est si je suis sur le soleil, c'est un choix, mais je peux regarder les choses vues de la lune. Si je suis sur la lune, je vois la Terre qui ne bouge pas, je la vois toujours au même endroit dans le ciel. La Terre pour moi, est immobile, et le soleil fait un tour autour de nous en 28 jours. Si je suis sur la Terre, je vois le soleil tourner autour de moi en 24 heures, les étoiles tourner autour de moi en 24heures, je vois les planètes faire ce genre de mouvement bizarre, et d'autres choses encore. Si je suis sur Mars, je vois le soleil tourner autour de moi en 23 heures et 37 minutes, je vois la Terre faire un mouvement comme ça dans le ciel, etc. Et suivant l'endroit d'où je regarde les choses, je vois les choses différemment. Et il n'y a pas une chose qui est vraie et une qui est fausse.
1640	A14	C'est sa perception en fait.
1641	Estelle	Ça dépend de l'endroit où on regarde les choses. Alors ça, Galilée arrive à le montrer sur des mouvements en translation. Et il faut attendre Einstein pour que ça, c'est un principe, c'est-à-dire que ce n'est pas démontré, on le pose, c'est le principe de relativité ; ce principe avec Einstein dit que la physique est la même dans tous les référentiels. Il n'y a pas un référentiel plus légitime que l'autre, qu'il tourne ou qu'il ne tourne pas. Donc ça dépend juste de l'endroit où on est. Donc on peut dire, vue de la Terre, que le soleil tourne autour de nous. Si je dis juste "le soleil tourne autour de moi", ça n'a pas de sens. Quand on dit "la Terre tourne" ou "le soleil tourne", ça n'a pas de sens, il faut dire par rapport à quoi.
1642	A14	Par rapport à moi…
1643	Estelle	Voilà, donc par rapport à moi, le soleil tourne.

1644	A14	De toutes façons on le voit donc…
1645	A11	Juste une question : si je reste sur Terre, est-ce que la notion de mouvement, par exemple le train, est-ce qu'on pourrait introduire une notion de dépense énergétique ?
1646	Estelle	Pour quoi faire ? Et qu'est-ce que ça apporte ?
1647	A11	Dire que quand il y a un mouvement, il y a une dépense énergétique.
1648	Estelle	Comment mesurez-vous la dépense énergétique ?
1649	A11	Ben par exemple, la gare ne bouge pas…
1650	Estelle	Hep, hep, hep ! Par rapport au train, elle se déplace. Ça, je peux vous assurer que ce n'est pas un argument valable.
1651	A10	Alors qu'est-ce qu'on dit aux enfants ?
1652	A6	Les deux enfants qui se disputent "mais non, ce n'est pas la Terre qui bouge c'est le soleil qui bouge"…
1653	Estelle	Alors qu'est-ce qu'on répond ?
1654	A8	Ça dépend où tu es.
1655	Estelle	Voilà, vous avez trouvé la réponse. Aujourd'hui, la réponse qu'on fournit c'est "ça dépend de l'endroit où on regarde les choses".
1656	A5	Oui mais comment est-ce qu'on le sait ça ? Parce que tout à l'heure vous disiez "si je suis sur le soleil, c'est la Terre qui tourne". Comment le sait-on puisqu'on n'y est pas allé ?
1657	Estelle	C'est une très, très bonne question que vous me posez là ! Ce que je sais de façon sûre, c'est que, vu de la Terre, le soleil se déplace dans le ciel. Je le vois, j'y suis. Le point de vue de l'observateur est toujours légitime.
1658	A11	Est-ce qu'on peut quand même, encore, leur expliquer jour / nuit, dans une salle polyvalente noircie avec le projecteur et le globe qui tourne ?
1659	Estelle	Alors on y va après. Déjà ça ce n'est pas pour vous, c'est pour le cycle 3 normalement. Mais on y arrive. Je reviens sur cette question là parce qu'elle me semble intéressante. Est-ce que vous voyez l'enjeu qu'il y a derrière ? L'enjeu c'est "vous le savez que la Terre tourne sur elle-même et autour du soleil", mais dans l'absolu je ne le sais pas. Comment pourrais-je faire pour être sûre de ça ? Il faudrait que j'envoie un satellite, que j'envoie quelque chose, parce que quand on envoie un satellite, c'est par rapport au satellite qu'on voit des mouvements
1660	A11	Mais pour observer ces deux choses, l'une par rapport à l'autre, il faudrait se sortir du système.
1661	Estelle	Oui mais vous regardez par rapport à ailleurs.
1662	A4	Et il n'y a pas la possibilité de le faire maintenant justement ?
1663	Estelle	On regarde toujours les mouvements par rapport à quelque chose, c'est ça qu'il faut que vous intégriez. Mais je sais qu'on ne vous l'a jamais dit comme ça, mais un mouvement est toujours décrit par rapport à quelque chose, par rapport à un observateur. L'observateur c'est vous, ou une caméra, mais c'est toujours par rapport à quelque chose. On ne peut pas décrire quelque chose s'il n'y a pas un observateur. Et la question c'est "où est-il cet observateur ?" Donc si je mets un observateur sur le soleil, et bien, parce que vues de la Terre, je vois ces choses là, vu du soleil, je peux faire un changement de référentiel et je sais que... Alors regardez, je vous le fais, c'est de la géométrie (Estelle dessine au tableau). Vu de la Terre, je vois le soleil qui tourne autour de moi. Maintenant, moi je suis sur le soleil. Quand je suis au temps 1, je vois la Terre au dessous de moi ; au temps 2, je la vois en bas à droite ; au temps 3, je la vois à ma droite ; au temps 4, en haut à droite ; au temps 5, au dessus de moi ; au temps 6, en haut à gauche ; au temps 7, à gauche ; au temps 8, je vois la Terre à gauche, en bas. Donc je suis sur la Terre, je vois le soleil qui tourne autour de moi. Je suis sur le soleil, je vois la Terre qui tourne autour de moi. Ça va ?
1664	Groupe	Oui.
1665	Estelle	Je me suis mise sur la Terre, je ne bouge pas, je vois quelque chose qui bouge. Ensuite je me suis mise sur le soleil…
1666	A2	Pourquoi a-t-on choisi le soleil alors qu'on est sur la Terre ?
1667	Estelle	Alors, ça c'est une question pertinente encore !
1668	A3	Et du coup les planètes tournent autour du soleil ?
1669	Estelle	Alors voilà, là ça répond à votre question, je construis le truc à partir de ce que je vois, et je construis ce que je peux voir dans d'autres endroits. Donc voilà comment on fait pour dire que c'est la Terre qui tourne autour du soleil, etc.
1670	A8	Et donc aux enfants on peut leur faire ça ?
1671	Estelle	Attendez, on va voir après ce qu'on fait avec les enfants. Il faut déjà que vous soyez au clair. Donc ce qu'on voit dépend de l'endroit où on est, et je ne peux pas dire "ça tourne", "ça bouge" sans préciser par rapport à quoi. Donc déjà ça veut dire que vous, en tant qu'enseignants, quand vous allez décrire un mouvement, insistez ! Alors nous, depuis Galilée, on a posé, c'est-à-dire que Galilée a dit "il n'y a pas de centre, on peut regarder les choses d'un endroit ou d'un

		autre, peut importe." On a fait des manips qui montrent que l'on peut dire ça. On l'a posé comme principe, c'est-à-dire que c'est quelque chose qui n'est pas prouvé. Et c'est un principe sur lequel repose toute la physique. Ça, ça fait 500 ans. N'empêche que maintenant, aujourd'hui...
1672	Estelle	Dans votre tête à vous, c'est bien la Terre qui tourne autour du soleil et vous le savez parce que vous l'avez appris à l'école, ou parce que vous avez cru qu'il y avait des preuves. C'est un argument de bon sens "tout le monde sait bien que", ou c'est un argument d'autorité, parce que le maître l'a dit. Il serait peut être temps qu'on dépasse ça. Avec les enfants, on peut peut-être les amener à aller au delà de "tout le monde sait bien que", c'est-à-dire que oui, on peut dire que la Terre tourne autour du soleil et sur elle-même, mais par rapport au soleil. Et on peut dire autre chose aussi, on peut dire par rapport à la Terre, par rapport à la lune, par rapport à Mars. Et ce n'est pas dire que ce qu'on dit tous les jours c'est faux, c'est correct par rapport au soleil. Simplement c'est enrichir les choses, et dire qu'on peut aussi dire les choses autrement, et qu'on peut dire les choses par rapport à la Terre. Donc pour revenir à vos petits, est-ce quelqu'un a le Magnard sur lui ? Vous regarderez, il y a tout un travail sur le jour, la nuit. Et on prend une boule, le soleil, et pour avoir l'alternance jour / nuit, je peux faire tourner la boule sur elle-même, je peux faire tourner le soleil autour de la boule, et je peux aussi faire tourner la Terre autour du soleil sans la faire tourner sur elle-même. Tout ça fonctionne. Comment je fais pour trancher alors ? Je ne peux pas. Donc là on va transférer les choses autrement. Quand je fais tourner la Terre sur elle-même, qu'est-ce que je ne bouge pas ? C'est le soleil. Et qui est-ce qui voit l'alternance jour / nuit ? C'est le soleil, c'est lui qui voit la Terre qui tourne. Si je suis sur la Terre, je vois le soleil qui tourne. Donc ça dépend de l'endroit où je regarde. Et nous on est quand même sur la Terre, donc nous ce qu'on voit, de la Terre, c'est bien le soleil qui tourne.
1673	A11	Oui, dans la cour on voit le soleil qui tourne.
1674	Estelle	Dans la cour on voit le soleil qui tourne parce qu'on est sur le Terre. Par contre, si je me mets sur le soleil, du soleil je vois la Terre qui tourne sur elle-même. Alors pourquoi, dans les livres, on prend toujours des représentations où on regarde les choses vues du soleil ?
1675	A10	Parce qu'on est dans le système solaire.
1676	Estelle	Alors, le mot "système solaire" est déjà une réponse en soi. "Système solaire", c'est qu'on regarde les choses vues du soleil. On parle aussi de "modèle héliocentrique", ça veut dire que le centre est le soleil. Mais on peut aussi regarder les choses sous forme de modèle. Moi je vous ai parlé de points de vue, mais vous pouvez construire des modèles. Vous dites "je regarde les choses du soleil, et le soleil c'est le centre", et tout le reste. C'est une autre approche possible. Moi, ce que je vous invite à faire, c'est de regarder les choses en parlant de point de vue. Et pourquoi choisit-on de faire des dessins du point de vue du soleil ? Parce que du point de vue du soleil, les planètes ont toutes des gentils mouvements circulaires ou elliptiques, et en termes de représentations, c'est plus facile. Par ailleurs, il y a des choses qui sont plus profondes, c'est que si je veux faire de l'astronomie, quand je vais faire des calculs, il y a des points de vues, des référentiels pour lesquels les calculs sont beaucoup plus faciles à faire que d'autres. Et c'est franchement plus commode de regarder les choses en prenant le soleil comme centre quand je fais de l'astronomie, qu'en prenant la Terre. Mais si je suis sur la Terre, et que je décris des mouvements qui sont sur la Terre, je ne vais pas regarder les choses vues du soleil. Donc vous faites toutes vos mesures par rapport à la Terre mais vous refusez le mouvement du soleil par rapport à la Terre !
1677	A10	Et si on ajoute la gravité à tout ça ?
1678	Groupe	Ah non !
1679	Estelle	Souvent on entend des choses rigolotes du style "c'est la Terre qui tourne autour du soleil parce que le soleil est plus lourd, et donc le soleil attire plus la Terre, que l'inverse". Sauf que c'est faux, archi faux, parce que si vous tirez d'un côté et de l'autre, vous tirez de la même façon dans les deux sens. La Terre attire autant le soleil à elle que le soleil attire la Terre à lui. Les forces sont les mêmes dans les deux sens. Alors maintenant, quand on décrit un système où on a un objet beaucoup plus lourd que les autres, c'est toujours plus facile de regarder les choses vues de l'objet le plus lourd. Donc c'est une des raisons pour lesquelles on regarde aussi les choses vues du soleil. Quand je vous parlais de calculs c'était ça. Si je veux faire des calculs, je vais faire intervenir la gravitation, mais que je regarde les choses vues de la Terre ou vues du soleil, la gravitation est la même. Simplement, mes calculs vont être beaucoup plus simples en regardant les choses du soleil.
1680	A2	Mais la loi de la gravité est valable que s'il y a une atmosphère, quand il n'y a plus d'atmosphère…
1681	Estelle	Ah bon ? La gravitation est liée à la masse. C'est lié à des interactions entre des masses différentes, donc atmosphère ou pas, on s'en fiche. Sur la lune, on tient sur le sol aussi, parce qu'on est une petite masse, la lune est une grosse masse, et les forces d'interactions entre la lune et nous font qu'on tient sur le sol. Alors parfois on fait des petits bonds, parce que nous

		on est conçus pour vivre sur une planète qui a une gravité 10 alors que sur la lune, la gravité vaut 6 fois moins, elle vaut 1,3 ou 1,4. Donc 6 fois moins, moi mes muscles sont habitués à compenser quelque chose qui est de 10, et d'un seul coup, ça compense que pour 1,4 donc je fais des bonds. Il n'y a pas d'air sur la lune, mais il y a toujours la gravité.
1682	A4	Il faudrait qu'on ait des mouvements plus petits quand on est sur la lune.
1683	Estelle	Effectivement, si on ne sollicitait pas trop de muscles, on marcherait normalement. Donc pour revenir à notre ombre, vous voyez on est allé loin, dans la cour, on a vu que les ombres bougent, les enfants vous disent "parce que j'ai vu le soleil bouger dans le ciel", on accepte en précisant "par rapport à la Terre". Et ils verront plus tard qu'il y a une autre façon de dire les choses qui est "par rapport au soleil", et que celle qui est partout, qu'on voit tout le temps, c'est "par rapport au soleil". Voilà. Donc vous avez juste besoin de dire "par rapport à" et ne pas dire "mais non ce n'est pas comme ça". Parce que sinon vous utilisez un argument d'autorité. Alors on revient à notre manip après ce long interlude.
1684	Xavier	Si je peux faire l'avocat du diable, en fait je crois que nous, enseignants, on est confronté à la difficulté de comment respecter une démarche d'investigation, où tu tends à nous dire qu'il faut se méfier des généralisations, en fait il faut rester très prudent avec les mots et se contenter de dire ce que l'on observe ; par exemple "ça coule", "on peut le mesurer", "c'est plus rapide que", "ça met moins de temps que". Et les programmes nous disent aussi qu'on doit arrêter des connaissances, et même les évaluer, et donc là on est dans quelque chose qui est un peu plus figé que la démarche d'investigation, mais il y a aussi, on parlait du programme du cycle 3 tout à l'heure dans le domaine de l'astronomie, on a des connaissances à arrêter. Donc on fait aussi appel, quelque part, à l'argument d'autorité.
1685	Estelle	Mais je pense qu'il faut les deux, il y a des choses que vous n'allez pas pouvoir faire passer en démarche d'investigation. Typiquement le nom des planètes, est-ce qu'on va faire de l'investigation sur le nom des planètes ? Non.
1686	A6	Pluton, c'est une planète ou pas ? Parce qu'un coup oui, un coup non, un coup peut être… Nous on a appris qu'il y en avait neuf, et tout d'un coup il y en a plus que huit !
1687	Estelle	Ça c'est un jeu de conventions, de définitions. Et jusqu'à il y a 5 ou 6 ans, la définition c'était "Pluton est une planète". Puis les astronomes, d'autorité, donc tout de suite vous voyez ce que j'en pense, ont décidé que finalement, ils changeaient la définition des planètes et Pluton n'était plus une planète.
1688	Xavier	Mais c'est du point de vue des astronomes, c'est toujours pareil.
1689	Estelle	Exactement ! Alors ça, ça peut se justifier au sein d'une discipline. Au sein d'une discipline on apprend des choses, on comprend des choses, et du coup ça nous amène à remettre en cause nos définitions. Pourquoi pas. Moi ce qui a tendance à m'irriter, c'est que là, je veux bien, on change des définitions quand on a des mots qu'on s'est créé à soi. Mais là il se trouve que "Pluton", etc., c'est du langage courant. Donc là, les astronomes, d'autorité, ont décidé que pour tout le monde, on changeait la définition des planètes et que Pluton n'était plus une planète. Donc nous, on a un programme à respecter, donc on va faire passer ça aux enfants mais Pluton n'est plus une planète.
1690	A6	"Oui mais maîtresse, maman et mamie elles ont dit que Pluton était une planète…"
1691	Estelle	Et là qu'est-ce qu'on répond ? Oui, tu as raison, tu l'as lu dans un livre mais il y a des gens qui sont astronomes et qui ont décidé de changer la définition. Donc maintenant on considère que Pluton n'est plus une planète. Donc voilà comment vous allez gérer ça. Et pour information, en biologie c'est pareil. Il n'y a plus de reptiles, il n'y a plus de poissons, alors les crocodiles et les poissons c'est la même chose, ça appartient à la même famille. Alors on parle de l'importance de se mettre tous d'accord sur le sens des mots. Le problème c'est que là, on a des biologistes ou des astronomes qui jouent avec le sens de mots qui ont un sens commun très précis pour nous. On sait tous ce qu'est un poisson, mais maintenant les poissons appartiennent à une catégorie plus large. Est-ce que ça veut dire que du coup, on sépare et on va avoir deux registres de langage, le registre quand on fait de la biologie et le registre quand on fait de la cuisine ? La réponse est oui. On va avoir deux registres de langage, ce qui n'est pas simple pour les enfants mais il faut les habituer à ça aussi. Par ailleurs, vos dépenses énergétiques, le mot "énergie", en physique, a un sens extrêmement précis ; et une propriété de l'énergie, c'est que l'énergie, dans un système isolé, c'est quelque chose qui se conserve. Alors il faut arrêter de dire qu'il faut arrêter les gaspillages d'énergie, etc, ça se conserve. Comment voulez-vous gaspiller quelque chose qui se conserve ? Vous voyez que derrière ça, il y a deux registres différents. Au programme du cycle 3, ils ont des choses à faire sur l'énergie. L'énergie est un mot qui restera une boîte noire et on va le manipuler sans démarche d'investigation, moi c'est ce que je conseille, parce qu'on manipule quelque chose dont on ne maîtrise pas le sens. Au niveau du cycle 3, apparaît d'un seul coup la notion de forces, c'est extrêmement complexe. C'est tellement complexe qu'au niveau du collège, on ne parle plus de forces, on parle d'interaction. C'est un concept difficile, au niveau du collège on s'est mis d'accord pour qu'ils soient un peu plus grands pour en parler. Donc il n'y aura pas

		d'évaluation là dessus. Quand il y aura une évaluation là dessus, de toutes façons les enfants ne sont pas idiots, et figurez-vous qu'ils vont demander le sens commun sans doute, donc ils y arriveront très bien. Donc voilà, au niveau des contenus, il y a des choses que vous ne ferez pas en démarche d'investigation, comme les planètes, l'énergie, ce genre de choses. Donc ça vous donne du temps pour faire le reste.
1692	A10	Ça demande tellement de temps qu'on n'aura pas de mal à faire le choix (rires).
1693	Estelle	Mais même sans faire de choix, on peut vraiment tout faire, à condition de faire des choix pertinents, c'est-à-dire qu'il y a des choses qui ne seront pas de la démarche d'investigation, ça sera de la leçon de choses. Mais il faut qu'avec les enfants on soit bien clair, sur les moments où on fait de la leçon de choses et les moments où on fait autre chose. Et quand on ne fait pas de la leçon de choses, comment fait-on pour savoir ?
1694	Groupe	On essaye !
1695	Estelle	Voilà. Donc sur l'astronomie, alternance jour / nuit, ils vous parlent, dans les programmes de comprendre l'évolution des idées, Copernic, Galilée. Moi je vous ai dit ce que l'on peut y mettre derrière, c'est extrêmement riche. Mais qu'est-ce que ça coûte, à chaque fois qu'on décrit un mouvement, de mettre "par rapport à". Un livre qui est top pour ça, c'est Hachette. On parle de mouvement apparent. Quand on parle de mouvement apparent du soleil, ce n'est pas une illusion, ce n'est pas une impression, c'est "apparent" au sens de "tel qu'il nous apparaît". Et "tel qu'il nous apparaît", c'est bien "par rapport à". Et c'est traduit dans plein de livres, par "c'est une illusion", "en réalité il y a" ; c'est 95 % des livres.
1696	A6	Et est-ce qu'il y a un livre qui est mieux qu'un autre ?
1697	Estelle	Non, mais il y en aura un bientôt. Ce n'est pas au cycle 2 ça, mais de toutes façons, cette démarche là je vais l'écrire, parce que j'en ai marre.
1698	A1	Oui parce que nous impose un point de vue sans nous dire que c'est un point de vue en fait.
1699	A9	Peut être que dans notre vie quotidienne ça reste anecdotique, mais finalement, si on prend du recul, il y a plein de choses comme ça qu'on nous impose.
1700	Estelle	Effectivement, vous avez une approche, une compréhension du monde qui est équivalente à l'approche du Moyen Age. Au Moyen Age, tout le monde savait bien que la Terre était immobile et que le soleil tournait autour. Aujourd'hui, tout le monde sait bien que le soleil est immobile et que la Terre tourne autour.
1701	A3	On avait l'impression qu'au Moyen Age ils étaient ignorants de croire ça alors que maintenant on sait, ça peut évoluer. Donc en fait c'est simplement une différence de point de vue.
1702	A1	Dans la mesure où les programmes prennent comme objectif, en sciences, d'avoir une démarche rigoureusement scientifique, c'est scandaleux que du coup, il n'y ait pas autre chose que ce qui est écrit.
1703	Estelle	Mais qui écrit les manuels ? Des gens comme moi, et on peut tous se tromper. On peut tous se tromper, et le problème c'est qu'il n'y a pas de relecture. Et c'est une idée tellement partagée, même auprès des profs de physique, que pour bouger les choses, il faut commencer très tôt. Commencer très tôt ça veut dire juste de ne pas rentrer des choses fausses ; et peut être que sur le département des Alpes Maritimes, dans 15 ans, il y aura une flopée d'enfants qui seront intéressés par des choses tout simplement parce que vous, à un moment, vous aurez agi comme ça. Alors ça peut se discuter, je pense qu'il y a plein de gens qui ne sont pas d'accord avec ce que je fais, parce qu'il faut être dans le sens commun.
1704	A12	Et la notion de point de vue est fondamentale dans la vie, en général.
1705	Estelle	Oui mais pas dans le même sens. Là on a le problème, c'est que le point de vue ça peut être l'opinion, et là c'est le point de vue, c'est-à-dire de l'endroit où je regarde les choses. On termine nos ombres ?
1706	A14	Il y a quelque chose que je trouve intéressant, c'est que finalement, dans la démarche scientifique, il y a aussi le fait qu'on parte de quelque chose qu'on impose, enfin vous avez dit à un moment donné, qu'on part d'un principe qu'on n'a pas vérifié finalement, mais on va partir de ce principe. C'est un peu tout l'inverse. Quand on est scientifique on peut utiliser des principes pour pouvoir avancer.
1707	Estelle	Oui, pour avancer, il y a des choses que l'on va poser.
1708	A10	Au fond tu demandes si la démarche est la bonne ?
1709	A14	On fait parfois des calculs, et après ils essayent de… C'est un peu l'inverse en fait.
1710	Estelle	Alors ce qu'on va essayer de faire, c'est de limiter au maximum ces choses là, qu'on pose. Mais il y a des choses qu'on pose quand même parce qu'on ne peut pas faire autrement. Et donc là, ce qu'on pose, c'est que tous les points de vue sont légitimes. Mais c'est une chose qu'on a posée et qu'on teste en permanence. On teste et si jamais les tests nous montrent que ça ne tient plus, on va être obligé de tout changer. Vous savez, ça, c'est arrivé déjà. Galilée explose l'idée qu'il y a un repère d'espace absolu, c'est-à-dire qu'il y a un endroit qui est immobile, et à partir duquel on peut tout regarder. Il dit "il n'y a pas de point immobile puisque l'immobile c'est l'endroit où je suis et ça dépend où je suis". Il n'y a pas d'endroit immobile dans l'absolu,

		là on parle d'espace absolu. Mais il y autre chose, on travaille sur l'espace, mais on travaille aussi sur le temps ; et le temps, une seconde c'est la même pour tout le monde, d'accord ?
1711	Groupe	Ben oui.
1712	Estelle	Et bien non ! Quand on a commencé à travailler sur tout ça, à comprendre et expliquer les mouvements, on s'est rendu compte que l'on avait construit différentes choses et ces différentes choses n'étaient pas compatibles entre elles. Problème : j'ai construit tout un système sur la lumière, tout un système sur la mécanique, et ce sur quoi je m'appuie pour la mécanique, ce sur quoi je m'appuie pour la lumière, ce n'est pas pareil, et ce n'est pas compatible. Ça arrive tout le temps. Donc on a essayé de les rendre compatibles, et pour les rendre compatibles, on a fait exploser une idée qu'on avait qui était que le temps était le même pour tout le monde, ça c'est Einstein, c'est la relativité restreinte. Il n'y a plus de temps absolu, le temps dépend d'un observateur. Le temps qui s'écoule, si je vais très vite, n'est pas le même pour moi observateur, que pour un autre. Le temps dépend de moi, de l'endroit où je suis. Alors évidemment, nous on est à quelques mètres, je vous rassure, ma seconde et la vôtre, c'est la même, mais la seconde de quelqu'un qui est sur un vaisseau ne sera pas la même. Donc pour rendre compatibles deux choses, on a fait exploser le temps. Parce que c'est un principe qu'on a posé, mais est-ce qu'on en a besoin de ce principe ? On n'en a plus besoin et en plus il nous embête, donc on l'enlève. Mais c'est difficile, parce qu'on a toujours fonctionné d'une certaine façon, et il faut d'un seul coup, penser les choses autrement.
1713	A12	Ça on l'a ressenti récemment (rires).
1714	Estelle	Et bien c'est cela qu'on fait. Mais il ne faut pas croire que la vie est toute rose et qu'on a tout résolu. Dans ce que les chercheurs sont en train de faire il y a encore plein d'endroits où les choses sont incompatibles, et on ne sait pas comment faire parce que pour le moment on n'a pas mieux, donc on fait avec. Typiquement la relativité et la mécanique quantique ne sont pas compatibles, parce que la relativité n'a pas d'espace absolu, de temps absolu, alors que la mécanique quantique oui. Donc ça ne peut pas aller ensemble, mais chacune, dans son domaine marche bien, alors on ne va pas les faire exploser toutes les deux pour le moment.
1715	A14	Moi je trouve que nous qui avons des petits, c'est très bien de savoir tout ça, mais c'est vrai qu'on est aussi là pour leur montrer qu'il y a beaucoup de choses qui peuvent se recouper, parce qu'ils sont quand même en train de se construire. Il faut aussi les rassurer, si on leur dit tout le temps que ça dépend de leur point de vue, c'est quand même pas... On peut leur dire, pour qu'ils aient envie d'aller plus loin, mais ils sont aussi en train de se construire donc je pense qu'il faut être très prudent.
1716	Estelle	C'est pour ça que le programme, ce sont des choses sur lesquelles on peut arriver à dire des choses. Simplement, si une fois dans leur scolarité, ils sont arrivés à un moment où on ne peut pas conclure, c'est pas mal. Là, le "ça dépend de l'endroit où je regarde", c'est tout.
1717	A14	Oui, ils peuvent comprendre ça, au contraire ça peut juste ouvrir l'esprit.
1718	Estelle	Ça ouvre et surtout, vous ne fermez pas une possibilité.
1719	A14	Mais c'est vrai qu'on se rend compte que tous les jours, ils font des liens entre ce qu'ils ont perçu, ce qu'ils savent à la maison, ce qu'ils apprennent à l'école, etc., et c'est drôlement important pour grandir et pour se construire.
1720	A4	Ça c'est la complexité des choses de la vie, c'est que par exemple en orthographe aussi il y a des principes d'étymologie, etc, on arrive à recouper et à un moment donné on lutte parce que ça n'a plus aucun rapport avec quoi que ce soit, et on dit "ça s'écrit comme ça parce que ça s'écrit comme ça".
1721	Estelle	Alors est-ce qu'en sciences c'est comme ça qu'on fait ?
1722	A9	Non.
1723	A4	Non mais ce que je veux dire c'est qu'à un moment donné, on peut aussi se heurter à des choses qu'on ne peut pas expliquer.
1724	Estelle	Alors qu'est-ce qu'on fait dans ce cas là ?
1725	A4	On s'arrête et on dit, en sciences par exemple, que pour le moment on ne peut pas conclure.
1726	Estelle	Voilà.
1727	A14	Moi parfois je leur dis "peut être que plus tard, c'est vous qui allez m'expliquer" (rires).
1728	A12	Et puis il y a aussi la limite de l'explication que tu peux donner à un certain niveau. Moi parfois je leur dis "pour le moment en CE1, je ne peux pas vous expliquer, mais plus tard, ce sera possible".
1729	Estelle	Tout à fait. Et puis là, est-ce que c'est vous qui expliquez les choses ou pas ? Ce n'est pas vous qui expliquez finalement, c'est ensemble qu'on arrive à sortir des choses. Si bien qu'en fait, normalement, vous ne pouvez pas dire de bêtises puisque c'est en lien avec. Et s'il y a des choses qui ne sont pas pareilles, il n'y a pas une expérience qui est ratée, c'est que l'on n'a sans doute pas fait la même chose, on n'en sait trop rien mais on va regarder d'un peu plus près, on va refaire, et on va s'assurer que tout le monde observe la même chose en même temps. Pour s'assurer d'un résultat scientifique on s'assure de ça. Pour terminer sur nos ombres, il

		nous reste 5 minutes. J'ai pris un peu de retard, j'avais prévu plein de choses.
1730	A3	Est-ce qu'on aura le temps d'allumer le nez de l'ours ?
1731	Estelle	Oui. Cet après-midi, il y avait "engrenages" que j'avais prévu mais je vous le montrerai demain, donc cet après-midi on se fait deux heures sur l'air, c'est-à-dire que je n'irai pas aussi loin que je voulais mais ce n'est pas très grave, et on fera une heure sur l'électricité. Et demain matin, on fait rapidement les engrenages pendant une demie heure ou 45 minutes ; "rendre l'eau claire" et les balances, vous regardez bien dans le livre et on en reparlera si vous avez besoin d'un peu plus, mais "rendre l'eau claire" c'est en lien direct avec "dissolution", c'est un travail sur la filtration, et les balances c'est la même chose que les leviers, mais utilisés autrement, donc normalement ça devrait aller. Donc demain on fera les engrenages le matin, ensuite on refera une discussion sur le jardin des sciences sur tout ce qui est "sciences / non sciences", j'ai vraiment envie qu'on prenne du temps là-dessus. Ensuite Xavier vous présentera l'organisation pratique, et il sera environ midi. Tout l'après-midi, vous construirez vos fiches "animateurs" et je passerai parmi vous pour vous aider. Juste pour terminer sur les ombres, on a tourné ensemble, on a conclu que si la source se déplace, l'ombre se déplace. Ensuite on va retourner en petits groupes, et là on peut donner des lampes de poche aux élèves.
1732	A10	Là tu bougeais une dernière fois le projecteur et c'était à eux d'imaginer ?
1733	Estelle	Voilà, et de toutes façons on vérifie toujours. Et une fois qu'on a fait ça, on va le refaire en classe avec la lampe de poche. Donc on prend, c'est très sympa, une pochette transparente et vous mettez une feuille blanche dedans. Vous donnez une lampe par groupe, et tous les enfants sont orientés de la même façon, donc tous les enfants d'un groupe orientés vers la fenêtre, tous les enfants d'un autre groupe vers le mur, ensuite un autre groupe vers un autre mur, et tous ceux du dernier groupe vers le tableau. Vous pouvez donner des crayons d'une même couleur à un groupe, donc il y aura un groupe de crayons verts, un groupe de crayons bleus, etc. Ils ont appris, pour les petits c'est déjà un travail en soi, à allumer et éteindre la lampe. Tous les enfants qui ont le crayon vert prennent la lampe, on a mis un objet, un playmobil qu'on a fixé. On allume, et on trace l'ombre de l'objet. On éteint, on déplace la lampe, on rallume et on trace l'ombre.
1734	A10	Quand vous dites qu'on trace l'ombre de l'objet c'est…
1735	Estelle	Vous tracez l'ombre de l'objet, n'importe lequel, ça peut être un tube de colle. Et on trace l'ombre sur le papier, sur la table. On éteint, on se déplace, et on fait le tour comme ça, donc tout le monde trace une ombre. Une fois qu'on a fait ça, on va jouer dans l'autre sens, on éteint la lampe, on donne la lampe à celui qui est de ce côté là, et quand il va allumer, où l'ombre va-t-elle se trouver ? Au début c'est facile, ils ne vont pas forcément réfléchir à la position de l'ombre, ils vont réfléchir à la couleur, mais bon c'est une première étape. La deuxième étape, on enlève la feuille, on remet une feuille transparente, sans rien dessus. Et les enfants qui ont le crayon rouge tiennent la lampe, où l'ombre va-t-elle se trouver ? Et on pointe du doigt pour dire là où on pense qu'elle va se trouver, et on vérifie. Une fois qu'on a fait ça, on dit "je veux l'ombre ici", où est-ce qu'il faut que je mette la lumière pour que l'ombre se trouve là ? Les enfants dessinent au feutre là où ils pensent qu'il faut mettre la lampe, et on vérifie. Et on fait des aller-retours comme ça. On le fait plusieurs fois et en faisant ça, on entretient le lien entre la position de la source et la position de l'objet. Ça c'est une première étape. Et ensuite, une fois qu'on a fait tout ça, on peut travailler sur faire des ombres sur un mur, donc sur un écran. Pour faire un écran c'est facile, on prend un carton, on colle une feuille blanche dessus, on fait deux boules de pâte à modeler qui servent de support au sol, on met le carton dessus et ça fait un écran. Donc je mets mon objet, j'allume, et je regarde l'ombre de mon objet, et comment faire ensuite pour avoir l'ombre plus grande ou plus petite... Donc je peux rapprocher l'objet, je peux le déplacer, je peux déplacer la source, je peux déplacer l'écran. Je peux tout déplacer à la fois mais dans ce cas là je ne peux pas dire grand chose. Donc ça c'est l'étape suivante.
1736	A8	Elle y est cette étape dans le livre ?
1737	Estelle	Tout ça est dans le livre, dans l'élémentaire. Vous avez souvent des séquences maternelle-élémentaire, moi je vous invite à commencer déjà par tout ce qu'il y a en maternelle, et ensuite vous monterez en élémentaire. Là je vous propose de travailler sur "comment représente-t-on la lumière", on le fera tout à l'heure, j'ai des boîtes pour ça. On terminera là-dessus très vite. On aura les aquariums tous prêts, vous ferez ce petit travail sur la lumière, et on verra la suite. Donc l'air et l'électricité cet après-midi.
1738	Estelle	Alors pour cette première partie de l'après-midi, je vais vous poser un certain nombre de questions au tableau, et je vais vous demander, en groupes, d'imaginer comment faire pour y répondre. Vous essayer, vous écrivez. En général il va y avoir deux choses, deux niveaux. Il y a le niveau du "comment fait-t-on pour", et le niveau du "comment explique-t-on ça". Une fois que vous avez écrit ça, que vous vous êtes mis d'accord ensemble, vous patouillez. Et une fois que vous avez patouillé, vous en concluez ce qu'il faut en conclure, soit ça marche soit ça ne marche pas, et vous passez à la question suivante. Donc je vous laisse faire toutes les

		questions à la suite, et ensuite on mettra tout ça ensemble au propre.
1739	A2	Donc pour chaque question on fait "ce que je pense", "comment je l'ai fait" ?
1740	Estelle	Voilà. Alors, là on n'ouvre pas les livres, sinon c'est un peu trop facile, et on est parti pour les différentes questions. Ça va peut être aller vite parce qu'il y a des choses que vous avez déjà lues. Par exemple qui a déjà lu la séquence sur l'air ? Personne ne l'a lue, c'est très bien. Alors la première question est la suivante, vous avez un petit pot et un petit bout de mouchoir.
1741	A7	Si on connait on ne dit rien ?
1742	Estelle	Si on connait, on écrit ce que l'on pense, si vous connaissez, vous connaissez. Vous ne faites pas semblant de ne pas connaître.
1743	A7	Je l'ai fait avec mes élèves cette année.
1744	A11	Moi je le fais quand je vais à la piscine pour leur dire que ce n'est pas la peine de se boucher le nez quand ils sautent.
1745	Estelle	Alors, quelle est la question ?
1746	A4	Comment faire pour que le mouchoir reste sec ?
1747	A9	Comment immerger le pot sans mouiller le mouchoir ?
1748	Estelle	Ah voilà, parce comment faire pour que le mouchoir reste sec…
1749	A11	Mettre le pot dans l'eau sans que le mouchoir ne se mouille.
1750	Estelle	Alors mettre le pot dans l'eau sans que le mouchoir ne soit mouillé, alors voilà (Estelle met le mouchoir dans le pot, et tient le pot à la surface de l'eau dans l'aquarium). Mon pot est dans l'eau sans que le mouchoir ne soit mouillé.
1751	A11	Il faut le mettre à l'envers, retourné.
1752	A8	Il faut poser le petit pot au fond du récipient.
1753	Estelle	Pourquoi au fond ?
1754	A10	Pour l'immerger.
1755	A7	Pour que le pot soit sous le niveau de l'eau.
1756	Estelle	Voilà. Donc votre défi c'est comment faire pour garder le mouchoir sec et avoir le petit pot complètement sous l'eau ? Je raconte d'abord tous les défis, et ensuite on fait les choses. Alors on est d'accord, comment faire pour plonger complètement le pot et que le mouchoir reste sec ? Ça c'est le défi numéro 1. On prend tout en note, et après vous allez faire tout ça.
1757	A10	Donc c'est des défis.
1758	Estelle	Voilà, mais à chaque fois, je voudrais que vous m'expliquiez comment ça s'est passé, vous expliquez le phénomène, de façon aussi scientifique que possible. Le défi numéro 2 : je pose un petit bouchon sur l'eau, je pose le pot verticalement à l'envers au-dessus du bouchon, je plonge le pot jusqu'au fond, à votre avis, où va se retrouver le bouchon ? Et comment l'expliquez-vous ?
1759	A12	Donc en fait pendant que le bouchon flotte, on le recouvre avec le petit pot…
1760	Estelle	On le recouvre avec le petit pot et on enfonce le pot sous l'eau, jusqu'à peu près ce niveau là. (Estelle montre le niveau). Vous pouvez répondre par des dessins.
1761	A13	Et on ne peut pas le mettre jusqu'au fond le pot ?
1762	Estelle	Non, juste là. Après vous faites ce que vous voulez, vous pouvez faire plus de choses, rien n'est jamais interdit, mais la question c'est "quand mon pot est à ce niveau là, où se trouve le bouchon, et comment expliquez-vous le phénomène ?" Une fois que vous aurez fait ça, la question suivante ça va être, bon le bouchon va être là où vous allez le voir, je voudrais que vous déplaciez le bouchon dans le pot, donc comment faire pour déplacer le bouchon dans le pot ? Le déplacer, c'est de bas en haut. Là vous avez le droit d'utiliser tout le matériel qui est sur votre table.
1763	A11	Donc c'est un déplacement vertical ?
1764	Estelle	Oui, dans ce sens là. Une fois que vous avez fait ça, on introduit un nouveau matériel, vous avez une bouteille coupée, je vous fait un dessin au tableau pour que vous voyiez ce que je vais vous demander.
1765	A3	Ça c'est le troisième défi ?
1766	Estelle	Oui, c'est le troisième, ou le quatrième selon comment on voit les choses. (Estelle dessine au tableau). Bon au départ, vous êtes dans cette situation là, avec le bouchon. Vous avez la bouteille, le petit bouchon qui flotte. Je voudrais que vous m'expliquiez comment faire pour faire descendre le bouchon à ce niveau là, puis le faire remonter à ce niveau, puis le faire remonter jusqu'ici, puis le faire redescendre au niveau de l'eau dans l'aquarium, puis de le faire redescendre ici. En gros c'est un ascenseur, il faut monter et descendre.
1767	A11	Il est toujours dans la bouteille là on est d'accord ?
1768	Estelle	Oui, il est toujours dans la bouteille. Donc comment faire pour avoir le bouchon sous le niveau de l'eau dans l'aquarium ? Au niveau de l'eau dans l'aquarium ? Au-dessus du niveau de l'eau dans l'aquarium ? Il y a plusieurs façons de faire, quand vous en avez trouvé une, essayez de voir si vous n'en trouvez pas une autre. Une fois que vous avez fait ça, question

		suivante. Je vais vous donner un sac et un élastique.
1769	A11	On peut faire un trou dans la bouteille ?
1770	Estelle	Non, ça on ne peut pas, on peut utiliser ce qu'on a sur la table, et c'est tout.
1771	A11	D'accord.
1772	Estelle	N'oubliez pas que vous êtes nombreux et que vous avez plusieurs mains. Donc défi suivant : vous allez prendre votre sachet, vous allez le mettre au dessus de la bouteille débouchée, et on va mettre un petit élastique autour, de façon à ce que ça soit hermétique. Et la question que je vous pose, le sac est aplati, et je vais enfoncer la bouteille dans l'aquarium, à votre avis que va-t-il se passer ? Comment l'expliquez-vous ?
1773	A10	C'est toujours les mêmes réponses en fait.
1774	Estelle	Je ne sais pas, et pour le moment, je n'en sais rien.
1775	A11	Il faut le faire.
1776	Estelle	Sans doute. Et dernière question, vous allez prendre une bouteille, vous allez la remplir d'eau puis vous allez fermer la bouteille.
1777	A9	Donc là elle est pleine la bouteille ?
1778	Estelle	Elle est pleine, et le bouchon est fermé.
1779	A12	Elle est pleine jusqu'en haut ?
1780	Estelle	Oui jusqu'en haut à peu près. Et je vous pose sur la table un poinçon, un petit outil pour faire des trous. Vous allez faire un petit trou dans la bouteille, donc là c'est encore un "que se passe-t-il ?" Ça peut être un petit trou qui fait 3 ou 4 mm. Je la tiens par le haut, j'enlève le poinçon qui a servi à faire le trou, que se passe-t-il ? En gros est-ce que ça coule ou non ?
1781	A2	J'enlève quoi alors ?
1782	Estelle	J'enlève le poinçon.
1783	A7	Il faudrait pas que ça soit de l'eau colorée alors pour qu'on voit si ça s'échappe ou pas ?
1784	A11	Tu sais, quand ça doit s'échapper l'eau, ça s'échappe.
1785	A7	Ah j'ai rien dit, je croyais que c'était dans l'aquarium.
1786	Estelle	Si vous voulez de l'eau colorée, il y en a là-bas.
1787	A7	Je n'avais pas compris que c'était à l'extérieur, j'étais toujours dans l'aquarium moi.
1788	A11	C'est à l'extérieur, on est bien d'accord ?
1789	Estelle	Non, non on n'est plus dans l'aquarium, par contre on peut le faire au-dessus de l'aquarium. Donc je perce un trou, j'enlève le poinçon, d'abord avant de le faire, que pensez-vous qu'il va se passer ? Comment vous expliquez cela ? Et ensuite, comment fait-on pour savoir ? On essaye. Une fois que vous avez fait tout ça, que vous êtes au clair, que vous êtes capables d'expliquer aux autres les choses, parce qu'à chaque défi il y a un groupe qui va expliquer aux autres ce qu'il pensait, ce qu'il s'est passé, ce qu'il en a conclu, une fois qu'on a fait tout ça, que tout le monde est prêt, on met en commun. C'est parti, à vous !
1790	A5	On doit dessiner avant de faire ?
1791	Estelle	Oui, dessiner ou écrire.
1792	A5	Avant de faire ?
1793	Estelle	Oui.
1794	Groupe 1	(Audio WS320242 à partir de 00:15:35 jusqu'à 01:00:20) Personne 1 : Premier défi, alors déjà je fais un dessin, je fais le pot à l'envers. Personne 2 : Et l'eau va monter là on va dire. Personne 3 : Le mouchoir est dans le verre. Personne 1 : Donc le but c'est d'enfoncer le mouchoir dans le pot ? Personne 3 : Oui, voilà. Personne 1 : Et c'est quoi ça, c'est de l'air qui posse l'eau ? Personne 3 : C'est que l'air est resté à l'intérieur, du coup l'eau ne rentre pas. Personne 2 : Parce que l'air c'est une matière, donc si l'air occupe l'espace, l'eau ne rentre pas. Si on incline le pot, il y a des bulles qui vont sortir donc l'eau va remplacer l'air, elle va rentrer. (Le groupe fait la manipulation). Personne 1 : Donc l'air occupe de la place dans le verre et empêche l'eau de rentrer. Personne 2 : L'air, ce n'est pas rien ! C'est ça qu'il faut réussir à leur faire comprendre. Personne 3 : Deuxième défi, le bouchon est sur l'eau, le pot au-dessus et on enfonce le tout sous le niveau de l'eau. Il faut dire où va se trouver le bouchon. Personne 2 : Moi ça, j'ai du mal. Ça va faire comme avec le mouchoir non ? Personne 1 : On essaie ? Personne 3 : Le bouchon va rester collé à l'eau ? Personne 1 : Je crois qu'il y a des pressions différentes qui font que l'air va être comprimé, et le bouchon va remonter. Personne 3 : Mais lui il va toujours rester à la surface de l'eau de toutes façons. Personne 2 : Ah oui. Personne 3 : Et oui puisqu'il n'y a pas d'eau qui est rentrée dans le pot, donc le bouchon reste en bas, par rapport au pot. Il ne monte pas dans le pot. Alors que se passe-t-il ? J'enfonce le pot dans l'eau, et le bouchon reste au niveau de l'eau en bas du pot. Explication : Il y a de l'air dans le pot. Personne 2 : Ensuite, comment le faire remonter ? (Le groupe manipule) Personne 3 : Je fais rentrer de l'air en basculant le pot. Et une fois que t'as fait ça, comment tu fais pour le faire redescendre ? Personne 2 : Donc en fait il faut retirer de l'air. Personne 3 : Voilà ! Alors, pour faire descendre le bouchon... (Manipulation) Personne 1 : C'est pas bien les filles parce qu'il

		faut réfléchir avant. Qu'est-ce qu'on va faire pour qu'il descende ? Personne 3 : On va descendre la bouteille dans l'aquarium. Pour le faire remonter à la surface de l'eau ? Ah et bien on va ouvrir le bouchon. Personne 2 : En ouvrant le bouchon, l'air s'échappe et laisse place à l'eau. (Manipulation) Personne 3 : Ou alors on peut le faire avec la seringue. La seringue fait rentrer de l'air. Mais comment peut-on faire pour le faire remonter au-dessus du niveau de l'eau ? Ce n'est pas possible... Personne 1 : On laisse le bouchon ouvert, et on rajoute de l'eau peut être. Personne 2 : Non je crois que ça ne marche pas comme ça. Personne 1 : Ou alors tu aspires l'air. Personne 3 : Ah oui, en aspirant l'air ça va faire remonter l'eau peut être. Personne 2 : Ah, et bien oui. On peut essayer, on verra bien. (Manipulation) Personne 3 : Oh ça va marcher, c'est génial ton idée ! C'est fermé là-haut, donc forcément, si tu enlèves l'air, c'est l'eau qui va remplacer l'espace. Alors maintenant, avec le sachet. Moi je pense que le sachet se gonfle. Personne 1 : Oui... Personne 2 : Parce que l'air a plus de place pour bouger, donc il va dans le sachet. Il y a le volume d'air de la bouteille, mais il peut s'échapper dans le sachet. (Manipulation) Personne 2 : Et voilà ! Le ballon se gonfle. Personne 3 : L'air se déplace dans le sachet, et l'eau prend sa place dans la bouteille. Personne 1 : Ensuite, maintenant il nous faut la bouteille et le poinçon. Personne 2 : Qui se lance pour faire un trou dans la bouteille ? Personne 1 : D'après vous, ça va couler ou non ? Moi je pense que ça ne va pas couler parce qu'il n'y a pas d'entrée d'air. (Manipulation) Personne 3 : Ça ne coule pas, l'eau ne sort pas. (Discussion hors-sujet) Personne 1 : L'eau a envie de sortir, mais elle ne peut pas sortir parce qu'il n'y a pas d'air qui rentre. Personne 2 : L'eau a envie de descendre, donc elle descend, et ça fait une entrée d'air, même si c'est dans l'eau. Personne 3 : Alors on va faire un compte-rendu de ça. Que se passe-t-il ? L'eau ne coule pas. Pourquoi ? Parce que l'air ne rentre pas, donc chacun garde sa place. Personne 1 : Quand ça sort, c'est parce que par le même trou il va y avoir entrée d'air et sortie d'eau. Personne 3 : Il faudrait essayer. (Manipulation) Personne 1 : Donc si j'élargis le trou, j'essaye... Personne 3 : Il y a tout qui va sortir parce que ça va faire entrée d'eau et entrée d'air en même temps. (Discussion hors-sujet).
1795	Groupe 2	(Audio WS320245 à partir de 00:14:50 jusqu'à 01:00:08) Personne 1 : D'abord il faut faire des petits dessins. On n'a qu'à les numéroter, là on est dans le défi numéro 1. Il faut l'enfoncer complètement comme ça, avec l'ouverture vers le bas. Personne 2 : Et il ne faut pas pencher, parce qu'en fait ce n'est pas l'eau qui rentre, c'est l'air qui sort. Donc enfoncer le pot, ouverture vers le bas, bien horizontalement. Personne 3 : Ce n'est pas une question de rapidité en fait, il faut que ça reste horizontal. Personne 4 : Et on fait une protection avec l'air qui est à l'intérieur. Le pot n'est pas vide, il est plein d'air, et l'air ne sort pas. Personne 3 : L'air contenu dans le pot fait bouchon. Personne 2 : Ça va peut être monter un petit peu... Personne 1 : Non, normalement. Personne 2 : Si, un petit peu parce que l'air se comprime. Personne 3 : Plus il y a d'air, plus ça bouche. Personne 2 : Si tu fais ça, là, tu peux quand même, avec ton doigt dessus, pousser un peu, mais au bout d'un moment tu ne peux plus. (Manipulation) Personne 4 : Maintenant il faut expliquer. Il faut dire comment on explique ça. Personne 3 : Et bien tu vois là je peux monter, au niveau de l'eau on le voit très bien. Personne 1 : Oui parce que là on voit bien que l'eau ne rentre pas en plus. Le mouchoir n'est pas mouillé. Personne 2 : Et s'ils te disent que c'est un mouchoir spécial qui ne se mouille pas, à ce moment là, tu le mets dans l'eau de l'aquarium. Personne 4 : Alors le deuxième, c'était le bouchon sur l'eau. J'enfonce le pot sur le bouchon. Personne 2 : L'eau ne va pas rentrer du tout, donc normalement le bouchon va se retrouver tout en bas du pot, il va rester sur la surface. Personne 1 : Il ne va pas remonter puisqu'il y a de l'air. Personne 3 : Après si tu veux le déplacer, il va falloir faire rentrer un peu d'eau, et le bouchon va monter. Personne 4 : Comment faire pour déplacer le bouchon dans l'eau, ça y est elle a répondu à la question. (Manipulation) Personne 2 : Pour le faire bouger, il faut enlever un peu d'air. Parce que l'air occupe l'espace du pot. Personne 1 : Si tu enlèves de l'air, l'eau va un peu remonter. L'air empêche l'eau de remonter. Personne 3 : Mais pourquoi quand j'incline le pot... Personne 4 : Parce que l'air va se libérer dans l'aquarium. Personne 1 : Ah ça peut être une histoire d'horizontalité ça. Parce que le niveau de l'eau est toujours horizontal. Donc si je penche le pot, ça libère de l'air. Je fais rentrer un peu d'eau pour remonter le bouchon ? (Manipulation) Personne 2 : Oui du coup le niveau est remonté là. Et après il faut le faire descendre. Personne 3 : Il y en a une qui va tenir pour enlever l'eau qu'il y a dedans. Je fais le dessin et après on fait l'explication. Personne 4 : C'est plus horizontal donc ça me fait une faille dans mon bouchon. Personne 1 : Je ne sais pas si c'est que ça ou si c'est aussi une histoire de pression. Personne 4 : Oui mais là le bouchon est étanche, parce que c'est lui qui fait bouchon, c'est l'eau horizontale. Du coup le niveau de l'eau n'est plus dans le pot, il est dans l'eau, grâce à la propriété de l'eau, il reste toujours horizontal. On passe à la suite ? Personne 3 : Attends je fais les dessins. Personne 2 : Je pense qu'on aurait peut être pu essayer, au lieu de le pencher, de prendre la seringue et d'aspirer de l'air. Personne 1 : Mais ça c'est le prochain défi. Personne 2 : Oui mais là, pour faire remonter le bouchon ? Puisqu'on dit que c'est parce qu'il y a de l'air. Si tu enlèves de l'air, normalement ça devrait remonter. Personne 4 : Ah oui, après il faut le faire bouger comme un ascenseur. (Manipulation) Personne 3 : Moi j'aurais enlevé de l'air dans le pot. Personne 2 : Moi je l'aurai rempli d'air. Personne 3 : Ah toi tu veux le faire descendre ? Si tu remplis ça va le descendre.

		Personne 2 : Oui, voilà. Personne 3 : D'accord. (Manipulation) Personne 1 : Donc là le bouchon est en bas. Tu veux faire quoi ? Personne 2 : Enlever de l'air pour qu'il remonte. Aller j'aspire ! (Manipulation) Personne 3 : Maintenant on va enlever de l'air. Personne 2 : Mais moi je voulais enlever de l'air, mais sans que tu mettes de l'eau au départ. Personne 1 : Là c'est toujours la même expérience, on est toujours dans la deuxième, comment déplacer le bouchon dans le pot ? Personne 4 : En faisant varier la quantité d'air dans le pot grâce à la seringue... Personne 1 : Oui mais comme ça flotte sur l'eau, c'est resté sur l'eau. Après tu enlèves de l'air ou tu en rajoutes, et en fonction de la quantité d'air, ça monte ou ça descend. Parce que l'air a une pression sur l'eau, il y a aussi ça. Personne 2 : L'air occupe moins d'espace donc c'est l'eau qui remonte. Personne 3 : Ensuite la nouveauté c'est qu'on va sortir le bouchon de l'aquarium. On n'est pas complètement sous l'eau en fait. Donc là maintenant on en est à la troisième. Personne 4 : Voilà. On ne met pas la bouteille complètement sous l'eau, c'est la différence. Donc là on va faire la même chose, mais ce qui va être rigolo à un moment, c'est que l'eau dans la bouteille va être au-dessus de l'eau de l'aquarium. Personne 2 : Il faut en fait que l'eau aille dans la bouteille. Mais avec la seringue, je ne sais pas si c'est possible. Peut être qu'il faut faire un siphon, comme on a fait tout à l'heure accidentellement. Personne 3 : Estelle, est-ce que ma bouteille doit être fixe ou est-ce que j'ai le droit de la bouger ? Estelle : Vous pouvez essayer de faire les deux. Il y a peut être deux façons de faire. Personne 4 : Ah et bien tu peux enlever le bouchon ! Personne 2 : Oui mais ça le fait monter qu'au niveau de l'eau, ça ne va pas au-dessus. Quand tu remontes ta bouteille, ça redescend. Personne 1 : Donc j'enlève de l'air pour que l'eau monte ? On peut essayer. (Manipulation) Personne 2 : Donc pour faire monter le bouchon, on aspire l'air, et pour le faire descendre, on débouche la bouteille. Et pour avoir le bouchon au-dessus du niveau de l'eau, on peut relever la bouteille. Regarde si je monte, ce qu'il se passe. (Manipulation) Personne 1 : Regarde, maintenant qu'on a fait ça, on peut monter ou descendre, c'est toujours pareil. Par contre si je soulève encore la bouteille, regarde, il y a l'air qui va rentrer. Et pour le faire aller au fond il faut que je fasse quoi ? Personne 4 : Tu débouches la bouteille, il faut que tu mettes de l'air. Ou alors avec la seringue. Personne 3 : On a rajouté de l'air et du coup c'est descendu un peu non ? Personne 4 : Oui voilà. (Manipulation) Personne 1 : Si tu rajoutes de l'air, tu fais flotter en fait, c'est le principe de la vessie natatoire. Personne 4 : On n'a pas gonflé le sachet... C'est toujours le même principe, l'air occupe tout l'espace donc ça repousse. Personne 2 : En fait c'est l'air qui est plus fort que l'eau alors. Personne 3 : Ce n'est pas qu'il est plus fort, c'est qu'ils se repoussent. Personne 2 : Oui mais c'est lui qui gagne quand même, puisque l'eau n'arrive pas à rentrer dedans. Personne 3 : Ce n'est pas qu'il gagne, c'est qu'à partir du moment où il prend un espace... On essaye ? (Manipulation) Personne 1 : Déjà on remplit complètement la bouteille, et on la bouche, et après on fait un petit trou. Personne 2 : Donc là ça ne va pas couler alors ? Personne 1 : Normalement ça ne devrait pas couler. (L'eau coule) Personne 3 : Tu sais pourquoi ça a coulé ? Parce que tu tenais la bouteille pour bien faire, et quand elle a fait le trou, tu as pressé la bouteille. Donc le fait de presser, tu exerces une pression, donc l'eau sort. Personne 1 : Oui. Personne 4 : Mais ça c'est aussi une question de pression non ? Personne 3 : Et oui parce que là c'est toi qui fais une pression sur la bouteille. Personne 2 : En fait pour faire sortir l'eau, il faut que tu ouvres le bouchon, il faut que tu fasses rentrer de l'air. Mais je ne sais pas pourquoi ça ne coule pas. Personne 3 : Parce que, tout à l'heure on l'a bien vu, si l'air prend toute la place, les deux espaces occupés trouvent un équilibre et il n'y en a pas un qui va faire sortir l'autre. Personne 1 : Oui mais après, si tu fais rentrer de l'air, ça fait sortir de l'eau. Pour que l'eau sorte il faut faire rentrer de l'air. Personne 2 : Donc est-ce que tu n'es pas d'accord que l'air est quand même plus fort ? Personne 1 : Moi j'ai l'impression que la pression de l'eau est plus forte que... Personne 3 : Moi je dis qu'à partir du moment où l'air est dans la bouteille et l'eau est dans la bouteille, chacun a sa place. C'est-à-dire que si on en enlève un, l'autre va occuper l'espace. Si l'air prend de la place, l'eau va lui laisser la place, et vice-versa. Il faut qu'il y en ait un qui sorte pour que l'autre rentre. Personne 4 : Mais autant tout à l'heure je voyais bien comment l'air sortait, autant là je ne vois pas comment l'eau sort. Personne 1 : C'est même pas de l'air qui rentre, c'est juste que tu diminues l'espace, donc comme tu diminues son espace, tu réduis le volume de la bouteille quand elle fuit. Personne 2 : Oui, ça c'est sûr. Parce que comme l'air ne peut pas sortir parce que l'eau fait bouchon, c'est l'eau qui sort. (Discussion hors-sujet)
1796	Groupe 3	(Audio WS320150 à partir de 00:15:00 jusqu'à 00:59:43) Personne 1 : Alors le premier défi, d'abord il faut dire ce que ça va faire. Personne 2 : On emprisonne de l'air qui protège le mouchoir de l'intrusion de l'eau. (Manipulation) Personne 3 : Et il faut le ressortir bien droit, parce que si tu le penches avant... Personne 1 : Et voilà c'est sec ! Maintenant deuxième défi : le petit bouchon. Petit bouchon sur l'eau, petit pot par dessus. Personne 3 : Le bouchon ne va pas monter puisqu'il y a de l'air, il va rester à la surface de l'eau. (Manipulation) Personne 2 : Et pour faire monter le bouchon, on incline le verre, de l'eau rentre, et donc le bouchon monte. On essaye ? (Manipulation) Personne 1 : Et avec la seringue on peut rajouter de l'air. Personne 2 : Allez, allez, fais monter le bouchon. (Manipulation) Voilà, et maintenant pour le faire redescendre, qu'est-ce qu'on fait ? Personne 3 : Tu introduis de l'air. (Manipulation) Personne

		1 : Et si tu rajoutes encore de l'air, est-ce que le bouchon va s'échapper ? (Manipulation). Personne 3 : Alors, troisième expérience : déplacer le bouchon, on l'a fait. Personne 2 : Oui mais il faut faire un compte rendu. Personne 1 : Alors attends je vais faire un petit dessin, je schématise. Un aquarium, un bouchon, la bouteille, le niveau de l'eau. Personne 2 : Qu'est-ce qu'il va se passer si j'ouvre le bouchon ? Personne 3 : L'eau va monter. Personne 2 : On est d'accord ? Elle va monter jusqu'au niveau de l'eau. Personne 1 : En fait c'était l'expérience 4. Maintenant la 5. Personne 2 : Il faut faire monter et descendre, il faut jouer avec la seringue. Personne 3 : Regarde, là je prends l'air avec la seringue. Elle a dit de faire de deux façons, soit tu inclines la bouteille, soit tu ouvres le bouchon, soit tu fais avec la seringue. Personne 1 : Ça fait trois façons. Personne 3 : Oui voilà. (Manipulation) Personne 2 : Alors l'avant dernier défi : avec le sachet. Personne 3 : Alors qu'est-ce qui va se passer ? Personne 1 : L'air, poussé par l'eau, va remplir le ballon, il va gonfler le ballon. Personne 3 : Oui mais au début ? Personne 1 : C'est quoi pour toi le début ? Le début par rapport à quoi ? Personne 3 : Oui mais pourquoi ? Parce que quand on met le mouchoir, il ne se mouille pas, l'eau ne monte pas. Alors pourquoi là elle monte ? Personne 1 : Si, elle monte un petit peu. Mais l'air utilise tout l'espace à sa disposition. (Manipulation) Personne 2 : Donc l'eau montera dans la bouteille. Personne 1 : Et oui forcément, parce que l'air, ça va prendre ça, en fait l'eau comprime l'air. Personne 2 : D'accord. Personne 3 : Bon, maintenant le dernier défi. Elle a dit qu'on remplit la bouteille, et on va poinçonner. Et après on fera tout le compte rendu. A ton avis, est-ce que ça va couler ? Personne 1 : Moi j'aurais dit oui. Personne 3 : Mais la réponse est non. Démonstration. (Manipulation) Et voilà ! Personne 2 : Bon maintenant je vais écrire les réponses pour chaque expérience, avec un petit dessin. Alors expérience 1 : plonger perpendiculairement le pot par rapport à la surface de l'eau, l'air emprisonné protège le mouchoir de l'eau. Expérience 2 : le petit bouchon reste à la surface de l'intérieur de l'eau. Je fais un schéma. Ensuite, on rajoute ou on retire de l'air du petit pot avec la seringue ou en inclinant le pot, on peut seulement en enlever en inclinant le pot. Ça c'est pour les expériences 3 et 4. Pour le 2, le bouchon reste en bas car le pot est rempli d'air. Ensuite l'expérience 5 : L'air comprimé par l'eau gonfle le ballon. Et ensuite, l'expérience 6 : Pourquoi ça ne coule pas quand tu fais le trou ? Personne 1 : Parce que l'air ne peut pas s'échapper. Personne 2 : L'eau ne coule pas car l'air contenu dans le haut de la bouteille ne peut pas s'échapper. Personne 1 : Oui c'est ça, parce que quand tu ouvres le bouchon, l'air s'échappe donc l'eau coule. Personne 3 : Là je n'ai pas compris. Personne 1 : Il faut que l'air sorte ou entre, en fait c'est une histoire que l'air doit laisser de la place. Personne 3 : Pour moi ce n'est pas clair. Personne 2 : Pour moi non plus. Par l'extérieur je comprends le phénomène, mais là l'air est à l'intérieur. Personne 1 : L'eau ne coule pas parce que l'air ne peut pas s'échapper. Estelle : Vous êtes sûre que l'air doit s'échapper ? Personne 1 : Ah non, l'air ne peut pas rentrer. Personne 2 : Ah voilà c'est ça, l'air rentre et tu coup, il pousse l'eau, et l'eau sort. Personne 3 : Et oui l'air ne peut pas sortir, l'air est partout, il ne peut pas s'échapper. On peut dire que l'air s'échappe dans l'eau parce que dans l'eau, il n'y a pas d'air, mais quand tu es... Personne 2 : On a fait tous les dessins ? Personne 3 : Non, on n'a pas tout fait. (Le groupe dessine) Personne 2 : Pour l'expérience 6 : Ça ne coule pas. Pour que ça coule, il faudrait que l'air extérieur entre dans la bouteille et pousse l'eau, car l'air veut occuper toute la place. (Discussion hors-sujet) Estelle : Vous avez fini ? Personne 2 : Oui. Estelle : Alors je vais lire ce que vous avez écrit. Personne 2 : Alors pour la première expérience : comment je peux faire pour immerger mon mouchoir par rapport à la surface de l'eau, sans le mouiller ? L'air emprisonné protège le mouchoir de l'eau. Pour la deuxième : le petit bouchon reste à la surface de l'intérieur du pot... Estelle : A la surface de l'intérieur du pot ? Personne 2 : Oui, ça c'est leur phrase (rires) Estelle : Moi je ne comprends pas bien. Personne 2 : Il va rester à la surface de l'eau. Estelle : Oui mais à la surface de l'eau, quand on est à l'intérieur du pot, ça marche aussi. Personne 2 : Et comme il y a de l'air à l'intérieur du pot, on voit le bouchon en bas. Estelle : En bas de quoi ? Personne 2 : Du pot. Le bouchon ne peut pas monter car il flotte, et il y a de l'air au-dessus de lui, donc il ne peut pas monter. Personne 3 : L'eau ne peut pas s'introduire parce qu'il y a cette bulle d'air qui l'empêche de s'introduire. Estelle : Alors ça je comprends mieux déjà. L'eau ne rentre pas dans le pot... Personne 3 : Parce que la bulle d'air emprisonnée prend toute la place. Personne 2 : L'air emprisonné dans le pot empêche le bouchon de monter. Il empêche l'eau de rentrer, et comme le bouchon flotte, il reste à la surface de l'eau, or, l'eau ne peut pas monter dans le pot car l'air contenu dans le pot l'en empêche. Estelle : Je pense qu'il faut restructurer mais effectivement vous y êtes presque. Ensuite ? Personne 2 : Pour le faire monter ou descendre, on rajoute ou on retire de l'air du pot avec la seringue, ou en inclinant tout simplement le pot. Estelle : Donc là il faudra peut être préciser parce qu'il y a deux "ou" là. Personne 2 : On peut faire sortir de l'air en inclinant le pot. Estelle : Et dans ce cas, que se passe-t-il ? Personne 2 : Le bouchon remonte. Estelle : Pourquoi ? Personne 2 : L'eau prend la place de l'air qu'on retire. On l'a fait avec la seringue et on a obtenu ce que l'on voulait aussi. Estelle : D'accord. Personne 2 : L'expérience 5, le sac-ballon se gonfle car l'air comprimé par l'eau remonte dans le sac. Quand on appuie, l'eau monte et pousse l'air vers le haut. L'air occupe toute la place disponible. (Estelle manipule) Personne 3 : L'air est monté dans le sac ; l'eau rentre dans la bouteille et remplace, pousse l'air

		vers le haut, et dans le haut il y a le sac. Personne 3 : Moi j'ai du mal parce que quand on a immergé le mouchoir, on a plongé le pot vertical, l'air ne rentrait pas... Personne 2 : Parce qu'il y avait beaucoup moins d'air dans ton sac. Et l'air qui était dans la bouteille s'est déplacé dans le sac. Estelle : Donc l'air qui était dans la bouteille se déplace dans le sac, et là où il y avait de l'air il y a de l'eau. Donc l'eau prend la place de l'air, et l'air se déplace dans le sac. Et si au départ je gonfle mon sac, qu'est-ce qu'il va se passer ? Personne 2 : On se retrouve dans l'expérience d'avant en fait, où le volume disponible pour l'air reste le même au cours de l'expérience. Estelle : D'accord. Personne 2 : Et le dernier, ça ne coule pas car l'air extérieur entre dans la bouteille et pousse l'eau car l'air va occuper toute la place disponible. Estelle : Là je ne comprends pas du tout. Personne 2 : Ça ne coule pas quand on ferme la bouteille. Donc là ça coule. Estelle : Je pense qu'il faut que vous repreniez les choses. Personne 2 : Voilà, ça ne coule pas, et quand on ouvre le bouchon, ça coule parce que l'air extérieur entre dans la bouteille et pousse l'eau car l'air veut occuper toute la place. Personne 1 : Donc le sac se gonfle car l'air contenu dans la bouteille, poussé par l'eau, se déplace dans le sac, et le niveau d'eau monte dans la bouteille.
1797		Le début de la vidéo correspond à la fin de la discussion en groupe de la vidéo précédente. La transcription est donc dans la vidéo précédente (00047).
1798	Estelle	Est-ce que vous avez terminé ? Alors, on va mettre en commun, évidemment on ne va pas redire à chaque fois la même chose, il y a un groupe qui parle, et si vous avez formulé les choses autrement, on va écouter les différentes formulations. Donc on va commencer par vous. Le premier défi c'était "comment faire pour que le mouchoir reste sec et que le verre soit complètement immergé ?"
1799	A4	(A4 est le porte parole du groupe) Alors on pensait qu'il allait être mouillé, et qu'il fallait manipuler rapidement. Après on s'est dit que pour qu'il reste sec, il faudrait que l'air qui se trouve au-dessus de lui reste au-dessus de lui et empêche l'eau de rentrer.
1800	Estelle	Donc pour faire ça vous voulez aller vite ?
1801	A5	Moi j'ai dit tout doucement.
1802	A4	Il faut y aller verticalement, mais au fond la vitesse n'a aucune importance.
1803	Estelle	Alors, pour garder le niveau de l'eau horizontal, vous plongez le pot verticalement, effectivement. Donc votre réponse, elle donne quoi ?
1804	A4	Il faut que l'air contenu dans le pot au-dessus du mouchoir ne puisse pas s'échapper, on descend le pot à la verticale.
1805	A5	Quand on introduit le pot, l'air se retrouve comprimé, poussé par l'eau qui ne peut pas rentrer. L'eau essaie de rentrer dans le pot, mais comme le pot est déjà occupé par l'air, l'eau est chassée de part et d'autre du pot et c'est comme ça que le mouchoir reste sec.
1806	Estelle	Alors qu'est-ce que vous proposez ?
1807	A7	(A7 est le porte parole du groupe) Nous on dit que l'air fait office de bouchon et l'eau ne rentre pas.
1808	A8	En fait que le pot n'est pas vide, il est plein d'air.
1809	A9	(A9 est le porte parole du groupe) L'air emprisonné protège le mouchoir de l'eau.
1810	Estelle	Et vous, vous dites quoi ?
1811	A10	L'air occupe de la place dans le verre et empêche l'eau de pénétrer.
1812	Estelle	Alors quelle formulation vous semble la meilleure ?
1813	A3	Moi j'avais écrit "l'air ce n'est pas rien".
1814	Estelle	Oui mais ça n'explique rien.
1815	A12	L'air occupe une place, il occupe le volume du pot.
1816	Estelle	L'air occupe le volume du pot, et donc ?
1817	A12	Et donc l'eau ne rentre pas.
1818	Estelle	Et l'eau n'a pas de place pour rentrer. Est-ce que vous voyez la distinction entre ce qu'elle dit et ce que vous avez dit ?
1819	Groupe	Oui.
1820	A2	Nous on a dit "l'air pousse"… Mais en fait le pot est plein d'air.
1821	A11	Vous avez dit que l'air qui était dans le pot empêche l'eau de rentrer.
1822	A14	Vous avez dit que c'est l'eau qui laissait la place je crois.
1823	Estelle	C'est le gros problème.
1824	A2	Oui mais l'eau qui était à cette place là, on la pousse.
1825	A12	Non, on ne la pousse pas, tu la déplaces.
1826	A2	Oui donc on déplace l'eau, forcément.
1827	A12	Ils se repoussent mutuellement alors. C'est pas l'un qui va repousser l'autre…
1828	A9	Et puis il était là l'air, il ne peut aller nulle part ailleurs.
1829	Estelle	Est-ce que vous vous êtes mis d'accord ?

1830	A14	Oui, pour dire que l'espace est occupé et l'air empêche l'eau de rentrer.
1831	Estelle	Alors est-ce que ça vous convient "l'air occupe de l'espace et empêche l'eau de rentrer" ?
1832	Groupe	Oui.
1833	Estelle	Les notions de "pousser", "chasser", évidemment ça va sortir avec les enfants mais comment peut-on le savoir ça ? Es-ce qu'on peut le voir si ça pousse ou pas ? On ne voit rien.
1834	A10	Non mais on le sent un peu quand même. On sent une résistance.
1835	Estelle	On sent quoi ? On le sent sur sa main, oui. Alors on sent effectivement qu'il faut appuyer, les enfants le sentent bien. On sent quelque chose parce qu'on essaye de faire rentrer de l'eau, mais il y a déjà quelque chose. Et comme il a déjà quelque chose, ce quelque chose empêche l'eau de rentrer. (Estelle fait l'expérience de ce qu'elle vient de dire avec un sachet plastique).
1836	A1	Et c'est pour ça que ça fait des vagues ? Quand vous appuyez, est-ce que c'est juste parce qu'il a un mouvement de l'eau, ou…
1837	A11	Oui parce que le niveau de l'eau va monter du coup dans l'aquarium…
1838	A1	Voilà !
1839	Estelle	Alors le fait que j'appuie, regardez. (Estelle refait l'expérience).
1840	A1	Oui le niveau de l'eau va monter quand même.
1841	A11	Oui, pas dans le sachet, dans l'aquarium.
1842	Estelle	J'appuie le sachet, l'eau est à ce niveau. Et quand je le remonte, l'eau n'est plus au même niveau.
1843	A11	Et si par exemple, tu le fais basculer pour qu'il se remplisse, là le niveau de l'aquarium va redescendre au niveau initial, plus ou moins.
1844	Estelle	D'accord. Ça va ?
1845	Groupe	Oui.
1846	Estelle	Donc "chasser", "pousser", on ne peut pas trop savoir, donc on n'utilise pas ces mots. Est-ce qu'on a besoin de parler de "chasser" et "pousser" pour expliquer le phénomène ?
1847	Groupe	Non.
1848	Estelle	Pas nécessairement.
1849	A14	Surtout que là on veut juste parler de l'air.
1850	Estelle	Alors, avec les enfants, ce qu'il va se passer, ils vont parvenir à avoir le mouchoir sec, mais voilà ce que ça va donner.
1851	A3	Moi je trouve que c'est plus parlant le sac, par rapport au mouchoir.
1852	Estelle	Oui. Alors, les enfants, voilà ce qu'ils font. (Estelle fait l'expérience: elle plonge très rapidement le pot dans l'aquarium.)
1853	A9	Oui, ils pensent que moins longtemps je serai en contact avec l'eau, moins le mouchoir sera mouillé.
1854	Estelle	Voilà. Ils font autre chose aussi (Estelle met le pot sous l'eau à l'envers en le bouchant avec sa main.)
1855	A1	Mais c'est juste !
1856	A11	Non parce que là ils vont croire qu'ils ont emprisonné l'air au départ.
1857	A8	Oui mais s'ils le font en bouchant avec la main, qu'ils remontent le mouchoir sec, c'est juste.
1858	Estelle	Oui, oui. Ils trouvent plein de solutions qui remplissent le contrat. Mais est-ce qu'ils ont compris quelque chose en faisant ça ?
1859	Groupe	Non.
1860	Estelle	Qu'est-ce qu'on va faire ?
1861	A12	On va leur dire qu'il faut faire doucement.
1862	Estelle	Comment va-t-on dire ça ?
1863	A12	En disant "ça c'est bien mais tu peux le faire lentement."
1864	A9	On rajoute en consigne "lentement".
1865	Estelle	Ah non, on est en démarche d'investigation.
1866	A10	En disant "si tu le fais lentement, que va-t-il se passer ? "
1867	Estelle	Voilà, bravo ! Que se passe-t-il à votre avis si je descends doucement ? Les enfants vont vous dire…
1868	Groupe	L'eau va rentrer.
1869	Estelle	Comment fait-on pour savoir ?
1870	Groupe	On essaye.
1871	Estelle	On essaye, et ce qu'ils vont faire c'est qu'en remontant ils vont faire ça (Estelle penche le verre et l'eau rentre dans le verre), et ils vont dire que c'est mouillé. Oui mais qu'est-ce qu'on a vu ?
1872	A5	Que tu l'as plongé droit et que tu l'as remonté pas droit.
1873	Estelle	D'accord. Il y en a forcément qui auront vu la bulle d'air sortir. Donc, qu'est-ce qu'il se passe si on va doucement ? Si on va doucement, on peut aussi, en remontant de la même façon, garder

		le mouchoir sec. Donc est-ce qu'on a besoin d'aller vite ?
1874	Groupe	Non.
1875	Estelle	Non. Est-ce qu'on a besoin d'aller au fond ?
1876	Groupe	Non.
1877	Estelle	Non. Et si mon aquarium n'avait pas des bords plats mais incurvés est-ce que je pourrais faire ça ? (Estelle plaque le pot sur la paroi de l'aquarium et le fait descendre au fond)
1878	Groupe	Non.
1879	Estelle	Non, donc ça c'est une solution qui marche juste dans ce cas là. On peut en trouver qui marchent tout le temps. Est-ce que j'ai besoin de boucher avec ma main ? Non, je n'ai pas besoin de boucher. Je n'ai pas besoin d'aller au fond, je n'ai pas besoin d'aller vite, j'ai besoin de le plonger bien droit.
1880	A11	Pourquoi quand je ne le mets pas bien droit ça rentre alors ?
1881	Estelle	Qu'est-ce qu'on a observé ? Qu'est-ce qu'il se passe quand on le penche ?
1882	A11	L'air ressort, il y a des bulles.
1883	Estelle	Il y a des bulles, ça veut dire qu'on voit quelque chose qui sort. C'est-à-dire que dans mon pot, au départ, il y avait déjà quelque chose. Et quand ce quelque chose part, que se passe-t-il ?
1884	A9	L'eau prend la place de l'air.
1885	A11	Ça c'est possible grâce à l'horizontalité de l'eau. L'eau est toujours horizontale…
1886	Estelle	Alors effectivement, le liquide reste toujours horizontal. Les collègues ici se sont posé la question des bulles. Comment dessinez-vous vos bulles ? Regardez vos dessins, je suis sûre que vous avez fait des bulles dans tous les sens.
1887	A5	Elles montent.
1888	A11	Oui, elles prennent le même chemin, elles montent verticalement.
1889	Estelle	Les bulles remontent verticalement. Donc on peut observer les bulles avec les enfants parce qu'ils vous les dessinent qui partent dans tous les sens. Alors évidemment il ne faut pas ajouter l'eau, parce que si j'ajoute l'eau en même temps, ça perturbe. Mais si je regarde, je constate que les bulles montent.
1890	A10	Forcément, elles cherchent le moyen le plus court.
1891	Estelle	Vous ne voyez pas autrement, mais je peux vous dire que les dessins où je vois les bulles comme ça (Estelle dessine au tableau), sont légions, et pas que chez les enfants. Donc il faudra être vigilant sur les dessins, on va regarder, et on va tous observer, on va regarder ce qu'il se passe. Et l'eau dans l'aquarium, on va la dessiner comment ?
1892	A4	Un trait ?
1893	Estelle	Les enfants vont faire des vagues. Donc si on a travaillé sur l'horizontalité, ou même sans cela, on va représenter le niveau de l'eau par un trait. Donc la première expérience, on a fait tout ça avec les enfants et il y en a 1 ou 2 %, qui, à ce moment là, vont réaliser des choses. Donc on a deux niveaux : "comment faire pour", on plonge le verre verticalement et on le remonte de la même façon, là on a répondu, et on a eu juste ce qui était nécessaire, on n'a pas eu de superflu. Parce qu'aller vite, aller au fond, tout ça ce n'est pas utile, donc on a eu juste ce qui était nécessaire. Et puis il y a une deuxième phase qui est "j'essaye d'expliquer les choses", et mon explication c'est qu'il y a quelque chose dans mon pot qui empêche l'eau de rentrer, et on va l'appeler de l'air. Expérience suivante ? C'était le petit pot, le bouchon. Qu'est-ce que vous pensiez, quelles sont les explications que vous avez fournies ?
1894	A6	Fort de l'expérience précédente, on avait remarqué que l'air restait dans le pot donc ici on avait en fait le contact entre l'eau et l'air.
1895	Estelle	D'accord.
1896	A6	Donc en mettant le bouchon, si on se met au niveau du pot, le contact air-eau reste à ce niveau là et comme un bouchon ça flotte, logiquement, le bouchon reste en bas du pot.
1897	Estelle	Le bouchon reste où ?
1898	A10	On a eu du mal à nommer cet endroit, c'est la surface de l'eau.
1899	Estelle	Oui mais la surface de l'eau, vous avez un problème effectivement, parce que vous avez combien de surfaces là ?
1900	A10	Deux.
1901	A11	C'est la surface de l'eau dans le petit pot.
1902	Estelle	La surface de l'eau dans le petit pot je comprends bien mais elle peut être n'importe où la surface de l'eau dans le petit pot.
1903	A10	En bas du pot.
1904	Estelle	Oui mais en bas du pot, il est grand le pot.
1905	A9	A l'ouverture du pot.
1906	A14	A la frontière.
1907	Estelle	La frontière elle est où elle est, ça ne me dit rien. Elle est située où ? Au niveau de l'ouverture

		du pot, au niveau du goulot du pot. Là on est d'accord. Que se passe-t-il ? Le bouchon flotte. Où ?
1908	A10	Au niveau du goulot du pot.
1909	Estelle	Au niveau de l'ouverture du pot. Quand vous aviez fait vos premiers dessins, qu'est-ce que vous aviez dessiné ? Où pensiez-vous qu'il se trouverait ?
1910	A4	Moi j'avais pensé ça mais je m'étais posé un problème de pression de l'eau et de pression de l'air, et je pensais qu'il ne serait pas exactement à ce niveau là. Parce que je pensais que l'eau rentrerait un tout petit peu donc que le bouchon serait un tout petit peu plus haut.
1911	Estelle	Ok.
1912	A14	Pour la première expérience, si on a de l'eau colorée, on voit bien là où est l'eau.
1913	Estelle	Ah non.
1914	A14	Non ?
1915	Estelle	Non parce que l'air est transparent.
1916	A11	Oui mais à ce moment là, quand on va faire bouger le bouchon…
1917	Estelle	Si mon eau, au lieu d'être transparente, est colorée ? C'est ça ?
1918	A11	Oui.
1919	Estelle	On regarde ? (Estelle fait l'expérience avec de l'eau colorée) Est-ce qu'on va mieux voir ?
1920	A12	(A12 manipule) Ah et bien non puisque le verre est transparent ! Que suis-je bête ! (rires)
1921	A11	Mais vas-y fais rentrer de l'air là.
1922	Estelle	Mais on ne voit pas l'air !
1923	A9	Et non puisque tout est bleu.
1924	A12	Il faudrait que l'air soit bleu et le reste transparent.
1925	Estelle	Et oui mais l'air n'est pas colorable, il est transparent. On est bien d'accord que quand on fait une erreur en sciences, c'est complètement positif.
1926	A12	Oui.
1927	A3	Et la bêtise dans tout ça ?
1928	Estelle	Il n'y a pas de bêtise. Si on ne se trompe pas, on a rien appris. Les enfants là, typiquement, le dessin qu'ils vont vous faire, c'est ça (Estelle dessine au tableau). Ils font le bouchon, et qu'est-ce qu'il manque ?
1929	A1	Avant d'avoir observé ?
1930	Estelle	Avant d'observer, oui. Il manque le niveau de l'eau dans le pot. Donc déjà s'ils réfléchissent au niveau de l'eau dans le pot, parfois ça les fait changer d'avis. Et le bouchon, il est sur quoi ?
1931	A10	Mais peut être que dans leur idée, parce que très franchement, c'est ce que j'aurais fait moi… Je pensais que le bouchon était complètement dans l'eau.
1932	Estelle	D'accord, et qu'il y avait de l'eau partout.
1933	A10	Oui, partout.
1934	A3	Moi aussi…
1935	Estelle	Vous aussi vous pensiez ça ? Alors cette idée là est associée à une idée initiale qui est très forte, qui est quoi à votre avis ? Qui est que dans le pot, il n'y a rien. Donc s'il n'y a rien, l'eau peut rentrer. Et ce n'est pas parce qu'on l'a fait une fois, que l'idée est ancrée, il faut du temps. C'est pour ça qu'on va travailler et qu'on va prendre son temps. On va le faire plusieurs fois, on va regarder plusieurs fois, et on va mettre les mots dessus. Et ce n'est pas évident avec les petits, qui sont très excités, j'en suis bien consciente.
1936	A10	C'est vrai qu'on le disait ce matin, les enfants ont tous joué dans l'eau et fait ça en étant petits.
1937	Estelle	Non, ils ne l'ont pas tous fait. Et même ceux qui l'ont fait n'ont pas forcément compris ; mais vous en avez plein qui n'ont pas de baignoire, qui ont une douche, et les enfants qui ont une douche ne jouent pas avec tout ça.
1938	A5	Mais même si on fait le test avec des parents, je suis sûre qu'il y a 9,5 parents sur 10 qui vont…
1939	Estelle	Oui, qui vont penser que le bouchon est en haut. Je vous le confirme. Je forme des adultes en permanence, et j'ai toujours droit à ça. Mais ça ne me choque pas du tout. On a des conceptions, et si on ne travaille pas dessus, on n'a aucune raison de les dégommer.
1940	A2	Donc en fait on peut travailler à tout âge sur ces conceptions.
1941	Estelle	Complètement. C'est ce qu'on est en train de faire ensemble.
1942	A3	C'est vrai que cette expérience là, c'est un peu particulier quand même parce que comme il faut garder le pot vertical, ça suppose un minimum de conditions pour réaliser cette expérience. Et je pense que quand on s'amuse dans un bain, on n'a pas fait cette expérience dans ces conditions là.
1943	Estelle	C'est bien de réfléchir à la façon dont on sait les choses. Et là avec les enfants on va travailler, comment fait-on pour savoir, on essaye, ce n'est pas innocent. Et on donne la primauté à l'expérience : "je pensais que le bouchon allait être en haut" et bien il est en bas. Je suis obligée d'accepter ce que je vois.

1944	Estelle	Et à partir de là on va essayer d'expliquer le phénomène. Comment je peux l'expliquer ce phénomène ? Comment explique-t-on que le bouchon est en bas, au niveau de l'ouverture ?
1945	A6	C'est parce qu'il y a de l'air.
1946	Estelle	Il y a de l'air qui empêche l'eau de rentrer, l'air occupe de l'espace, maintenant il faut le démontrer. Donc le niveau de l'eau reste le même qu'au départ, c'est-à-dire que le niveau de l'eau reste au niveau de l'ouverture du pot, et comme le bouchon flotte il reste au niveau de l'ouverture du pot.
1947	A4	Par contre il y a une fine pellicule d'eau qui fait étanchéité non ?
1948	Estelle	Alors "étanchéité" ça veut dire quoi ?
1949	A4	Comment dire… Au moment où on le place à la verticale, l'air pourrait sortir, quand on descend il y a quand même de l'eau qui empêche l'air, ils sont en contact quand même.
1950	A11	C'est une histoire d'horizontalité, comme on a vu la dernière fois. Quand tu penches le pot, le liquide reste horizontal, donc je pense que c'est ce qu'il se passe à l'inverse avec l'air.
1951	Estelle	Essayons. (Estelle fait l'expérience) Si j'enfonce mon pot penché, que se passe-t-il ?
1952	A11	Il se remplit parce que le niveau à l'intérieur reste horizontal.
1953	A2	Pas complètement.
1954	Estelle	Pas complètement parce que si je permets à l'air de s'échapper, il va le faire. Mais si je plonge mon petit pot penché, il se remplit d'eau. Si je le plonge vertical, qu'est-ce qu'il se passe, est-ce qu'il se remplit d'eau ?
1955	A4	Un petit peu non ? Légèrement.
1956	Estelle	Si on regarde bien, effectivement on peut voir un tout petit peu d'eau au niveau de l'ouverture, ça fait un petit peu bombé.
1957	A4	Voilà c'est ça. Moi c'est ce que j'appelle une pellicule. Donc comme ça reste horizontal, on arrive du coup à déplacer…
1958	A12	C'est parce que l'ouverture du pot passe au dessus du niveau de l'eau.
1959	Estelle	On ne peut pas savoir. Si je penche, que se passe-t-il ? On a vu tout à l'heure que l'air sortait verticalement. Quand je penche le pot, comme l'eau reste toujours horizontale dans le pot, il y a un tout petit endroit où on a l'impression que l'air peut passer, et l'air s'échappe. Et tant que le niveau horizontal de l'eau dans le pot est loin de l'ouverture, il ne passe rien, mais quand il est au niveau de l'ouverture, on a l'air qui s'échappe.
1960	A2	Alors pourquoi est-ce que l'air monte comme ça ?
1961	Estelle	Alors, comment expliquer que l'air monte dans le pot ?
1962	A11	Parce qu'il y a le ciel en haut.
1963	Estelle	Ça c'est aristotélicien au possible (rires), il y a un lieu naturel pour chaque chose : l'air en haut, l'eau en bas.
1964	A9	L'air est un gaz.
1965	Estelle	L'air est un gaz, oui, mais il y a des gaz qui peuvent rester en bas.
1966	A10	L'air est plus léger.
1967	Estelle	Plus léger ?
1968	A10	Il a une densité moins importante. L'air est moins dense.
1969	Estelle	Pour les enfants "l'air est moins dense que l'eau", ça non. Et puis à votre niveau, le travail sur la densité, vous vous souvenez du sable, pour une même masse il n'y avait pas le même volume. Donc ça veut dire qu'il faut avoir travaillé sur les masses et sur les volumes. Donc en maternelle... On va juste constater, donc on peut souffler avec une paille, on peut déplacer des bouteilles, on peut appuyer sur des bouteilles, on peut utiliser la seringue qu'on remplit d'air, et on constate toujours que les bulles montent verticalement. Comment on explique ça ? Pour le moment, on n'a pas les moyens de l'expliquer. Donc il faut attendre. On a vu qu'apparemment, à chaque fois qu'on essaye de faire sortir de l'air, quand on y arrive, l'air sort verticalement. Et on a vu que le niveau du liquide était toujours horizontal. Et c'est tout. Donc on ne va pas répondre à la question. On constate juste des choses. Il y a des choses qu'on sait, et qu'on peut dire parce qu'on les voit, et il y a des choses pour lesquelles on n'a pas encore les moyens. Donc là on a expliqué notre deuxième défi. Alors maintenant, comment faire pour déplacer le bouchon dans le pot ? Donc là il fallait le faire monter et descendre. Alors comment je fais pour le faire monter dans le pot ?
1970	A11	Pour le faire monter on fait rentrer de l'eau dans le pot.
1971	A12	Pour que le niveau de l'eau remonte, il faut enlever de l'air.
1972	Estelle	Alors faire rentrer de l'eau et enlever de l'air, est-ce que c'est la même chose ?
1973	A10	Ça revient au même.
1974	A12	L'eau ne peut pas rentrer si on n'enlève pas de l'air. Donc nous, on a enlevé de l'air.
1975	Estelle	Vous avez enlevé de l'air. Comment avez-vous enlevé de l'air ?
1976	A14	On a utilisé le tuyau avec la seringue.

1977	Estelle	Vous avez une autre solution ? Vous avez penché. D'accord, donc il y a plusieurs solutions. La première solution c'est de pencher le pot, en penchant le pot, on enlève de l'air, et on constate que l'eau rentre, elle prend la place de l'air.
1978	A10	Par contre il fallait bien incliner le pot.
1979	Estelle	D'accord, il fallait bien incliner le pot. Donc j'enlève de l'air en penchant le pot, et dans ce cas là, on constate que l'eau prend sa place ; ou alors je mets la seringue et j'enlève l'air à l'aide de la seringue, on aspire et le niveau de l'eau monte. Alors j'ai une question pour vous parce que vous me disiez "on ajoute de l'eau". Que pensez-vous qu'il se passe si je remplis ma seringue d'eau ?
1980	A12	Ça ne rentre pas.
1981	A9	Parce que l'air n'a nulle part où aller donc on ne peut pas le faire.
1982	Estelle	(Estelle fait l'expérience) Donc je remplis ma seringue complètement d'eau, donc j'ai mon petit pot et je vais faire rentrer…
1983	A10	Ça ne va rien faire.
1984	Estelle	Comment vous le savez ?
1985	A10	Parce qu'il n'y a pas d'air qui rentre dans le pot.
1986	A9	Parce que l'air n'a pas la place.
1987	Estelle	Est-ce que c'est l'air qui n'a pas la place ? L'air occupe un espace, il a pris toute la place.
1988	A9	Il peut se comprimer l'air.
1989	A5	Mais il n'y a pas d'air là.
1990	A10	Si, il y a de l'air dans le pot.
1991	A11	Oui mais l'eau elle va se mettre au dessus de l'eau qu'il y a déjà non ?
1992	A9	Non mais il y a de l'air. Il peut se comprimer un peu mais pas énormément non plus.
1993	A10	Oui mais on ne peut pas le déloger.
1994	A11	Mais si parce que tu vas remplir, c'est comme si tu remplissais une bouteille…
1995	Estelle	Donc vous pensez que le bouchon va monter ?
1996	A11	Oui, comme l'air est en haut, le bouchon va monter.
1997	Estelle	Bon et bien venez essayer, il y a deux expériences en même temps, on regarde les deux.
1998	A14	Donc là il n'y a que de l'air dedans ?
1999	Estelle	Il n'y a que de l'eau dans la seringue. Et on regarde ce que fait le bouchon, je suis en train d'enfoncer la seringue (Estelle fait l'expérience). Qu'est-ce qui arrive au bouchon ?
2000	A9	Rien.
2001	A10	Il ne bouge pas.
2002	Estelle	Et là-bas, qu'est ce qui arrive au bouchon ? (Un autre groupe fait l'expérience.)
2003	A12	Rien non plus.
2004	Estelle	Et alors, le bouchon, est-ce qu'il a bougé ?
2005	Groupe	Non.
2006	A7	On voit l'eau qui coule dans l'air, qui descend…
2007	Estelle	Alors voilà, Si on regarde bien on voit l'eau qui sort du tuyau, qui coule tout le long et elle ne reste pas dans le pot. Donc est-ce que je peux juste rajouter de l'eau pour faire monter le bouchon ? Non. Donc pour faire remonter le bouchon il faut enlever de l'air, et quand on enlève de l'air, l'eau remplace l'air. Comment vais-je faire pour faire redescendre le bouchon ?
2008	A11	Il faut aspirer l'eau.
2009	Estelle	Il faut enlever l'eau ?
2010	A2	Il faut rajouter de l'air, pour que l'air remplace l'eau.
2011	Estelle	Voilà, et pour faire ça il faut une paille, ou une seringue. On peut souffler avec une paille ou avec la seringue. La seringue a l'avantage d'être hygiénique. Et vous avez vu qu'il faut être plusieurs pour manipuler, donc il faut que les enfants se mettent d'accord ensemble, on force la coopération. Donc on est tous d'accord là-dessus ? On a vu que pour faire monter le bouchon il fallait enlever de l'air, et que l'eau le remplace ; et pour faire descendre le bouchon il faut rajouter de l'air, et l'eau est chassée donc l'air prend la place de l'eau. On avait ensuite l'expérience avec la bouteille coupée.
2012	A11	C'est un peu le même principe.
2013	Estelle	Vous allez m'expliquer comment vous avez fait pour faire descendre le bouchon plus bas que le niveau de l'aquarium puis monter plus haut que le niveau de l'aquarium. Et si vous avez plusieurs façons de faire, vous nous expliquez les différentes façons de faire. Les autres disent s'ils ont réussi à faire ça, s'ils ont fait pareil ou autre chose.
2014	A11	Riches de l'expérience du petit pot, nous nous sommes demandé si ça marchait avec la bouteille. Sauf que là c'était un peu l'inverse parce que c'était plus facile de faire rentrer de l'eau parce qu'on avait le bouchon qu'on pouvait enlever.

2015	Estelle	Alors là vous expliquez plusieurs choses à la fois, on va séquencer les choses. Comment faire pour faire descendre le bouchon ? Pour faire descendre le bouchon, vous avez enfoncé la bouteille, et ça effectivement c'est riche de l'expérience précédente, c'est-à-dire que ce qu'il se passait avec le pot en verre, vous êtes en train de me dire qu'il se passe la même chose avec la bouteille. Donc ça veut dire que notre explication a l'air d'être robuste. On est en train de constater que notre explication tient la route même si je change un petit quelque chose et là ce que je change c'est le récipient. Et si j'avais changé le bouchon ? Si j'avais pris un bouchon rouge ou un bouchon en liège, c'était pareil. Donc vous êtes arrivés ici en zone 1 (Estelle dessine au tableau). Quand vous défaites le bouchon, qu'est-ce qu'il se passe ?
2016	A11	L'air s'en va et libère de l'espace pour l'eau donc l'eau remonte.
2017	Estelle	Est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'elle est en train de dire ?
2018	A3	Oui.
2019	Estelle	Quand j'ouvre le bouchon, l'air s'échappe.
2020	A11	Mais attention ! On reste au niveau. On a beau laisser le bouchon ouvert, quand le niveau de la bouteille a récupéré le niveau de l'aquarium, il ne se passe plus rien. Donc pour que le bouchon monte au dessus du niveau de l'aquarium, on va reboucher la bouteille...
2021	Estelle	Qu'est-ce que vous avez fait là ? Pour faire monter le niveau de l'eau il faut…
2022	A4	Rajouter de l'air !
2023	Estelle	Vous êtes sûre ?
2024	A11	Non il faut mettre de l'eau.
2025	A12	Donc il faut enlever de l'air.
2026	Estelle	Ah, vous n'êtes pas d'accord. Donc il faut enlever de l'air. Vous avez tous fait ça ?
2027	Groupe	Oui.
2028	A10	Une fois qu'on a compris que c'était les vases communiquant entre l'air et l'eau si on ose dire…
2029	A11	(Le groupe fait l'expérience) Là on le voit, on a le niveau de la bouteille qui passe au-dessus du niveau de l'aquarium.
2030	A12	Et ça marche !
2031	Estelle	Vous l'avez fait plein de fois et est-ce que les autres ont constaté la même chose ?
2032	A10	Nous au lieu de pomper l'air, on a basculé.
2033	Estelle	Alors regardez ce qu'elles ont fait. Vous dites que vous y êtes arrivées. Vous avez basculé la bouteille et qu'est-ce qui s'est passé ? On regarde votre solution. Alors là, l'air sort de la bouteille, et maintenant que faites-vous ?
2034	A10	Il faut remettre le bouchon et ensuite on bascule la bouteille.
2035	Estelle	Donc remettre le bouchon, est-ce que vous avez besoin de basculer la bouteille ? Montez la bouteille…
2036	A12	Ah oui ça marche. On n'a pas pensé à ça !
2037	A14	C'est parce qu'on pensait qu'on n'avait pas le droit d'enfoncer la bouteille, de l'immerger complètement.
2038	A11	Voilà c'est ça.
2039	Estelle	Vous pouvez faire comme vous voulez. Alors montrez nous comment vous avez fait. Vous avez enlevé l'air en penchant la bouteille ?
2040	A10	Oui on a fait comme ça nous.
2041	Estelle	Vous avez fait comme ça, donc vous avez penché la bouteille de façon à ce que la bouteille soit remplie d'eau.
2042	A10	Mais parce qu'on pensait qu'il fallait que ce soit tout au fond.
2043	Estelle	Ce n'était pas nécessaire mais ce n'est pas grave. Là elles ont trouvé une autre solution. Enfin, est-ce qu'elles ont trouvé une autre solution ?
2044	Groupe	Oui.
2045	Estelle	Oui. Alors soulevez. (Le groupe soulève la bouteille) Vous voyez qu'on peut aussi soulever. Donc là est-ce qu'on enlève de l'air ?
2046	A2	Non là il ne se passe rien.
2047	Estelle	Et pourtant… Alors regardez (Estelle fait l'expérience) Au départ on a ouvert la bouteille, puis on referme la bouteille, et vous, pour faire remonter le bouchon vous avez enlevé de l'air, et l'eau a pris sa place. Mais on peut faire aussi ça (Estelle soulève la bouteille).
2048	A12	Nous on pensait qu'il fallait laisser la bouteille au même niveau.
2049	Estelle	Pour les enfants c'est mieux de laisser la bouteille au même niveau, donc ça veut dire qu'il faut faire une marque dessus. Et dans ce cas là, pour expliquer les choses, pour trouver la solution, on rajoute ou on enlève de l'air, parce que maintenant, il va falloir rajouter de l'air pour faire descendre le bouchon. Là est-ce que j'ai rajouté ou enlevé quelque chose ?
2050	Groupe	Non.

2051	A1	On n'a pas changé le niveau du bouchon dans la bouteille.
2052	Estelle	D'accord.
2053	A1	Tout est relatif. Par rapport à la bouteille, le bouchon n'a pas bougé.
2054	A3	Il fallait qu'il monte au-delà du niveau de l'eau ?
2055	Estelle	Oui, oui. Là il est monté au-delà du niveau de l'eau. Je soulève la bouteille et j'ai le bouchon qui se retrouve au-dessus du niveau de l'eau dans l'aquarium.
2056	A2	Tricheuse !
2057	Estelle	Ben non. Pourquoi tricheuse ?
2058	A4	Ça représente moins d'intérêt sur le plan de l'expérience.
2059	Estelle	Les enfants vont vous le faire. S'ils ne le font pas, vous n'en parlez pas. Ils vont le constater que ça monte au-dessus. Alors il faut être prêt à ça. Comment expliquer le phénomène ? Vous y êtes, redites ce que vous disiez.
2060	A10	Je disais que tout est relatif donc si on se place au niveau de la bouteille, le bouchon n'a pas changé de place, il est resté au même niveau.
2061	Estelle	Alors on parle en termes de niveau, si on essaye de parler en termes d'occupation d'espace par l'air… Qu'est-ce que vous pouvez dire ?
2062	Groupe	Il y a toujours la même quantité d'air dans la bouteille.
2063	Estelle	Voilà, on a toujours la même quantité d'air qui occupe la même place. Et comme il occupe la même place, le reste de l'espace est occupé par l'eau. Comment je fais pour faire descendre mon bouchon ?
2064	A9	Je fais descendre la bouteille.
2065	Estelle	Alors je peux descendre la bouteille, et qu'est-ce que je peux faire d'autre ?
2066	A7	Faire entrer de l'air.
2067	Estelle	Faire entrer de l'air comment ?
2068	A1	Par le dessous, par le bas.
2069	Estelle	Par le dessous avec la seringue. Est-ce qu'on peut faire autrement ?
2070	A10	La laisser un peu inclinée non ?
2071	A11	Et non là c'est de l'eau qui va rentrer. Si tu inclines, l'air s'en va et laisse la place à l'eau.
2072	Estelle	Alors effectivement, regardez, si j'incline suffisamment…
2073	A11	Et est-ce que tu peux faire un transvasement d'air sous l'eau ?
2074	Estelle	Alors je suis dans cette situation là. On a dit que pour faire redescendre le bouchon, je pouvais rajouter de l'air avec la seringue, je pouvais descendre la bouteille, je peux encore faire autre chose.
2075	A1	Ouvrir le bouchon !
2076	Estelle	Et si j'ouvre le bouchon, que se passe-t-il ?
2077	A2	L'air va rentrer.
2078	A8	Non, l'air s'en va !
2079	Estelle	Alors comment fait-on pour savoir ?
2080	A1	On le fait.
2081	Estelle	Regardez bien. (Estelle enlève le bouchon et le niveau de l'eau descend)
2082	A2	Et pourquoi est-ce que ça marche avec vous et pas avec nous ? Parce qu'on a essayé…
2083	A11	C'est la façon dont l'air est rentré. Il faut qu'il sorte par là où il est rentré. (A11 fait l'expérience) Avec le bouchon ouvert, le niveau dans la bouteille est le même que le niveau dans l'aquarium quand je fais ça.
2084	Estelle	Quand vous faites ça, j'aimerais bien que vous mettiez la main au-dessus pour que vous sentiez ce qu'il se passe. Est-ce que ça souffle ou est-ce que ça aspire ?
2085	A1	Ça souffle.
2086	Estelle	Ça souffle dans quel sens ? Quand j'enfonce la bouteille, je sens l'air qui sort. Et quand je remonte la bouteille ? Est-ce que vous avez du liquide vaisselle ? Attendez je vais en chercher. On peut faire des bulles. On prend un peu de savon puis on passe la main dessus et on fait comme une bulle de savon. Quand on appuie sur la bouteille, la bulle gonfle. Sinon on peu mettre un petit bout de papier mais c'est compliqué parce que c'est mouillé.
2087	A3	On fait l'électricité maintenant ? On a le temps ou pas ?
2088	Estelle	Oui, on fait l'électricité. On termine juste ça, on n'en a plus pour longtemps parce que je pense que vous avez ancré un certain nombre de choses. On dit que quand on soulève la bouteille, on a de l'air qui rentre ou qui sort ?
2089	A11	Si je soulève, l'air rentre.
2090	Estelle	Et quand je l'enfonce ?
2091	A11	L'air sort, on le sent.
2092	Estelle	Ok, on le sent. Donc tout à l'heure quand j'étais ici, et que j'ouvre le bouchon, qu'est-ce qu'il se

		passe ? J'ai de l'air qui rentre. Donc que de l'air rentre ou que de l'air sort, ça dépend juste de la position du bouchon, si j'ouvre, j'ai de l'air qui sort. Donc si le bouchon est sous le niveau de l'eau dans l'aquarium, quand j'ouvre la bouteille, j'ai de l'air qui sort. S'il est dessus j'ai de l'air qui rentre.
2093	A11	Mais en fait quand je fais ça, on est d'accord que l'air rentre par le goulot ?
2094	Estelle	Ah oui, oui toujours.
2095	A11	Et quand j'appuie dessus, et que je relâche, l'air ressort.
2096	Estelle	On est d'accord.
2097	A11	Mais alors là si je fais ça (A11 penche la bouteille), tu vois ?
2098	Estelle	Alors que s'est-il passé ?
2099	A11	L'air est sorti.
2100	Estelle	Il est sorti par où ?
2101	A11	Il est sorti… On n'a pas observé…
2102	Estelle	Alors qu'est-ce qu'il se passe ? C'est intéressant, regardez. (Estelle fait l'expérience) Quand je penche, le niveau de l'eau est horizontal.
2103	A11	Horizontal, mais le bouchon ouvert.
2104	Estelle	Non, non, le bouchon est fermé là. L'eau peut sortir par ici et l'air peut rentrer et dans ce cas là, quand l'air rentre… Ça va ça ?
2105	Groupe	Oui.
2106	Estelle	Bien, on continue ?
2107	Groupe	Oui !
2108	Estelle	Allez on continue. Le coup du sac. A vous !
2109	A9	On constate que le sac se gonfle quand on enfonce la bouteille sous l'eau. L'air contenu dans la bouteille, poussé par l'eau, se déplace vers le sac. Le niveau de l'eau monte dans la bouteille.
2110	Estelle	Qu'est-ce que vous en pensez ?
2111	A10	Oui, c'est ça.
2112	A12	Puisque l'air a la possibilité de monter dans le sachet, l'eau peut monter dans la bouteille.
2113	Estelle	D'accord. Donc quand j'enfonce ma bouteille maintenant, vous n'utilisez pas le mot "pousser", parce qu'on ne peut pas savoir qui pousse quoi ; donc on a de l'air ici, on n'a pas beaucoup d'air dans le sac, quand j'enfonce la bouteille, l'air qui est dans la bouteille peut se déplacer dans le sac, donc l'air de la bouteille occupe l'espace libre qui est dans le sac, et l'eau occupe l'espace libéré par l'air. Ça va ?
2114	Groupe	Oui.
2115	Estelle	Alors question maintenant. Je mets un petit bouchon. J'ai toujours ma bouteille avec mon sac. J'ai mon petit bouchon, je vais enfoncer de nouveau la bouteille donc je sais que mon sac va se gonfler, la question que je vous pose c'est "par rapport au niveau de l'eau dans l'aquarium, que va faire le bouchon quand je vais enfoncer la bouteille et le sac ?"
2116	A11	Il va monter.
2117	Estelle	Il va monter ici ?
2118	A1	Il va suivre le niveau de l'eau de la bouteille.
2119	Estelle	Oui d'accord, mais c'est quoi le niveau de la bouteille ? J'enfonce la bouteille, où se trouve le bouchon ?
2120	A6	Et bien tout au fond.
2121	Estelle	Par rapport au niveau de l'eau ici, vous me dites s'il est dessous, ici, ou ici.
2122	A11	Ça dépend de la profondeur de l'aquarium.
2123	Estelle	Là, je suis dans cette situation là.
2124	A10	L'eau ne va pas monter puisque l'air ne s'en va pas. Il va rester au même endroit.
2125	A3	Il va monter de la hauteur du remplacement de l'air par l'eau.
2126	Estelle	Alors, je réexplique. Pour le moment le bouchon est à ce niveau-ci. (Estelle montre sur l'aquarium) Quand je vais enfoncer la bouteille dans l'eau, il va se retrouver ici, ici, ou ici. Réponse 1 : qui pense ça ?
2127	Groupe	Non.
2128	Estelle	Réponse 2 : qui pense ça ? (Des personnes lèvent le main)
2129	A10	Jusqu'à ce que le sac soit plein.
2130	Estelle	Alors vous me dites "jusqu'à ce que le sac soit plein".
2131	A12	Jusqu'à saturation du sac.
2132	A8	Et ensuite il va descendre un peu.
2133	Estelle	Ok. Comment fait-on pour savoir ?
2134	Groupe	On essaye.
2135	Estelle	(Estelle fait l'expérience) Regardez, ça reste au même niveau ?

2136	Groupe	Oui.
2137	A2	Et quand le sac est plein ?
2138	Estelle	Quand le sac est plein, que prévoyez vous qu'il va se passer ?
2139	A4	Au bout d'un moment, il va descendre.
2140	Estelle	(Estelle fait l'expérience et le bouchon descend) Parce que l'air de la bouteille ne peut plus se déplacer, donc l'eau ne peut pas rentrer.
2141	A12	Oui c'est la pression…
2142	Estelle	La pression est un mot compliqué. Quand on utilise un mot dont on ne maîtrise pas le sens, on risque de dire des bêtises. Donc on n'utilise pas des mots dont on ne maîtrise pas le sens. On termine juste avec l'histoire de la bouteille là, la bouteille où vous avez fait un trou dedans. Que s'est-il passé ?
2143	A10	Ça n'a pas coulé.
2144	Estelle	Ça n'a pas coulé, d'accord. Comment expliquez-vous le phénomène ?
2145	A1	Il faut qu'il soit occupé par autre chose.
2146	Estelle	Que pensez-vous de ça ? Répétez.
2147	A1	Pour que ça puisse s'écouler, il faut qu'il y ait autre chose qui remplace dans la partie qui aurait été libérée dans la bouteille.
2148	Estelle	Et là ?
2149	A1	Et là, comme l'air ne peut pas rentrer, l'eau ne peut pas s'échapper.
2150	Estelle	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
2151	Groupe	Oui.
2152	Estelle	Vous avez fait l'expérience ?
2153	Groupe	Oui.
2154	Estelle	Montrez-moi. (Un groupe fait l'expérience)
2155	A11	Au début quand on a fait le trou, on a exercé une pression.
2156	Estelle	Et qu'avez-vous constaté ?
2157	A11	Quand on appuie sur la bouteille ça fait rentrer de l'air.
2158	A12	Mais il y a d'autres façons de faire couler, par exemple en ouvrant le bouchon.
2159	Estelle	Donc regardez, appuyez… Et quand vous relâchez qu'est-ce que ça fait ?
2160	A11	Des bulles, il y a de l'air qui rentre.
2161	Estelle	Il y a de l'eau qui est sortie et de l'air qui est rentré. Et vous m'avez dit qu'il y avait une autre façon de faire pour que l'eau coule ?
2162	A12	On ouvre le bouchon.
2163	Estelle	Et refermez (A12 referme). Quand on referme…
2164	A11	Ou alors on fait un deuxième trou.
2165	Estelle	C'est encore autre chose mais effectivement on a des jeux comme ça.
2166	A11	Moi j'ai un souvenir de Terminale, la prof avait mis une bouteille en plastique sous une cloche à vide, et au fur et à mesure qu'elle tirait l'air, la bouteille s'écrasait.
2167	Estelle	Quelle est la différence entre un liquide ou un gaz ? On a vu la différence entre un solide et un liquide. C'est quoi ? Le liquide prend la forme du récipient alors que le solide a un volume donné et ne prend pas la forme du récipient. Et le gaz ?
2168	A9	Il occupe toute la place disponible.
2169	Estelle	Ce n'est pas toujours facile d'occuper toute la place mais oui. Donc il n'a pas de forme et pas de volume propre. Donc comment faire ça si on veut le faire ? Je remplis une seringue d'eau, je chasse les bulles, je mets le doigt au bout, que se passe-t-il si j'appuie sur ma seringue avec de l'eau ? Que se passe-t-il si je tire sur ma seringue avec de l'eau ? Rien. L'eau a un volume qui reste à peu près le même. Maintenant je prends de l'air. Je peux tirer, mais si je lâche, la seringue reprend sa place de départ. Donc j'exerce une action sur mon air. Si je pousse, ou si je tire je peux changer son volume.
2170	A9	Jusqu'à une certaine limite.
2171	Estelle	Jusqu'à une certaine limite qui est liée à la force de mes bras. Tout ce qu'on a dit, on va considérer que notre air occupait un certain volume, un certain espace. Quand on plonge sous l'eau, moi j'appuie sur l'air, donc l'air occupe un peu moins d'espace. Simplement c'est très sensible, et donc on ne va pas en parler. Mais si les enfants le voient, on passe à la seringue et on dit "quand j'appuie sur la seringue, c'est comme moi quand j'appuie sur le pot, simplement je n'appuie pas fort, donc ça ne change pas grand chose".
2172	A2	Moi j'ai une petite question, on ne va pas y répondre tout de suite parce qu'il vaut mieux qu'on fasse l'électricité mais c'est juste pour ne pas que j'oublie parce que c'est dans la vie quotidienne. J'ai une cafetière à pistons ; et on dit toujours qu'une fois que le café a un peu infusé, il faut tourner, touiller. Et ensuite il faut enfoncer le piston. Mais impossible d'enfoncer le piston, je ne sais pas ce qu'il se passe.

2173	A11	Tu n'as pas des trous bouchés ?
2174	A9	Oui, une histoire de filtre ou quoi…
2175	A2	Non, il est propre mon filtre.
2176	Estelle	Apportez-la demain.
2177	A2	D'accord.
2178	Estelle	C'est bon tout ça ? Alors si on fait un petit point méthodologie, qu'a-t-on travaillé ici ?
2179	A3	On a une question, émission d'hypothèses, et représentations.
2180	Estelle	Alors on a fait des représentations mais pour les faire est-ce qu'on s'est posé la question de la forme du pot ? Non. On a fait des représentations simplifiées. Qu'est-ce qu'on a fait en termes de méthodologie ? Vous savez, ce dont on avait discuté la dernière fois... Est-ce que tout le monde a vu la même chose ?
2181	Groupe	Oui.
2182	Estelle	On a fait différentes expériences, on a utilisé différents matériels, et on a constaté qu'avec le même matériel, tout le monde trouvait la même chose, et on l'a fait plusieurs fois.
2183	A1	Sans procéder forcément de la même façon.
2184	Estelle	Alors attention, déjà on a procédé de la même façon au départ. On a constaté que quand on procédait de la même façon, on trouvait les mêmes résultats. Donc on a donné des explications et on s'est assuré que c'était reproductible et qu'on avait tous la même chose. Ensuite, on a construit une explication, par exemple, pour faire monter le bouchon, il faut enlever de l'air ; et quand on enlève de l'air, l'eau prend sa place. On a construit ça avec le petit bouchon. Ensuite, avec la demie bouteille, on a construit quelque chose qui avait un statut général, parce qu'on a dit "quand on met quelque chose on enlève quelque chose", on n'a pas précisé "avec le petit pot". On l'a dit de façon générale, donc à partir d'un exemple et on l'a utilisé dans plein d'autres situations.
2185	Estelle	On a construit le général, et on a fait le retour vers d'autres cas particuliers. On a fait un aller-retour entre "je construis quelque chose, je l'utilise et je vois si ça tient toujours la route". Vous êtes d'accord avec ça ?
2186	Groupe	Oui.
2187	Estelle	Qu'est-ce que vous m'avez dit d'autre ? Vous m'avez dit que changer la nature de récipient ne change rien. Je peux remplacer mon petit pot en verre par une bouteille coupée ou par un autre petit pot, ça ne va rien changer. Je me suis assurée que mon résultat final était robuste. Qu'est-ce que j'ai fait d'autre ?
2188	A14	On a fait un peu le point sur le vocabulaire aussi.
2189	Estelle	Oui, c'est-à dire qu'on a fait en sorte que ce que l'on disait soit communicable et compris par tous.
2190	A9	On a fait des schémas.
2191	Estelle	On a fait des schémas, effectivement, des représentations simplifiées. Et on a navigué entre ce que l'on observait et ce que l'on dessinait. On a été clair. On a extrait de ce qui nous entourait, les choses essentielles. On n'a pas commencé à colorier en bleu ici parce que l'aquarium était bleu. On pourrait réinvestir encore plus dans ce que l'on a fait. Parce que moi je pense que quand vous versez du lait...
2192	A12	Oui ça fait "flop flop flop" quand on verse parce que l'air et le liquide se télescopent.
2193	Estelle	Voilà. Et les ampoules buvables ?
2194	A11	Oui il faut casser les deux bouts.
2195	Estelle	Et pourquoi ?
2196	A11	Pour faire rentrer de l'air.
2197	Estelle	Donc vous voyez, on peut réinvestir dans des choses de la vie quotidienne. C'est comme quand vous prenez une paille, et que vous bouchez le haut de la paille… Et quand vous mangez un flamby… On peut réinvestir dans plein de choses. On peut faire le lien, et quand on est capable de faire le lien, c'est qu'on a réellement compris le phénomène. Donc on fait des aller-retours entre le général et des cas particuliers. On fait l'électricité ? On a 20 minutes, pas de panique, c'est facile. (Tout le monde range le matériel pour l'air et installe le matériel pour l'électricité.) Aller, on y va. Alors le jeu, pour la séquence, c'est dans le livre, ça va être qu'on a une tête d'ours qu'on fabriquera en classe, (Estelle montre la tête d'ours en carton avec les deux bras en aluminium) on a une petite ampoule ici (qui représente le nez de l'ours), et quand les deux pattes se touchent, ça allume le nez. Donc on va construire ça.
2198	A2	Oh je vais faire ça pour la fête des pères !
2199	Estelle	Oui, oui bien sûr. Pour Pâques on peut faire des lapins, et quand les oreilles se touchent, ça allume le nez ; pour Noël, quand le bonnet touche le paquet cadeau… Enfin, tout ce que vous voulez. Et avec les plus grands, plutôt que le nez, on peut allumer les deux yeux. Alors, de quoi a-t-on besoin ?
2200	A11	Une ampoule.

2201	Estelle	Une ampoule.
2202	A11	Du fil électrique.
2203	Estelle	Vous pensez qu'il faut du fil électrique.
2204	A10	Non ça peut être du papier aluminium.
2205	Estelle	Du papier aluminium.
2206	A9	Une pile.
2207	Estelle	Une pile. Et ?
2208	A14	Du carton.
2209	Estelle	Du carton, voilà.
2210	A11	Et une attache parisienne.
2211	Estelle	Une attache parisienne c'est même pas nécessaire en fait. Alors quand vous fabriquez vos nounours faites attention à ce que les deux pattes puissent se toucher, et ce qui est sympa, c'est qu'une fois que vous mettrez la pile, il pourra tenir tout seul. Alors on a dit qu'on avait besoin de tout ce matériel. Avec les enfants, il est possible qu'ils oublient la pile, puisqu'ils ont l'habitude d'appuyer sur un bouton. Mais il y en aura toujours deux dans le lot qui vous diront qu'il faut une pile, et les autres seront tout à fait d'accord. Alors pour faire ça, vous pouvez demander aux enfants de dessiner comment ils pensent organiser tout ça pour que ça s'allume. Vous pouvez, c'est une perte de temps. C'est-à-dire qu'ils vont vous faire n'importe quoi.
2212	A11	Donc tu leur donnes juste ça ? (A11 montre la tête de l'ours)
2213	Estelle	Non je ne leur donne pas, je leur montre, mais je ne leur montre pas derrière. Je leur montre un nounours qui marche, simplement, ils ne voient pas du tout ce qu'il y a derrière. Tout est caché.
2214	A11	D'accord.
2215	A10	Et les ampoules on les trouve où ?
2216	Estelle	On les achète chez Opitec, 2,80 € les 10 ampoules. Et il y en a de couleur, etc. Et les piles aussi, chez Opitec, 14 € les 10 piles. Bon, on s'est mis d'accord sur ce qu'on allait faire avec les enfants, et pour faire ça, on a besoin de comprendre comment allumer une ampoule, etc. Donc la première chose qu'on va faire, c'est qu'on va regarder une ampoule de plus près, et on va regarder comment elle est faite. On peut demander aux enfants de dessiner une ampoule, avant de regarder l'ampoule. Là aussi, on n'est pas déçu du voyage.
2217	A4	Donc on part là-dessus ?
2218	Estelle	Oui, notre objectif ça va être "comment fabriquer ça ?" On a un objectif de fabrication au départ. C'est un projet techno. Tout ça, c'est dans le livre. Donc on va regarder une ampoule pour se mettre d'accord sur le vocabulaire. Parce que sinon on va très vite mettre le bidule sur le truc et le machin. Donc on va regarder une petite ampoule. Je sais bien qu'aujourd'hui, les ampoules n'ont plus de filament. (Estelle distribue des ampoules) Est-ce que vous avez vu votre ampoule ?
2219	Groupe	Oui.
2220	Estelle	Regardez-la bien. Alors, on a quoi ?
2221	A1	Est-ce qu'on peut leur donner des grandes ampoules aussi ?
2222	Estelle	Oui, on peut.
2223	A1	Parce que c'est plus facile à regarder.
2224	A11	Il y a deux tiges.
2225	Estelle	Alors il y a deux tiges qui sont reliées par un filament.
2226	A11	Après il y a un globe en verre.
2227	Estelle	Oui, un globe en verre.
2228	A9	Et il y a un culot en métal.
2229	Estelle	Alors, il y a quelque chose de métallique qui est torsadé.
2230	A11	C'est une vis.
2231	Estelle	Une vis oui, un pas de vis.
2232	A12	Et il y a comme un petit cône tout au bout.
2233	Estelle	Oui, c'est de nouveau métallique. Alors on va leur faire dessiner.
2234	A11	Les deux tiges sont plantées.
2235	Estelle	Les deux tiges sont plantées, effectivement. Ce qu'on peut faire, c'est en ouvrir une. Il faut en ouvrir une pour dire où vont ces deux tiges. Et on voit qu'il y a une tige qui va jusqu'au petit bout là-bas ; vous voyez, il y a un point de soudure, et bien il y a une tige qui va au point de soudure. Regardez, vous allez voir le bout de la tige. (Tous les groupes regardent leur ampoule.)
2236	A11	Il y a une tige qui va sur la vis.
2237	Estelle	Oui, et il y a une tige qui va on ne sait où. C'est bon vous voyez ça ?

2238	Groupe	Oui.
2239	Estelle	Alors il y a des ampoules sur lesquelles on voit mieux que d'autres. Alors on va donner un peu de vocabulaire. On a le globe, les filaments ; on a une partie à vis, une partie noire et une partie pointue, il y a trois mots pour ça : plot, culot, isolant. On peut jouer avec le français là-dessus, parce que "un plot", on connaît "un plot" en sport, c'est conique, pointu. "Un isolant", le mot "isolant" vient de quel verbe ?
2240	Groupe	Isoler.
2241	Estelle	Et "isoler", ça veut dire quoi ?
2242	A4	Mettre à part.
2243	Estelle	Mettre à part, séparer. On se doute que mon isolant sépare des choses. Donc j'ai quelque chose qui sépare, c'est l'isolant, j'ai un plot et un culot. Le plot, on a dit que ça avait une forme pointue. Donc j'ai trois éléments, un élément qui sépare et un élément qui est pointu. Conclusion : le plot c'est ce qui est pointu au bout, l'isolant c'est le noir, et ce qu'il reste ici c'est le culot. Donc en jouant avec le vocabulaire, on peut aussi fixer les mots. Ça, ça ne prend pas longtemps, parce qu'on n'est pas là pour faire de l'observation d'ampoule, on est là pour se mettre d'accord sur le vocabulaire. Une fois qu'on s'est mis d'accord sur le vocabulaire, on va fournir des piles, et on va d'abord leur dire comment on fait. Alors comment fait-on ? Et bien, on fournit des dessins (Estelle fournit des dessins). On va se mettre d'accord sur les représentations. On a représenté l'ampoule, vous voyez le plot, l'isolant et le culot ?
2244	Groupe	Oui.
2245	Estelle	Et le carré en dessous, à votre avis, c'est quoi ? C'est la pile. Et que manque-t-il sur la pile ?
2246	Groupe	Des lamelles.
2247	Estelle	Voilà. Alors on va appeler ça des lames ou des bornes. Apparemment, maintenant on parle de bornes. Moi je vais utiliser le mot "lame" parce que j'aime bien. Donc j'ai deux lames, une petite et une grande. On va demander aux enfants de dessiner les lames comme ils veulent les mettre pour essayer d'allumer l'ampoule. Et donc on dessine là où on veut mettre les lames, et ensuite on fait, et si ça s'allume on met un rond vert, si ça ne s'allume pas, on met un rond rouge. Attention parce que les enfants vont dessiner les lames mais ils ne vont pas vous poser le machin comme ils l'ont dessiné. Donc là il y a tout un travail sur le jeu entre une représentation et ma pile et mon ampoule. Et pendant ce temps là, on passe dans les rangs "montre-moi ce que tu as dessiné, montre-moi comment tu fais. Ah, moi je suis désolée, je vois que sur ton dessin ta lame… que ta lame est collée sur ça, que ton autre lame est collée sur ça, et ce n'est pas ce que je vois."
2248	A14	Et est-ce que ce n'est pas mieux si on les met par deux ?
2249	Estelle	C'est par deux. Tout ça se fait par binôme.
2250	A14	D'accord.
2251	Estelle	Vous avez une pile, comment fait-on pour allumer une ampoule aux bornes d'une pile ? Allez-y. (Les groupes manipulent l'ampoule et la pile.) Vous y arrivez ?
2252	Groupe	Oui.
2253	Estelle	Il y a combien de façons de faire ?
2254	A10	Deux.
2255	Estelle	Deux façons de faire. Comment met-on ça en place, comment verbalise-t-on ? Pour allumer une ampoule…
2256	A11	Il faut qu'une lame touche le culot et l'autre le plot.
2257	Estelle	Vous êtes d'accord avec ça ?
2258	Groupe	Oui, et on a vérifié.
2259	A11	On a vérifié que si on mettait les deux sur le culot, ça ne fonctionne pas, etc.
2260	Estelle	D'accord. Donc pour allumer une ampoule, il faut que le plot touche une lame et que le culot touche l'autre lame. Alors quand les enfants font une manip qui ne marche pas, ça chauffe, en règle générale quand ça chauffe, on arrête, on débranche tout ; parce que si ça chauffe, ça veut dire qu'on a fait une mauvaise manipulation. Tout cela, ça prend du temps quand même, ça prend bien 20 ou 30 minutes en classe entière. Quand les enfants le feront en petits groupes, ça ira plus vite.
2261	A11	Donc là tu leur donnes 6 dessins ?
2262	Estelle	Oui, 5 ou 6 mais 6 c'est bien. Alors ensuite, étape suivante, on va fabriquer des fils. Alors comment fabrique-t-on un fil ? On prend du papier aluminium, on le tortille un peu, et hop, on a un fil. Tenez, je vous donne de quoi faire au moins deux fils. (Estelle distribue du papier aluminium.) Faites des petits fils, comme j'ai fait. (Les groupes fabriquent leurs fils.) C'est mieux d'entortiller n'importe comment plutôt que de plier, et il ne faut pas mettre trop d'aluminium. Vous avez vos fils ?
2263	Groupe	Oui.
2264	Estelle	Et bien là, maintenant, c'est le même topo. Donc maintenant, nouveaux dessins. (Estelle

		montre de nouveaux dessins.) Cette fois-ci on a la pile avec ses deux lames, on a l'ampoule un peu plus loin, donc comment faire pour allumer l'ampoule loin de la pile ?
2265	A11	Quand tu leur poses la question, tu leur as déjà donné les fils ?
2266	Estelle	Oui. Mais vous pouvez leur donner trois fils si vous voulez.
2267	A11	Ce n'est pas eux qui disent "il faut que tu nous donnes du fil" ?
2268	Estelle	Non, vous leur donnez les fils aluminium, et "comment faire, avec les fils, pour allumer l'ampoule ?"
2269	A5	Tu leur montres le dessin pour leur suggérer les fils ?
2270	Estelle	Non, ça ne sert à rien. Par contre, c'est toujours pareil, ils ont ça à disposition (le dessin), ils dessinent comment ils veulent faire, et ils font. Les enfants quand ils vont dessiner ça, les fils ont une épaisseur hein, et les fils qu'ils vont dessiner, ils vont les dessiner comme ça (Estelle fait un dessin au tableau), ce n'est pas 4 fils, c'est des fils avec une épaisseur. Les enfants dessinent les fils avec deux traits. Vous voyez ce que je veux dire ?
2271	A1	Oui, oui.
2272	Estelle	Donc on pourra se mettre d'accord par la suite sur le fait qu'on dessine un fil par un trait, mais ne vous étonnez pas si vous avez deux traits. Alors vous avez essayé ?
2273	Groupe	Oui.
2274	Estelle	Et alors comment fait-on ? Déjà il faut être à deux.
2275	A8	Il faut mettre un fil sur chaque lame et un fil sur un plot et un fil sur le culot.
2276	Estelle	Alors pour allumer une ampoule loin de la pile, qu'est-ce que vous faites ?
2277	A10	Un fil touche le culot et un autre touche le plot.
2278	Estelle	Alors est-ce qu'un fil touche le culot et un fil touche le plot ?
2279	Groupe	Oui.
2280	Estelle	Ce n'est pas suffisant.
2281	A7	Et à l'autre extrémité, ils sont reliés chacun à une lame.
2282	Estelle	D'accord. Donc il faut relier un fil entre une lame et le plot, et l'autre fil entre l'autre lame et le culot.
2283	A11	Ou on peut prendre qu'un seul fil, on a essayé.
2284	Estelle	Oui, mais on veut allumer loin de la pile.
2285	A12	Mais moi j'ai pris un fil, j'ai entortillé le culot, après j'ai touché le plot au bout, et après j'ai rattaché avec un seul fil.
2286	Estelle	Oui. Alors comment faire pour allumer ? Un fil relie une lame au plot, et l'autre fil relie l'autre lame au culot, et on peut faire les deux dessins.
2287	A11	Et pourquoi on ne se brûle pas ? Ils n'ont pas peur de tenir les fils ?
2288	Estelle	Alors évidemment, règle élémentaire de sécurité, tout ce qu'on fait à l'école, on le fait avec une pile, il est hors de question de faire la même chose autrement qu'avec une pile à la maison. Mais si on joue à la maison, on peut le faire avec une pile mais avec rien d'autre. Une pile de 4,5V, pas les 9V. Il faut savoir que certains profs de collège, ça les fait hurler, parce qu'effectivement on est en train de toucher un conducteur. On va traiter le problème après. mais là déjà de toutes façons, il n'y a pas de problème. Donc on a allumé notre ampoule, est-ce que c'est pratique ?
2289	Groupe	Non.
2290	Estelle	Ce n'est pas pratique. Alors comme ce n'est pas pratique, seulement maintenant, je vais fournir quelque chose ; on a vu qu'il fallait à chaque fois toucher le plot et le culot. Alors je vous fournis…
2291	A10	Des pinces crocodiles.
2292	Estelle	Non, toujours pas de pinces crocodiles. Je vous fournis ces petites choses (Estelle distribue), vous savez comment ça s'appelle ?
2293	Groupe	Non.
2294	Estelle	Ça s'appelle une douille. Alors faites attention avec les enfants parce que l'ampoule et la douille, ça devient très facilement "la poule" et "l'andouille". Bon, alors qu'est-ce qu'on peut faire avec ça ? Déjà on va le regarder ce machin. On regarde l'intérieur, que voit-on à l'intérieur ? (Les groupes observent.)
2295	A11	On voit un truc de la même couleur que l'isolant.
2296	Estelle	Oui. Alors on voit un petit machin brillant. Vous le voyez ?
2297	Groupe	Oui.
2298	A12	Juste au milieu comme le plot.
2299	Estelle	Voilà.
2300	A11	Et on voit un truc noir comme l'isolant.
2301	Estelle	Voilà.

2302	A11	Et ça fait comme une vis.
2303	Estelle	Voilà. Il y a deux pattes. Vous voyez les deux pattes ?
2304	Groupe	Oui.
2305	Estelle	Alors il y en a une qui a l'air d'être liée au plot, une qui a l'air d'être liée au culot, et entre les deux il y a un machin noir comme ce qu'il y avait dans mon ampoule. Alors on peut supposer qu'il y a une patte qui est reliée au plot, et l'autre patte qui est reliée au culot. On a juste dit ça, on a juste regardé et maintenant, on visse. Donc comment fait-on, encore une fois pour allumer ? Regardez la technique, il faut montrer aux enfants, c'est pour cela qu'il faut des petits fils. Je n'ai pas pris n'importe quelle douille, j'ai pris des douilles avec des petits trous, ce sont les moins chères, et comme ça je peux enfiler le fil dans le petit trou.
2306	A2	Ce n'est pas plus pratique, au lieu de prendre du papier aluminium, de prendre du fil de fer ? Parce qu'au moins on peut le tordre.
2307	Estelle	Oui mais non. (Estelle fait la manipulation en reliant les fils dans les trous de la douille et à la pile et l'ampoule s'allume.) Donc qu'est-ce que j'ai fait ? J'ai relié, c'était le plot, maintenant c'est une patte, c'était le culot, maintenant c'est l'autre patte. Vous l'avez fait ça ? Allez-y, je veux voir toutes les ampoules allumées comme ça. (Les groupes manipulent.)
2308	A5	Il passe dans le trou l'aluminium ?
2309	Estelle	Oui, on le passe dans le trou. Il faut bien visser l'ampoule. Ça y est c'est bon ? Ça tient tout seul ?
2310	A7	Presque.
2311	Estelle	Presque ? Essayez de faire en sorte que ça tienne tout seul. C'est bon, ça tient tout seul pour tout le monde ?
2312	Groupe	Oui.
2313	Estelle	Vous voyez, là il y a de la motricité. Si je relie directement, sans passer par l'ampoule, une lame à l'autre lame, ça chauffe. Maintenant, le défi suivant. On a l'ampoule qui brille, comment faire pour éteindre l'ampoule sans toucher à la pile, et sans toucher à l'ampoule ?
2314	A7	Il faut couper.
2315	Estelle	Vous pensez qu'on coupe un fil ? Comment fait-on pour savoir ? On essaye. Vous voyez pourquoi je ne mets pas de pince crocodile, vous voyez pourquoi je prends des fils d'aluminium ? Parce que la question suivante, c'est celle-là : comment faire pour éteindre l'ampoule sans toucher à l'ampoule ou à la douille et sans toucher à la pile au niveau des lames ? Donc vous me dites qu'on coupe un fil. Allez, faites-le. (Les groupes coupent un fil d'aluminium avec des ciseaux, et l'ampoule s'éteint.) Comment faire pour rallumer l'ampoule ?
2316	A11	Refaire le fil.
2317	Estelle	On reconnecte les deux fils, les deux bouts ?
2318	Groupe	Oui.
2319	Estelle	Ça marche ?
2320	A11	Oui.
2321	Estelle	Alors éteignez, allumez, éteignez, allumez. Quand j'ai l'ampoule qui s'allume, je pars d'une lame et je peux faire un circuit, une boucle complète pour aller à l'autre lame. Et puis quand je coupe la boucle, que se passe-t-il ?
2322	A11	L'ampoule s'éteint.
2323	Estelle	L'ampoule s'éteint. Et quand je referme la boucle ?
2324	A14	Ça s'allume.
2325	Estelle	Ça s'allume. Alors soit vous introduisez le vocabulaire, pour moi personnellement ce n'est pas nécessaire au cycle 2, quand on dit qu'on a une boucle complète, on dit que le circuit est fermé, quand on a une boucle qui est ouverte, on dit que le circuit est ouvert. Et là, l'air de rien que vient-on de faire ?
2326	Groupe	Un interrupteur.
2327	Estelle	Un interrupteur, d'accord. A partir de là, on a quasiment tout ce qu'il faut pour faire le nez de l'ours. Mais on va rajouter un truc : j'ai fermé la boucle juste avec l'aluminium, est-ce que je pourrais fermer la boucle avec autre chose ?
2328	A9	Oui.
2329	Estelle	Oui ? Alors on va essayer plein de choses : les boucles d'oreilles, la paire de ciseaux, tout ce que l'on veut. Donc je ferme la boucle avec une boucle d'oreille, est-ce que ça marche ? (A12 essaye) Oui, ça marche.
2330	A11	Et si on se met nous, est-ce que ça marche ?
2331	Estelle	Et bien essayez ! Si vous remplacez la boucle d'oreille par vous, est-ce que ça marche ?
2332	A11	Non.
2333	Estelle	Donc on conclut quoi là, pour le moment ? On conclut qu'on est des isolants. Pour le moment,

		on n'est pas conducteur. On verra ça demain. Donc on va mettre plein de choses dedans, on va constater qu'il y a des choses qui permettent à l'ampoule de s'allumer, et il y a des choses qui ne lui permettent pas. Un bouchon par exemple, ça ne marche pas. Vous avez des règles métalliques qui ne marchent pas parce qu'elles sont recouvertes d'un vernis.
2334	A12	J'en ai une ! (A12 essaye avec la règle.)
2335	Estelle	Donc on va essayer plein de choses, on a la paire de ciseaux, avec le bout en plastique et le bout métallique, suivant l'endroit où on la met ça passe ou ça ne passe pas. Alors, avec votre règle métallique ça ne marche pas. (A14 donne une autre règle métallique mais carrée.)
2336	A11	Ah ça marche avec celle-ci ! Mais c'est parce qu'elle est carrée. Donc quelqu'un aurait-il une autre règle plate mais qui marche ?
2337	Estelle	Bien ! Effectivement, si vous avez une règle plate qui marche, ce n'est pas la forme, sinon vous êtes embêtés, parce que les enfants peuvent dire ça. Alors on peut gratter un peu la règle, pour enlever le vernis, et dans ce cas là, ça fonctionnerait. A partir de là, on a des choses qui permettent à la lampe de s'allumer, et des choses qui ne permettent pas à la lampe de s'allumer. Les choses qui permettent à la lampe de s'allumer, on appelle ça des conducteurs, et les choses qui ne permettent pas à la lampe de s'allumer, on appelle ça des isolants. On va essayer avec du scotch. On essaye de mettre du scotch entre les deux, et ça ne marche pas. Donc le scotch est un isolant. Une fois qu'on a fait tout cela, avec tout cela, on a les moyens de construire notre nounours. Donc on fournit le dessin du nounours, on a la pile, l'ampoule, et comment va-t-on connecter tout cela pour que ça s'allume ? Alors je vous propose d'y réfléchir ce soir, vous faites vos dessins ce soir, et demain on essaye.
2338	A3	Moi je n'ai pas bien compris.
2339	Estelle	Je vous explique ce qu'il faut faire.
2340	A11	Et on n'a pas le droit de rajouter autre chose que ça ?
2341	Estelle	Non. On a les fils d'aluminium, etc.
2342	A3	Alors je n'ai pas compris, excuse-moi Estelle…
2343	Estelle	Il n'y a pas de souci, c'est normal, ça va vite ! (Estelle dessine au tableau.) Voilà, vous avez votre ampoule, votre pile, l'aluminium ici ; je voudrais que vous me dessiniez comment vous mettez les fils, comment vous connectez tous ces machins ensemble, pour que quand les pattes se touchent, le nez s'allume, et que quand les pattes s'ouvrent, le nez ne s'allume pas. Donc je vous propose de faire ces dessins là pour demain. Demain vous regarderez les dessins des uns et des autres dans vos petits groupes, vous allez essayer et puis on va terminer là-dessus. L'électricité, ça se fait vraiment par jeu de questions-réponses, progressivement, parce qu'il faut installer les choses progressivement avec les enfants. Comme pour l'air, il y a un ordre, les questions que j'ai posées étaient dans un ordre précis pour faciliter l'apprentissage. Et tout ça, c'est dans le livre. C'est bon ? On se retrouve demain. (Estelle donne les consignes pour ranger la salle, tout le monde range et s'en va.)
2344	Vidéo M2U012 40 du 30 mars.	
2345		
2346	A1 2'35	On le fait notre montage ?
2347	E	Alors avant de faire la montage. Vous avez fait un dessin chacun.
2348	Tous	Oui.
2349	A1	On les met là au milieu.
2350	E	Mais j'aimerais bien que vous regardiez les dessins des uns et des autres pour voir déjà si vous avez fait les mêmes dessins. Et ceux qui n'ont pas fait les dessins ils en font un. Alors regardez vos dessins. Est ce que vous avez fait la même chose ? Est ce que vous avez prévu le même montage ?
2351	A2	On n'a pas les mêmes.
2352	E	Ah vous n'avez pas les mêmes. Et bien, discutez-en ensemble si vous n'avez pas les mêmes dessins pour vous mettre d'accord éventuellement.
2353	3'34 à 11'15	*Discussion entre groupe pour comparer les dessins et essayer les ours.*
2354	Groupe 2	
2355	A4	Il est tout petit le mien.
2356	A5	Alors fais voir ton dessin. Moi j'ai fait toucher les bras, toucher la pile et toucher l'ampoule.
2357	A6	Nous on n'avait coupé qu'un seul fil. Il y a un fil qui est rattaché directement à la pile. T'as pas fait le fil qui est rattaché entre l'ampoule et la pile.

2358	A5	Si si les deux il faut qu'ils touchent les deux bras parce que sinon tu ne fermes pas le circuit.
2359	A6	Hier on avait coupé qu'un fil, donc il y a un fil qui n'allait pas au bras. Qui allait directement de l'ampoule à la pile.
2360	A5	Parce que si tes deux fils touchent les deux bras ça va s'allumer tout le temps t'as pas besoin de les faire toucher à mon idée.
2361	A4	Ah ben oui ça s'allume tout le temps forcément.
2362	A5	Donc il y a un fil qui va directement de l'ampoule à la pile. Tu ne te souviens pas ? Elle a coupé un seul fil.
2363	A4	Il faut que le circuit soit ouvert.
2364	E	Exactement.
2365	A6	Mais comment est ce possible ?
2366	E	Là le circuit il est fermé avant. Comment on le ferme le circuit ?
2367	A5	En touchant les mains.
2368	E	Voilà.
2369	Groupe 3	
2370	A7	Je l'ai fait hier soir mais je ne pense pas que ça marche.
2371	A8	Comment ça tu ne penses pas que ça marche ?
2372	A7	Bon j'attends que vous ayez fait votre dessin pour en discuter.
2373	A1	Mais du coup quand tu fermes ça te fait des fils en trop. Tu ne peux pas faire des économies de fil ?
2374	A7	Ah ouais c'est vrai.
2375	A8	Il faut que tu le fasses en circuit ouvert.
2376	A7	Et oui moi ça ne marche pas parce que c'est toujours fermé.
2377	A9	Donc il faut pas le faire direct à la pile.
2378	A8	On n'a pas fait pile-nez.
2379	A7	On peut le faire à une patte.
2380	A8	Peut être qu'on peut laisser une patte sans fil.
2381	A7	Et non parce que c'est quand les pattes se touchent pour que ça s'allume.
2382	A8	Ah voilà j'ai réussi ! Il faut faire une borne, le nez, le nez, une patte et la borne, l'autre patte. Et quand tu fermes ça marche.
2383	Groupe 4	
2384	A10	Alors il faut faire un circuit fermé.
2385	A11	Les bras c'est l'interrupteur.
2386	A9	En fait il faut un fil à l'ampoule et un fil à la pile.
2387	A12	Ça va pas là il y a une interruption.
2388	A10	Oui mais quand tu fermes les bras ça fait l'interrupteur.
2389	Groupe 5	
2390	A1	Bon déjà on a pas les mêmes.
2391	A2	Déjà là moi je ne suis pas d'accord parce que si tu enlèves ça t'es dans ce qu'on a fait hier et que ça ne marchait pas.
2392	A3	Mais l'interrupteur il est où ?
2393	A2	L'interrupteur c'est les mains.
2394	A1	Alors directement d'une main on va sur la pile, de l'autre borne on va directement à la main.
2395	A2	Moi l'ampoule je l'ai mise …les deux sur une main.
2396	E	Alors s'il vous plait. Alors on regarde ce que font les collègues, elles sont en train de finaliser leur nounours. Et voilà le nez s'allume ! Alors vous avez vu que par rapport à hier, j'ai changé les fils.
2397	Tous	Oui.
2398	E	Je ne vous ai pas donné des fils d'aluminium mais des fils pinces croco.
2399	A8	Pour le jardin des sciences on utilise des fils...
2400	E	Pour le jardin des sciences vous utiliserez les deux. Simplement avec les enfants ça m'étonnerait que vous alliez jusqu'au bout de l'ours. En tout cas j'aimerais faire un premier bilan de ce qu'il s'est passé là. Est ce que vous aviez des dessins identiques ?
2401	Tous	Non.
2402	E	Non vous n'aviez pas des dessins identiques.
2403	A6	Moi je me souvenais hier qu'il fallait couper un fil. Donc je suis parti de là et je savais qu'il

		fallait relier l'ampoule à la pile avec le fil qui n'était pas coupé et avec l'autre il fallait faire un circuit fermé.
2404	A5	Moi je me suis dit que les pattes allaient faire interrupteur
2405	E	Donc vous avez fait le lien entre les deux bouts d'aluminium qu'on rapprochait de l'ampoule et les pattes. Simplement, le dessin tel que je vous l'ai proposé, et bien les deux bouts de l'interrupteur étaient loin l'un de l'autre.
2406	A5 14'	Oui.
2407	E	Et la position des différents éléments sur le dessin ce n'était pas simple. Et il me semble qu'il y en a qui ont fait des choses comme ça (dessin au tableau). Et il y a un autre dessin qui apparaît souvent, c'est celui là. Sauf que là c'est allumé quand les pattes ne se touchent pas et quand les pattes se touchent ça fait un cours circuit.
2408	A1	Moi ça me gênait cette histoire.
2409	E	C'était voulu pour vous. C'était pour vous montrer une chose. Le choix de représentation qu'on donne peut faciliter ou pas la tâche de l'élève. A savoir que dans ce groupe j'y suis arrivé. J'ai dessiné non plus mon ours, mais j'ai dessiné mon ampoule, ma pile et les pattes du nounours je les ai mises ici. Je les ai mises côte à côte les pattes. Donc j'ai extrait mon bout de carton.
2410	A2	Moi ça m'a plus parlé.
2411	E	C'était beaucoup plus facile de voir la boucle dessinée. Alors, j'ai quelque chose à tirer de tout ça. C'est que ici on est très proche d'un dessin. On a représenté le nounours et tout ça. En respectant les positions sur le nounours on n'y voit pas forcément clair. Donc parfois il est plus aisé de s'extraire de la réalité. De dire de quoi j'ai besoin et qu'est-ce que je sais. Je sais que je veux les pattes de nounours comme interrupteur donc je vais rapprocher les pattes de mon nounours. J'ai quoi comme autre élément ? J'ai une ampoule et j'ai une pile. Et avec tout ça qu'est-ce que je dois faire ? Un circuit qui va faire une boucle. Et donc je dois faire une boucle qui est fermée quand les deux pattes se touchent. Et hop c'est parti. On a construit la notion de boucle, on la ré-exploite ici pour faire notre circuit. Et en extrayant le nounours de tout ça c'est facile.
2412	17'	Si on veut rester avec les dessins effectivement si on avait un lapin avec les oreilles qui se touchent, ben c'est plus simple. Mais n'empêche que les trois éléments ne sont pas encore dans le... C'est pas encore très simple. Donc ça peut être intéressant avec les enfants au choix, de les laisser se dépatouiller mais vous savez ce qu'il va se passer, vous l'avez vu vous même ou alors on se met d'accord sur un dessin et ensuite on travaille à partir de ce dessin. Je vous ai donné combien de fils ?
2413	Tous	Quatre.
2414	E	Voilà. On peut aussi demander aux enfants d'aller chercher le matériel dont ils ont besoin ou on peut leur mettre à disposition du matériel qui éventuellement ne sert pas.
2415	A1	On peut regarder aussi... J'ai du partir d'une mauvaise intuition.
2416	E	Alors on va regarder ce dessin. Je vais faire en vert son dessin.
2417	A1	J'avais mis un fil en plus.
2418	E	Alors la collègue a mis un fil ici, à la patte, ensuite un fil ici...
2419	A1	Mais sur ton schéma ça a l'air de fonctionner. Je suis partie d'une intuition...
2420	E	Regardez ce que vous avez fait. Ça c'est la patte et de l'autre coté j'ai l'autre patte. Donc quand je relie les deux pattes qu'est ce qu'il se passe ? Tu fais un court circuit et mon ampoule...
2421	A1	Oui mais si on fait mon schéma avec les deux pattes côte à côte on la ferme la boucle.
2422	E	Non tu m'as fait ça. Donc effectivement tu la fermes la boucle, mais tu la fermes sans passer par l'ampoule.
2423	A1	D'accord. Mais alors moi je pensais que, comme ça, c'est un conducteur, ça allait passer.
2424	A7	Ça allait circuler.
2425	E	Ah ! Mais la boucle elle est entre quoi et quoi ?
2426	A5	Entre la lame et...
2427	E 20'	Entre une lame et l'autre lame.
2428	A1	D'accord pas sur la même
2429	E	Et pas sur la même lame.
2430	A1	D'accord.
2431	A3	Donc elle a fait deux boucles.
2432	E	Donc elle a fait deux boucles oui mais elle a fait une boucle qui ne passe pas par l'ampoule, ça c'est ce qu'on appelle un court-circuit, et puis elle a fait une boucle, mais c'est pas vraiment une boucle parce que la boucle est d'une lame à une autre lame. Et là ça fait un rond mais sans arriver sur l'autre lame.

2433	A1	Là l'idée c'est que l'électricité c'était comme l'eau ça se...
2434	E	Ben pourquoi pas mais ce qu'il faut... Enfin vous vous faites l'image mentale que vous souhaitez mais simplement la boucle ça part d'une lame et en bouclant ça arrive sur l'autre lame. Là je boucle et je reviens sur la même lame. Donc si je reviens sur la même lame ça ne marche pas.
2435	A8	J'ai un question qui ne va pas te plaire.
2436	E	Non non !
2437	A8	C'est le pourquoi. Pourquoi ça fait court-circuit ?
2438	E	D'accord alors là on arrive sur autre chose. Alors ce qu'on appelle un court circuit... Bon on fait des boucles. On a constaté que pour qu'il se passe quelque chose il faut que la boucle parte d'une lame et arrive à une autre lame. Vous êtes d'accord ? Là quand je fais ce qu'on appelle un court-circuit, c'est à dire quand je relie directement une lame à l'autre il se passe effectivement quelque chose. Ça chauffe donc il se passe bien quelque chose. Simplement le quelque chose on le maîtrise ou pas. Si on veut allumer une ampoule et bien ce qu'on va faire... Il y a quelque chose qui circule là dedans, c'est ce qu'on va appeler la courant. Et la quantité de courant qui passe est liée aux éléments qu'on met dans le circuit. Si je mets une petite ampoule, ma petite ampoule par sa simple présence va imposer qu'une certaine quantité de courant passe partout. Et c'est la même partout dans le circuit. Il n'y a pas du courant qui arrive à l'ampoule, qui s'use, et puis ensuite il y en a moins. Non le courant il y en a partout autant dans le circuit. Simplement il y a une quantité d'énergie qui est utilisée par le conducteur qui se met à briller.
2439	23'	Le conducteur pardon, votre composant, votre ampoule. / rupture vidéo 20 minutes, électricité)
2440	E	Alors comme je vous sens d'humeur joueuse, regardez ce que j'ai mis par là bas. Je vous ai mis des tas comme ça, des petits tas. Donc chaque groupe, vous allez prendre un petit tas. Il y en a d'autres, des tas, vous allez en prendre un seulement. Attendez, attendez, je vous dis tout. Vous allez prendre un tas. Ensuite ici vous avez des rangées avec des roues de la même couleur grandes et des roues de la même couleur petites. Vous allez en prendre 4 de la même couleur petites et 4 de la même couleur grandes. Et puis ensuite ici vous avez des roues de grande taille, vous allez en prendre deux de la même couleur pour tous. Ca va ? Allez-y. Il n'y a besoin que d'une personne par groupe pour se déplacer. Allez, deux.
2441	1'30 à 2'30	*Mise en place du matériel.*
2442	E	Alors, ce que je vous propose dans un premier temps… On va se donner 50 minutes en tout sur les engrenages. Alors je vous donne 10 minutes pour faire ce que vous voulez avec le matériel à votre disposition.
2443	A3	5 minutes ça suffit.
2444	E	Allez 5 minutes !
2445	3'10 à 9'20	*Essai du matériel et discussions diverses.*
2446	E	Alors vous allez regarder un peu ce que vous avez fait les uns et les autres. Alors au début je pense que vous avez commencé par mettre deux trois trucs ensemble, pour essayer de voir comment ça marchait. Une fois que chacun avait fait son truc à soi, l'idée d'après c'était, est-ce qu'on pourrait en mettre autant qu'on peut. Et puis, ah ben il y a des trous dessus donc je vais en empiler pour voir.
2447	10' à 11'16	*Discussion remplacement.*
2448	E	Alors, qu'est ce qu'on a vu ? On a vu qu'on pouvait faire tourner des roues et quand on en faisait tourner une, qu'est-ce qu'il se passait ?
2449	A5	Les autres tournaient.
2450	E	Donc une roue peut en entraîner une autre. Quand une roue entraîne une autre roue, on va parler d'un engrenage. Et puis nos roues sont un peu particulières. Elles ressemblent à des fleurs comme disent les enfants, on parle de roues dentées. Et quand on met les roues les unes suffisamment à coté des autres et bien qu'est-ce qu'il se passe ?
2451	A1	Les roues tournent ensemble.
2452	E	Une roue peut en entraîner une autre. Et quand une roue en entraîne un autre, on a un engrenage.
2453	A2	Il faut bien qu'elles soient euh…
2454	E	Voilà alors vous avez remarqué hein que si elles étaient trop loin ça ne marche pas et si elles étaient trop près…
2455	A9	Ca ne marche pas non plus.
2456	E	Vous avez constaté ça ? Tout le monde l'a constaté ?

2457	Tous	Oui.
2458	E	Donc il faut mettre les deux roues à une certaine distance pour que l'une entraîne l'autre et que ça se passe bien. Qu'est ce que vous avez constaté d'autre ?
2459	A6	Que deux roues qui se touchent allaient dans le sens inverse.
2460	A4	Oui elles ne tournaient pas dans le même sens.
2461	E	Tout le monde l'a constaté ?
2462	A7	Oui.
2463	E	Alors est-ce que tout le monde a constaté que quand une roue tourne dans un sens, l'autre tourne dans l'autre sens ?
2464	A4	C'est une sur deux en fait.
2465	E	Vous avez constaté que c'était une sur deux ?
2466	A1	La première et la dernière tournent dans le même sens.
2467	A4	La suivante tourne toujours dans l'ordre opposé de la première.
2468	E	Alors c'est pas une sur deux ?
2469	A5	Ben une sur deux ça voudrait dire que là ça tourne dans un sens…
2470	A9	Une sur deux tourne à droite.
2471	A4	Ben chaque fois sa copine elle tourne dans le…
2472	A5	Oui ben c'est pas ça une sur deux. Une sur deux ça voudrait dire que la première tourne comme ça, la deuxième elle tourne comme ça et la deuxième dans l'autre sens.
2473	A9	Oui ben c'est ça.
2474	E	Bon alors si on n'est pas d'accord sur l'expression on va en utiliser une autre. Alors si j'en ai une qui tourne comme ça…
2475	A9 15'	La suivante dans l'autre sens.
2476	E	Tout le monde a constaté ça ?
2477	Tous	Oui.
2478	A9	Et ça recommence.
2479	A1	Si tu met un nombre pair, tu vas avoir la première et la dernière qui vont avoir le même… non ?
2480	A4	Non mais la trois elle tourne comme la première, la quatre comme la deux.
2481	A5	Ah c'est ça une sur deux ! Ok d'accord.
2482	A1	Ben non parce que regarde là t'as un nombre impair.
2483	A4	Peu importe, la règle est toujours la même, un coup l'un un coup l'autre, une sur deux.
2484	A1	Oui oui d'accord. Mais c'était pour si tu veux que ça tourne dans le même sens à la fin…
2485	E	Alors ce que vous êtes en train de me dire c'est quelque chose de… Vous êtes en train de me dire que si vous voulez que ça tourne dans le même sens à la fin il faut combien de roues ?
2486	A1	Un nombre impair.
2487	E	Alors c'est vrai ça ?
2488	A4	Et oui parce qu'il faut que la dernière tourne comme la première donc forcément c'est un nombre impair.
2489	E	Alors là on a supposé que c'était celle-ci qui était la un. Donc on va lui mettre un numéro ou un signe, on va appeler ça une roue menante. C'est celle qui entraîne les autres. Donc avec un nombre impair de roues...
2490	A4	On retombe sur le même sens.
2491	A1	Euh par contre t'as dis ça tourne comme ça, ça tourne comme ça mais t'as pas employé de termes. Dans le sens des aiguilles d'une montre…
2492	A9	Vers la droite, vers la gauche…
2493	E	Alors vers la droite, vers la gauche ?
2494	A5	Non vers le haut ou vers le bas.
2495	A9	Bon alors dans le sens des aiguilles d'une montre encore moins.
2496	A5	Ou alors vers la porte et vers la fenêtre.
2497	E	Donc si vous voulez faire très simple et qu'ils ne connaissent pas la gauche, la droite, le sens des aiguilles d'une montre… quand on fait ça on aligne toutes les roues comme la tableau et puis c'est…
2498	A6	Coté fenêtre ou coté porte.
2499	E	Ceci dit rien n'empêche de faire un petit travail en salle de motricité où on les fait tous tourner dans un sens et on les fait tous tourner dans l'autre sens. Donc on a deux façons de tourner. Et comment on va se repérer par rapport à ça ? Effectivement on peut regarder l'aiguille d'une montre et on tourne comme dans l'aiguille d'une montre. Et si vous avez des horloges dans la classe c'est parfait. Est ce que vous avez tous constaté ça ?

2500	A3	Oui.
2501	E	Vous avez constaté ça avec combien de roues ?
2502	A6	5.
2503	A3	10.
2504	E	La dixième roue était comment par rapport à la première ?
2505	A3	A l'inverse.
2506	E	Vous êtes sûre ?
2507	A3 18'	Oui.
2508	E	D'accord. Donc nombre impair de roues on est dans le même sens. Ca va ça ? Est-ce que vous avez constaté d'autres choses ?
2509	A2	Pendant que la grande roue fait un tour, la petite en fait plus.
2510	A4	C'est normal elle a des petites jambes alors il faut qu'elle…
2511	E	Vous avez constaté ça ?
2512	Tous	Oui.
2513	A1	Elles tournent plus vite que les grandes.
2514	E	Alors comment on fait pour regarder ça ?
2515	A1	On met un repère.
2516	A3	Un petite gommette.
2517	E	On peut mettre un repère et puis est ce qu'on va mettre toutes ces roues ?
2518	Tous	Non on en met que deux.
2519	E	On peu n'en mettre que deux. On va mettre lesquelles pour bien voir ?
2520	A5	La très grande et la plus petite. Bon j'ai oublié les gommettes mais c'est pas grave je vais mettre un petit bout de scotch.
2521	A3	Attends j'en ai !
2522	E	Alors on met une gommette sur quoi ?
2523	A4	Sur les deux.
2524	E	Alors, quelle est la question que vous vous posez ?
2525	A2	Combien de tour fait la petite pendant que la grande en fait un ?
2526	E	Il me semblait que ce n'était pas tout à fait ça la question.
2527	A1	Non la première c'était est-ce que la petite tourne plus vite que la grande ?
2528	E	Donc comment on fait pour savoir ça ? Qu'est ce qu'on va faire ? Vous m'avez demandé des gommettes.
2529	A1	Oui on va repérer des dents sur chacune des roues. Alors là par contre pour l'avoir fait, je pense qu'il faut faire un repère sur la socle.
2530	E	Ah ! Pour compter les tours.
2531	A1	Voilà pour compter les tours, on met une gommette et on fait un repère sur le socle.
2532	E	Vous voulez une gommette supplémentaire pour faire un repère sur la socle ?
2533	A5	Non nous c'est bon on était parti du même endroit.
2534	A6	Oui mais avec les enfants c'est ce qu'il faudrait faire.
2535	E 22'	Donc on fait un repère sur le socle effectivement. On fait un repère sur une dent de l'un et sur une dent de l'autre. On met deux repères sur les socles aux endroits des deux départs.
2536	A1	Qui ne sont pas obligés d'être collés.
2537	E	Oui qui ne sont pas obligés d'être côte à côte. Et puis ensuite qu'est ce qu'on fait ?
2538	A9	On se met à tourner une roue.
2539	E	Alors on se met d'accord, il y en a un qui surveille la grande roue et un autre qui surveille la petite roue. Il y en a un qui fait un tour avec la grande roue et l'autre compte le nombre de tours sur la petite. Il faut se mettre d'accord.
2540	A1	Ou alors on regarde quand la petite a fait un tour et on voit que la grande n'a pas fait de tour.
2541	E	Oui mais il faut se mettre d'accord.
2542	A6	Mais il faut un chronomètre !
2543	A4	Non.
2544	E	Est-ce qu'il y a besoin d'un chronomètre ?
2545	A9	Non, en un tour de grande, combien la petite fait de tours.
2546	E	Oui on peut voir ça mais déjà la première question qu'on se pose c'est si la petite roue en fait plus, autant ou moins. Alors allez-y.
2547	23'10 à 24'17	*Essai en groupes.*
2548	E	Alors, qu'est ce que vous avez constaté ? On arrête tout le monde. Racontez ce que vous avez

		fait.
2549	A6	Quand la grande roue fait un tour, la petite fait deux tours et un tiers.
2550	E	Donc la petite est-ce qu'elle fait plus de tours que la grande ?
2551	Tous	Oui.
2552	E	Oui alors les autres collègues ?
2553	A2	Pareil.
2554	E	Donc on a l'impression que quand la grande roue… Enfin on a pas l'impression, on a constaté que quand la grande roue fait un tour la petite roue en fait plus. Est-ce que c'est juste avec cette petite roue ? Est-ce que vous pensez qu'avec l'autre roue…
2555	A6	Ben on va essayer !
2556	A5	Nous on avait mis trois…
2557	E	Vous aviez mis trois et ça marche aussi ?
2558	A5	La grande elle fait un tour, la moyenne elle fait un tour un quart et la petite faisait deux tours.
2559	E	A peu près parce que j'ai l'impression que vous n'avez pas les mêmes valeurs.
2560	A2	Nous on n'a pas précisé.
2561	E	Ah j'entends quelque chose là !
2562	A1	Combien de dents sont passées en plus et on fait…
2563	E	Ah vous pensez que c'est une histoire de dents ?
2564	A1	Oui.
2565	E	C'est-à-dire ?
2566	A6	Un pour un.
2567	E	Un pour un ? C'est-à-dire que quand une dent passe sur une roue…
2568	A6	Un peu plus que deux tours.
2569	E	Est-ce que c'est valable avec la très grande roue et la moyenne roue ? Est-ce que c'est valable avec la moyenne roue et la petite roue ? Il faudrait vérifier peut être. Alors essayez.
2570	26'20 à 27'	*Chaque groupe compte les tours.*
2571	E	Alors est ce qu'à chaque fois… Vous avez fait avec les autres roues ?
2572	A3	Non.
2573	E	Alors allez-y. Donc ce qu'on regarde c'est si à chaque fois, quand la plus grande fait un tour est ce que la petite en fait plus ?
2574	A1	Oui à chaque fois.
2575	E	Alors comment vous faites ? Vous faites un tour avec l'une puis vous regardez combien de fois elle a fait de tours et vous comptez combien de dents elle a fait en plus. Vous constatez ça aussi ?
2576	A5	Oui.
2577	E	Tout le monde a constaté ça ? Donc quand on a deux roues dentées de tailles différentes, qu'est-ce qu'on peut dire ?
2578	A8	Que la petite fait plus de tours que la plus grande.
2579	A2	Qu'elles ne tournent pas à la même vitesse.
2580	E	On pourrait le dire mais on est embêté sur la vitesse.
2581	A1	Non, quand la grand roue fait un tour, la petite roue fait plus de deux tours.
2582	E	Est-ce que c'est vrai ça ?
2583	A4	Fait plus de tours. Ca dépend de la petite.
2584	E	Ca dépend donc des roues que vous avez fait. Alors on ne peut pas dire plus de deux tours.
2585	A4	Plus de tours !
2586	E	Donc quand la grande fait un tour, la petite roue fait plus d'un tour.
2587	A7	On pose une loi ?
2588	E	On a l'air de poser une loi là. Est-ce qu'on l'a vérifiée sur plusieurs choses ?
2589	A1	Oui.
2590	E	On l'a vérifié sur plusieurs groupes.
2591	A1	Aussi dans plusieurs sens.
2592	E	Sur plusieurs tailles de roues et puis aussi on a joué sur la robustesse. Est-ce que ça dépend de la couleur ?
2593	Tous	Non.
2594	E	Regardez ce que je vous ai apporté.
2595	A4	C'est bien parce que là ça va être proportionnel.
2596	A9	Et quand la grande fait un tour la petite elle fait deux tours.
2597	A4	Elle fait deux tours parce qu'elle a deux fois moins de dents.

2598	A9	Elle a des plus petites pattes donc il faut qu'elle court plus vite.
2599	E	Oui sauf qu'on va parler de…
2600	Tous	Dents.
2601	A1	Parce que tout à l'heure c'était difficile, on avait compter 11 dents, 6 dents…
2602	E	Oui c'est pas pratique. Les gens qui fabriquent ça ils n'ont pas réfléchi à ce qu'on pouvait en faire. Alors qu'est ce que vous avez constaté ?
2603	A3	Un tour de la grande égale deux tours de la petite.
2604	E 30'	Est-ce que vous avez fait autre chose ?
2605	A4	Oui on a compté les dents. La grande elle en a 20, la petite elle en a 10, elle a deux fois moins de dents donc elle fait deux fois plus de tours.
2606	A8	J'avais pas compris ça mais bon.
2607	E	Alors regardez si les autres vous trouvez la même chose. Alors on peut jouer sur les proportionnalités, ça c'est pas au programme de toute façon. Ou alors simplement constater que quand il y a une dent qui passe d'un coté qu'est ce qu'il se passe pour l'autre coté ? Il y a..
2608	A4	Deux.
2609	A1	Une dent aussi qui passe mais comme il y a plus de dents, d'un coté on met plus de temps à passer toutes les dents.
2610	E	On se la refait une fois celle là !
2611	A1	Non donc une dent à la fois, il n'y a pas deux dents qui passent. Et comme elles se disent toutes bonjour, ben il y en a qui vont devoir passer deux fois.
2612	E	Donc une dent, une dent. Les deux dents suivantes passent. Alors on peut mettre deux gommettes hein.
2613	A1	C'est-à-dire que les jaunes auront eu deux cavalières alors que les rouges non.
2614	E	Alors ce qu'on peut faire c'est ça hein. Je met des gommettes et puis sur l'autre à la queue leu leu et puis je les tournent dans le même sens évidemment et quand je vois que la violette passe, la jaune etc. etc. etc.. Et puis arrivé ici sur l'autre roue j'ai fait le tour complet et là il me reste encore tout ça à faire. Donc ça avec des tout-petits, même sans les proportionnalités et tout ça, on voit bien que bah j'ai fait tout le tour et puis il reste encore tout ça. Et donc je peux continuer à les faire passer de l'autre coté. Donc pensez aux gommettes et à l'organisation des gommettes comme ça. Ca va ? Et donc pour les plus grands effectivement on peut passer sur... Qui c'est qui fait les engrenages ?
2615	A1	Moi.
2616	E	Vous êtes en quoi vous ?
2617	A1	Cp.
2618	E	Vous pouvez en rester là hein.
2619	32'50 à 33'50	*Aparté sur l'organisation de classes en classes.*
2620	E	C'est bon ça ?
2621	A1	On les met au fur et à mesure que ça se passe ?
2622	E	Alors les gommettes non, moi ce que je propose, c'est que vous les ayez déjà mises. Les mettre, ils n'y arriveront pas et ça va être l'horreur absolue. Donc vous avez mis les gommettes. Donc vous vous arrivez avec le machin où il y a la violette à coté de la violette... Vous avez préparé.
2623	A1	D'accord.
2624	E	Et donc qu'est ce qu'il se passe quand ?
2625	A4	Il faut leur faire émettre des hypothèses avant qu'ils essayent toujours ?
2626	E	S'il y en a oui sinon… Au début qu'est ce qu'on a fait là ?
2627	A9	On a observé.
2628	E	Je vous ai laissé patouiller. Et le fait que vous patouilliez ça nous a permis…
2629	A8	D'avancer un peu plus vite.
2630	E	D'avancer un peu plus vite et de faire des tas de choses. Donc ça aussi c'est important. Les engrenages ils ne connaissent pas. Vous n'allez pas leur faire émettre des idée sur des choses qu'ils ne connaissent pas. Il faut connaitre pour avoir des idées. Et là ils n'avaient absolument aucune idée de départ.
2631	A1	Et si par exemple je met la gommette sur la roue rose et que je met bien mon algorithme là, je le commence sur la grande, donc je fais les six premières roues et je leur demande ce qu'il va se passer.
2632	E	Vous pouvez. Ca c'est à voir, c'est au feeling. Vous allez avoir des gamins qui vont être totalement dedans et dans le jeu et dans tout ça et ils vont tourner plusieurs fois le truc…
2633	A1	Mais je me dis que ce sera moins posé comme ça.
2634	E	Mais si ils ont déjà des idées c'est bon mais vous allez les laisser patouiller. Ils vont vous faire

		des machins… Vous avez vu ce que vous avez fait ? Ils vont vous faire la même chose. Ils vont vous les mettre tout en long, ils vont vous les mettre l'un sur l'autre... Et en faisant tout ça ils vont observer... Enfin non ils vont pas observer ils vont se dire qu'il y a peut être des choses qui ont l'air d'être tout le temps pareil ou pas. Et c'est à partir de là qu'ils vont enchainer. Typiquement vous allez d'abord commencer à regarder le sens, c'est ce qui vous a fait tilter en premier et puis après c'était le nombre de tours. Eux ils ne verront pas du tout le nombre de tours parce qu'ils en ont mis tellement qu'on ne voit rien. Donc ce qu'il faut c'est revenir sur deux. On enlève tout et on revient sur deux et on regarde ce qu'il se passe avec deux. Et là en regardant ce qu'il se passe avec deux on le voit. Et ensuite on peut mettre les gommettes. Et vous avez vu ce que je vous ai fait faire, sur deux, une grande une petite, et puis une grande une moyenne et un moyenne une petite. Pour construire une...
2635	A4	Une loi.
2636	E	Pour construire quelque chose de général qui est que quand la grande fait un tour, la plus petite en fait plus d'un. Et puis de là on est passé sur quelque chose d'encore plus fin, c'est qu'on est allé au niveau de la dent. C'est ce qu'on est en train de faire, c'est dent pour dent. Euh j'ai une question pour vous. Vous avez deux roues, une roue à 20 et une roue à 10. Donc vous m'avez dit que pour que la roue à 20 fasse un tour il faut que les 20 dents passent. Et pour que les 20 dents passent sur la grande il faut qu'il y ai en fasse 20 dents qui passent donc il faut que la petite fasse deux tours. Si entre les deux j'intercale une autre petite roue. Qu'est ce que vous pensez qu'il va se passer pour le rapport entre les extrémités ?
2637	A1	On ne peut pas mettre petit moyen et grande.
2638	E	Oui c'est ce que je viens de voir. Ils ne sont pas doués hein. Alors qu'est ce que vous pensez qu'il va se passer si j'intercale une petite entre les deux grandes ?
2639	A4 38'	Ben ça sera la même chose.
2640	A1	Non les deux grandes feront un tour pendant que la petite fera deux tours.
2641	E	Alors comment on fait pour savoir ?
2642	A8	On essaye.
2643	E	Alors qu'est ce que vous constatez tous ?
2644	A7	Que c'est difficile.
2645	A8	Ca n'a rien changé.
2646	E	Refaites le plusieurs fois pour voir si il se passe toujours la même chose. Et vous pouvez essayer avec les autres roues pour voir. Vous pouvez essayer avec les autres engrenages qui sont plus faciles pour voir s'il se passe la même chose. Qu'est ce qu'on peut dire avec les autres roues ? Est ce que si j'intercale une roue entre les deux, la petite fait encore deux tours ?
2647	39'20 à 43'35	*Essais en groupes.*
2648	E	Donc est ce que tout le monde a trouvé que quand on intercale une roue entre deux autres roues ça change, ça ne change pas le nombre de tours fait par l'une par rapport au nombre de tours fait par l'autre ? Vous avez trouvé que c'était pareil ?
2649	Tous	Oui.
2650	E	Est-ce que ça vous semble normal ou pas ? Logique ou pas ? Est-ce que vous avez l'explication du phénomène ?
2651	A1	Ben en fait ce que tu as montré tout à l'heure avec des gommettes ça…
2652	A4	Le nombre de dents n'a pas changé.
2653	E	Oui vous êtes d'accord avec ça ?
2654	A3	Le nombre de tours change quand on change le nombre de dents.
2655	E	Voilà, si c'est dent pour dent entre la première et la deuxième, c'est dent pour dent entre la deuxième et la troisième donc la deuxième sert juste d'intermédiaire.
2656	A2	Puisque le nombre de dents ne varie pas, le nombre de dents ne change pas non plus.
2657	E	Vous êtes d'accord ?
2658	Tous	Oui.
2659	E	Alors, on pourrait en rester là, sauf qu'on va terminer avec juste ça pour le plaisir. Donc vous avez une boite mystère. Evidemment il ne faut pas l'ouvrir. Mais est-ce que vous pourriez, maintenant qu'on a travaillé sur tout ça, est-ce que vous pourriez avoir une idée de ce que j'ai mis dans chacune des boites mystères ?
2660	A2	Un engrenage, l'arbre qui est planté dessus il va tourner.
2661	E	Alors ce que je voudrais savoir c'est ce qu'il y a dans la boite. Donc effectivement j'ai mis des roues dentées dans la boite mais lesquelles et combien ?
2662	A4	Il fait voir lequel tourne le plus vite.
2663	E	Alors qu'est ce qu'on peut savoir ? Allez-y.
2664	46'12 à	*Recherche en groupes.*

	47'35	
2665	Groupe 2	
2666	A1	Qu'est ce que j'ai fait ? J'ai fait un tour ici ça fait plus d'un demi tour là. Donc ça tourne moins vite ici.
2667	A2	Donc une grosse là et une petite là.
2668	A1	Qui est à peu près deux fois plus grosse que celle là mais pas tout à fait parce que quand je fais un autre tour ça fait plus. Donc ça fait plus de la moitié.
2669	A2	Il y en a une au milieu. Une petite, une grosse et une petite au milieu on s'en fout.
2670	A3	Celle du milieu on ne peut pas savoir sa taille puisque c'est juste un intermédiaire.
2671	Groupe 3	
2672	A4	Alors tu comptes lui ?
2673	A5	Un et demi.
2674	A4	Lui il fait un.
2675	A6	La grande roue est là parce qu'elle a fait un tour alors que l'autre n'en a fait que trois quarts.
2676	A4	Mais là c'est laquelle ? La violette ou la verte ?
2677	A5	Ah mais on s'en fiche.
2678	Groupe 4	
2679	A7	Donc là il y a une plus petite roue puisqu'elle tourne plus vite.
2680	A8	Moi j'ai fait un tour.
2681	A7	Attends remet les en face.
2682	A9	Alors toi t'as une petite et moi j'ai une grande.
2683	A7	Non c'est le contraire elle, elle tourne plus vite.
2684	A8	On a le droit de regarder si on a trouvé ?
2685	E	Alors une fois que vous vous êtes mis d'accord vous pouvez regarder. Pour regarder, on enlève les palmiers et les machins, on enlève les feuilles et ensuite on soulève.
2686	A9	Ca ne changeait rien qu'il y ait une intermédiaire.
2687	A2	Si ça change quelque chose !
2688	A9	Ben non on l'a dit tout à l'heure.
2689	A2	Et si ça change le sens.
2690	A9	Ah oui.
2691	A4	Et oui on savait qu'il n'y en avait que deux parce que je tournais dans un sens et toi dans l'autre. On n'y avait même pas pensé.
2692	A6	Mais tu ne nous avais pas demandé combien il y en avait.
2693	E	Je vous avais demandé ce qu'il y avait dans la boite !
2694	A6	Ah oui exact. Donc on va démonter. Les roues là dedans.
2695	0' à 3'	*Rangement du matériel.*
2696	E	Alors, on va passer sur un moment réflexif parce que c'est important pour moi. C'est important pour ce que je suis en train de voir par rapport à ce que vous sortez de ce stage. Je vais vous donner une feuille blanche comme ça on aura tous les mêmes. Pour moi esthétiquement parlant c'est plus joli. Et je vais vous poser trois questions. Vous prenez le temps d'y répondre tranquillement, sereinement. Chacune pour vous dans un premier temps. Et puis une fois que vous aurez pris le temps de répondre vous partagerez en petit groupe et ensuite on en discutera tous ensemble. Donc je vous dis les questions.
2697	A3	On les note ?
2698	E	Oui parce que sinon je vais avoir du mal à savoir à quoi vous répondez. Alors, la première question c'est celle-ci. Ce qu'on a fait ensemble depuis le début du stage vous aide t-il à distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en relève pas ?
2699	A2	On peut mettre oui, non et puis voilà.
2700	E	Et non la question suivante c'est en quoi ? Comment ? La question suivante, donc laissez de la place. Plus précisément, quels critères précis emploieriez-vous pour qualifier le travail des enfants de scientifique ou pas ? Je vous laisse réfléchir.
2701	A2	Mais est ce que vous allez récupérer nos trois feuilles ?
2702	E	Oui.
2703	A2	Parce que vous avez dit qu'après on le faisait entre nous.
2704	E	Alors la réponse commune pas la peine de l'écrire, vous en discutez entre vous pour échanger et ensuite on en discute tous ensemble.
2705	A2	D'abord on écrit chacune ?

2706	E	Oui parce que ça vous permet de vous mettre au clair avant d'en discuter.
2707	7'15 à 14'50	*Réflexion personnelle sur feuille.*
2708	E	Si deux personnes d'un groupe ont déjà terminé vous pouvez vous échanger les feuilles en attendant pour en discuter ensemble.
2709	15' à 24'53	*Discussion par groupes.*
2710	Groupe 1	
2711	A1	La démarche d'investigation ça c'est bien.
2712	A2	J'ai mis des mots comme ça. Robustesse j'ai mis aussi ! Ahah.
2713	A3	Moi je trouve que là c'était différent de l'autre fois. Je me suis mis du point de vue des visiteurs.
2714	A1	Ah moi je me suis mis de l'autre point de vue.
2715	A2	Et oui je pense que c'est du point de vue de l'animateur. Mais c'est bien de mettre les deux du coup.
2716	A1	Pour la 3 il faut se mettre du point de vue de l'enfant qui anime ou de l'enfant qui teste ?
2717	E	Ca dépend les situations.
2718	A2	C'est vrai que je n'ai pas parlé des hypothèses. Il faut verbaliser avant.
2719	A3	Ca permet de démonter des idées.
2720	A1	Se poser une question, émettre des hypothèses, mettre au point un dispositif, manipuler et reproduire plusieurs fois. On part de ça et on rajoute des petits trucs. C'est bien t'as pensé à plein de choses. Décrire des choses avec les mots justes. Le vocabulaire c'est important pour comprendre ce qu'on dit.
2721	A2	Même nous je trouve qu'on est pas clair.
2722	Groupe 2	
2723	A4	Les trucs qu'il faut retenir c'est "par rapport à", "comment on va faire pour savoir" et "on va essayer".
2724	A5	Le truc c'est qu'il faut que ça soit une attitude qu'ils s'approprient. Il faut que ça soit un automatisme.
2725	A6	Oui moi j'ai mis "par eux même".
2726	A7	On est bien tombé sur les mêmes choses quand même.
2727	A4	En fait tu peux très bien parler de la science sans forcément avoir une démarche scientifique. C'est important qu'ils acquièrent une attitude scientifique.
2728	A6	Ca peut être une leçon de choses on en a besoin mais il faut aussi une démarche.
2729	A4	Tu vois la dentiste quand elle est venue dans la classe c'était la leçon de chose, ils n'ont pas découvert par eux même. Elle leur a répondu c'est tout.
2730	Groupe 3	
2731	A8	Là je dis les mêmes choses qu'au début du stage.
2732	A9	Sauf que tu le disais mais t'en étais pas convaincue.
2733	A8	Voilà. Maintenant je me rends compte qu'il faut une vraie phase de réflexion avant de pratiquer. Ca m'a vraiment changé.
2734	A10	Moi je connaissais déjà la démarche vu que j'ai une formation scientifique.
2735	A8	Après, prise par le temps, je ne pense pas forcément faire dessiner les hypothèses.
2736	A9	Il faut vraiment qu'ils disent "je pense qu'il va se passer ça" parce qu'après l'expérience ils ne se rappelleront plus de ce qu'ils pensaient. Et vous qu'est ce que vous mettez comme critères précis ?
2737	A10	Les trucs qui reviennent c'est une démarche scientifique, des hypothèses, un dessin expérimental, refaire plusieurs fois, accepter que cela ne fonctionne pas comme on l'avait imaginé au départ.
2738	A8	Moi j'ai appris qu'il faut laisser du temps aux enfants pour s'approprier le truc, comme elle nous a fait faire avec les engrenages.
2739	A9	Je m'obligerai à les laisser jouer d'abord.
2740	A10	Et les représentations initiales c'est moi qui prenais des notes.
2741	A8	Oui moi aussi.
2742	A10	Mais il y a certaines choses que tu ne peux pas dessiner avant. Par exemple la différence entre l'eau et la semoule, ils ont exprimé des sensations, sur le dessin tu ne peux pas montrer que c'est mouillé par exemple.
2743	E	Alors je propose qu'on lance la discussion ensemble. On regarde un peu ce que les autres on

	24'50	dit. On avait commencé par vous la dernière fois, je propose qu'on commence par vous. Et puis comme la dernière fois on échange. D'abord on prend un moment pour échanger ensemble et puis ensuite j'interviens. Allez y qu'est ce que vous avez pensé ?
2744	A1	Nous on a surtout mis le point sur la différence entre un savoir scientifique et une démarche scientifique.
2745	A2	De ne pas s'arrêter en fait avec les idées reçues. Par exemple la Terre tourne autour du Soleil, ne pas s'arrêter à ce qu'on croit savoir et qui est dit vérité. Et on disait même que cette démarche était bien pour former les futurs citoyens, des gens qui ne boivent pas le savoir.
2746	A3	A un moment qu'ils se questionnent.
2747	A4	Ne pas croire toujours ce que dit le maitre. C'est déjà dans une approche scientifique.
2748	E	D'autres choses qui sont ressorties ? Ou c'est essentiellement ça que vous pensez ?
2749	A3	La 3 c'est un peu ce qu'on a dit hier.
2750	A4	Il faut partir d'un questionnement de l'enfant ou du maitre, émettre une hypothèse, envisager une réponse qui soit orale, écrite ou sous forme de dessin, essayer et vérifier si ça marche ou non et valider ou non.
2751	E	Alors comment vous faites pour valider ou ne pas valider ?
2752	A4	Ben valider si tout le monde est d'accord, si tous les groupes…
2753	A2	En variant un paramètre.
2754	A4	Arriver à une conclusion qui utilise un vocabulaire spécifique, précis.
2755	E	Est-ce qu'on a toujours utilisé du vocabulaire spécifique ?
2756	A4	Non mais précis.
2757	A1	Un vocabulaire précis parce que quand on utilisait un mot tu disais est ce que vous savez ce que ça veut vraiment dire, donc précis. On est revenu avec des choses plus simples.
2758	A3 28'05	Parce qu'on a essayé de sortir des mots qui nous restaient de nos études antérieures dont on a perdu le sens ou qu'on n'a jamais eu ! Ahah…
2759	E	Et donc à ce moment là ?
2760	A3	A ce moment là plutôt les éviter, utiliser un vocabulaire plus courant sur lequel tout le monde est d'accord et que tout le monde connait.
2761	A5	Pour moi le travail des enfants si il est scientifique ou non ce n'est pas par rapport au vocabulaire.
2762	E	Alors allez y.
2763	A5	Enfin nous on n'a pas mis l'accent là-dessus. Je veux dire que dans toutes les matières t'utilises un vocabulaire, et faire comprendre qu'un mot c'est quelque chose et pas autre chose, c'est quand même important.
2764	A3	Ca ne veut pas dire que tu fais des sciences si t'utilises un vocabulaire scientifique.
2765	E	Vous êtes d'accord avec ça ?
2766	Tous	Oui.
2767	A5	Si ce que font les enfants c'est scientifique ou pas c'est plus dans la démarche que dans le vocabulaire.
2768	E	Alors, qu'est ce que vous y voyez dans cette démarche ? Qu'est ce qui va faire dans la démarche des enfants qu'elle soit scientifique ou non ?
2769	A6	Ben c'est en fonction des critères qu'on a posés. Ils se posent une question, ils émettent une hypothèse. On va avoir une expérience de départ, on va la faire plusieurs fois, on va la renouveler avec des paramètres différents et la règle qu'on va établir sera la réponse à la question qui a été établie et vérifiée de manière sure par tout le monde. Et cette démarche là moi je l'utilise pour la grammaire et la conjugaison, on va utiliser, on va écrire, on va se rendre compte qu'un verbe avec "tu" il y a toujours un "s" sauf que c'est pas toujours parce qu'avec "tu veux" il n'y aura pas de "s" donc on va se rendre compte qu'on ne peut pas établir cette règle. Donc ça ce n'est pas scientifique, c'est une connaissance qu'on va leur apporter alors que là c'est une connaissance qu'ils vont construire, qu'ils vont vérifier, expérimenter.
2770	A7 31'	Je crois que effectivement le vocabulaire intervient parce que pour avoir le même discours, on est obligé d'avoir un vocabulaire commun.
2771	A6	Ben en grammaire aussi, le verbe c'est le verbe.
2772	A5	C'est ça que je disais ce n'est pas forcément scientifique.
2773	E	Vous ?
2774	A8	On a la même chose sur la démarche d'investigation. On a dit exactement la même chose qu'elles. D'être précis sur les questions posées, sur le vocabulaire…
2775	A9	Sur la formulation.
2776	A8	Sur l'importance des dessins et des schémas. Les utilise au maximum avant les expériences
2777	A10	Le schéma est plus scientifique qu'un dessin.
2778	E	Le schéma est plus scientifique qu'un dessin ?

2779	A10	Parce qu'on va à l'essentiel.
2780	A11	C'est comme pour l'exemple du nounours. Le dessin c'est le nounours alors que le schéma c'est plus scientifique, ce qui nous intéresse c'est la pile.
2781	E	Donc pour vous faire des sciences c'est enlever tout ce qui n'apporte rien et simplifier pour extraire l'essentiel c'est ça ?
2782	A8	Epurer plutôt que simplifier. Enlever tout le superflu.
2783	E	D'accord. Je vais vous titiller. Mon garagiste, je lui amène ma voiture, elle a un problème. Il va se poser une question, comment faire pour leur faire payer le plus possible. Non on va dire que c'est un garagiste honnête ! Ahah Comment faire pour réparer ma voiture ? Donc mon garagiste cherche à résoudre un problème qui est ça ne marche pas. Il va faire des expériences pour ça, il va faire des hypothèses, il va se dire c'est peut être le machin qui...
2784	34'	Et puis à partir de là il va tester et puis une fois qu'il a testé, ça donne une réponse dans tous les cas. Il va en tirer des conclusions pour faire autre chose et puis au bout d'un moment il va avoir réparé ma voiture. Alors est ce que mon garagiste est scientifique ?
2785	A6	Non mais il a une démarche scientifique.
2786	A10	Il fait une démarche d'investigation quand même.
2787	E	Donc faire des sciences c'est procéder avec une certaine…
2788	Tous	Rigueur.
2789	E	Une certaine démarche, une méthodologie. Euh, un astrologue est ce qu'il est scientifique ?
2790	A3	Oui parce que, je sais que c'est remis en cause, mais il a une démarche scientifique. Je ne connais pas l'astrologie mais il y a des règles, il se réfère à ses propres règles.
2791	E	Est-ce que c'est scientifique ? Poisson, aujourd'hui…
2792	A12	Pour moi ce n'est pas scientifique.
2793	E	Qu'est ce qui fait que pour vous ce n'est pas scientifique ?
2794	A2	Est-ce que ça marche à chaque fois ? Est-ce qu'on peut vérifier ?
2795	A12	Ca voudrait dire qu'il faut qu'il arrive la même chose à tous les poissons.
2796	A13	Et puis il y a un postulat de départ avec les astres qui influe euh…
2797	A12	Et puis il y a une idée subjective, d'interprétation, c'est pas du tout comme ça une démarche scientifique.
2798	A7 37'10	Par exemple ils peuvent quand même prévoir une éclipse.
2799	A6	Et non c'est l'astronomie.
2800	A2	Chacun a sa démarche.
2801	E	Allez plus loin.
2802	A2	Je ne sais pas, le résultat de chacun…
2803	E	Donc l'horoscope de chacun…
2804	A2	Ils interprètent en fait, chacun a ses interprétations, ce n'est pas une loi commune.
2805	A3	Sinon tous les astrologues feraient exactement le même horoscope.
2806	A2	Oui parce que chacun donne son avis.
2807	A8	Déjà ils associent Vénus à l'amour par exemple mais qui a dit ça.
2808	A2	Ce sont des études différentes, il n'y a personne qui est d'accord.
2809	A5	On ne peut pas reproduire.
2810	A6	Parce qu'ils ne sont pas d'accord entre eux déjà.
2811	A4	Oui mais les scientifiques non plus.
2812	A2	Non mais pour arriver à leurs résultats ils ne se basent pas sur une loi commune. Chacun fait la sienne.
2813	A3	Et puis si on demande à un astrologue de faire un thème astral à quelqu'un et qu'on demande à son collègue de le faire est ce qu'il va arriver aux mêmes conclusions ?
2814	A6	Il y a la subjectivité de l'astrologue et la nôtre.
2815	E	Donc ce que vous êtes en train de me dire c'est qu'il y a un problème de vérification. C'est-à-dire que ce n'est pas parce que tous les gens qui sont balance se comportent de la même façon. Ce que vous êtes en train de me dire là c'est que si je change d'astrologue je n'ai pas le même résultat donc ça serait dépendant de la personne et quand on fait des sciences est ce que ça dépend de la personne ?
2816	Tous 40'17	Non.
2817	E	Non ça ne dépend pas de la personne. Donc là vous voyez on est en train de sortir des choses qui permettent de distinguer ce qui est de la science et ce qui n'en est pas. Les sciences est-ce que ça dépend de la personne qui fait les choses ?
2818	A6	Ce qu'on a fait aujourd'hui on peut le faire demain.

2819	A7	Et quelle que soit la position de Vénus dans le ciel.
2820	E	Alors ça c'est encore autre chose. Mais donc quelle que soit la personne qui le fait on obtient les mêmes résultats. Si on utilise les mêmes ustensiles ou le même matériel…
2821	A7	Ca ça dépend des aptitudes, il faut se méfier…
2822	E	Alors, donc ça dépend de quoi ? Ca veut dire qu'il faut qu'on isole quoi quand on fait des sciences ?
2823	A5	Les parasites.
2824	A11	Les données qui varient.
2825	A7	Il faut tenir compte de ça.
2826	E	Ce que vous me disiez tout à l'heure, qui était qu'on enlève le superflu, ça veut dire quoi ? Ca veut dire que quand on fait des sciences est ce qu'on travail sur tout ce qu'on a ? Est-ce qu'on prend tout en compte ?
2827	A7	Non.
2828	A2	On est obligé d'isoler…
2829	A11	On doit cibler.
2830	A7	D'ailleurs à chaque fois qu'on a fait des expériences, t'as rangé tout le matériel, ressorti tout le matériel.
2831	A3	Ou bien tu as dit qu'on ne se sert pas de ça pour le moment. Il faut essayer de trouver l'expérience qui isole paramètre après paramètre.
2832	E	Est-ce qu'on a fait ça ?
2833	A6	Non des fois on a fait plusieurs choses en même temps.
2834	E	Quand ?
2835	A6	Euh la quantité de sel…
2836	A3	Oui mais c'était d'abord la quantité ensuite la…
2837	E	On a fait l'un après l'autre. Effectivement parfois on était embêté parce qu'on ne pouvait pas…
2838	A7	Oui mais justement ça ne marchait pas c'est là qu'on a isolé, on a fait machine arrière toute.
2839	E	Oui en effet on a isolé des paramètres. Là, quand on a travaillé sur les engrenages est ce qu'on a tout isolé ? Il y en a qui avaient des machins verts d'autres des machins rouges. Et puis qu'est-ce que vous avez fait ? Vous avez considéré que le fait que ce soit vert ou rouge est ce que c'est important ?
2840	Tous	Non.
2841	E	Non donc pour ce qu'on faisait vous avez considéré que la couleur n'était pas importante. Maintenant si je fais un travail par exemple sur la lumière, sur ce qui arrive dans mon œil avec des engrenages différents, est ce que là la couleur va avoir de l'importance ?
2842	Tous	Oui.
2843	E	Donc ce que je fais c'est que…
2844	A2	On trie les critères.
2845	E	Voilà, on choisie, enfin on identifie les choses qui nous semblent être pertinents par rapport à la question qu'on cherche.
2846	43'	Et suivant la question qu'on se pose, et ben ce qui va être pertinent ça peut varier. Ce qu'on va faire effectivement c'est qu'on va essayer de prendre en compte tout ce qui compte. Et le reste ? Est-ce que là on a pris en compte la couleur ?
2847	Tous	Non.
2848	E	Mais si quand on refait les choses plusieurs fois on n'a pas les mêmes résultats qu'est ce qu'on va faire ?
2849	A3	On va essayer de savoir si la couleur n'intervient pas.
2850	E	Sur les sabliers, on a essayé masse, volume et puis d'un seul coup vous vous êtes dit ah ben oui mais les bouteilles n'ont pas la même forme et puis si c'est avec une bouteille en verre plutôt que plastique. Et d'un seul coup on a fait tout explosé. On s'est dit Oula c'est trop ! C'est à dire qu'on pense possiblement que ces choses là ont une importance et on n'en a pas tenu compte. Si on n'en a pas tenu compte est ce qu'on peut conclure ?
2851	Tous	Non.
2852	E	Donc ce qu'on va jouer à faire, c'est finalement essayer d'identifier ce qui va compter et puis le reste, je ne le prends pas. Parce que sinon qu'est ce qu'il se passe ? Si on prend en compte la place de Vénus dans le ciel, le fait que je sois habillée en blanc... Donc quand on fait des sciences finalement, on ne va pas s'occuper du monde tel qu'il est, il est trop compliqué pour nous, on va en extraire des éléments et on va faire en sorte de prendre ce qui compte pour nous.
2853	A9	Mais des fois on se limite trop et du coup on passe à coté de certaines choses.
2854	E	Voilà. Et donc du coup qu'est ce qu'on fait ?
2855	A9	On fait des erreurs.

2856	E	Et donc on…
2857	A9	Ben on recommence.
2858	E	On recommence en prenant en compte…
2859	A3	Ou au contraire, on s'aperçoit qu'il y a trop de paramètres qu'on ne maîtrise pas et donc en en conclue qu'on ne peut pas conclure justement.
2860	E	Oui, ou ce qu'on fait c'est qu'on les fixe en disant, avec ces choses là, les résultats sont tout le temps pareil. Et bien je fais changer juste celui là et je regarde ce qu'il se passe.
2861	A2	Pour ce qui est astrologie on peut dire que ce n'est pas scientifique parce que le résultat d'aujourd'hui ce n'est pas le résultat de demain parce que tous les jours on a un horoscope différent.
2862	E	Alors oui mais ce qui compte pour eux c'est la position des astres. De jour en jour, la position des astres est différente. Ce qu'ils isolent eux c'est la position des astres et par rapport à la position des astres et à votre date de naissance, ils font un lien. Cela ils peuvent le faire. Par contre qu'est-ce qu'il se passe et qui fait que c'est différent de ce qu'on fait en science ? C'est que une fois qu'on a isolé ce qui compte pour nous, qu'est ce qui se passe si je change de personne qui fait les choses ?
2863	A11 46'	On n'a pas le même résultat.
2864	E	Si le résultat n'est pas le même qu'est ce qu'on dit ?
2865	A7	Il faut recommencer.
2866	E	Ou on recommence ou ce n'est pas validé ou c'est qu'on a oublié quelque chose. Il y avait quelque chose qu'on pensait qui ne comptait pas et qui compte. On fait tous bouillir de l'eau, on regarde tous la température, on habite tous au bord de la mer et on trouve une température de 100°C. Et puis il y a un gars qui monte sur le mont blanc et qui dit ben ça ne bout pas à 100 chez moi ça bout à 80°C. Alors qu'est ce qu'on va faire ? Il va réessayer plusieurs fois et puis il va dire que ça bout toujours à 80°C. Alors là qu'est ce qu'on va faire ? Il y en a qu'un qui l'a dit.
2867	A4	On monte tous.
2868	E	On monte tous oui. Et puis il va dire que c'est peut être son thermomètre qui a un problème donc on va changer de thermomètre, on va changer d'eau, d'observateur et puis on va encore constaté que c'est 80°C.
2869	A11	Donc il y a un autre paramètre.
2870	A4	On va aller ailleurs que sur le Mont Blanc pour vérifier que…
2871	E	Voilà, ah ben c'est peut être le fait que ça soit en altitude. De toute façon est ce qu'on garde que l'eau bout à 100°C ?
2872	Tous	Oui.
2873	A7	Oui mais à condition que.
2874	E	Voilà, on va le garder mais avec des restrictions. On va dire que au bord de la mer on trouve tous 100°C mais par contre il y a un truc qu'on ne comprend pas parce qu'à 4000m ça à l'air de bouillir à 80°C. Donc qu'est ce qu'ils vont se dire ? Ils vont se dire, ah ben peut être bien que ça dépend de l'altitude. Donc maintenant on va préciser l'altitude à laquelle on travaille. Et puis à partir de là qu'est ce qu'on va faire ? On va jouer avec des altitudes différentes et puis on va constater...
2875	A5	Donc peut être que nous en classe quand on va faire tous ça on pourra quand même, à la fin quand on fera la petite loi, on pourra ajouter que nous en classe on a vérifié plusieurs fois et on constate que, nous en classe quoi.
2876	A6	Oui mais bon après des fois ça peut être restrictif le coup de…
2877	A7	Oui parce qu'il y a toute la relativité du moment où on va annoncer, comme la Terre était plate après elle était ronde et en plus on a été dans une ère où il y a eu plein de moyens technologiques qui ont été mis en place et qui ont permis d'avancer, de faire évoluer...
2878	E	Alors tel jour, les engrenages… si je les fait demain ça sera pareil.
2879		
2880	A1	Et moi c'est difficile à poser. Par exemple avec flotte et coule, cuillère en métal, ah ben ça y est, ils avaient décrété que tout ce qui était en métal ça coulait. Ca marchait avec le trombone, ça marchait avec la vis etc.… et bon la gomme elle n'est pas en métal et pourtant elle coule. La grosse boule de polystyrène elle est grosse pourtant elle ne coule pas. Et puis quand on est arrivé à la boule de pate à modeler ça m'a mis la pagaille parce qu'elle coule.
2881	E	Voilà ben typiquement, flotte coule c'est le truc casse gueule et qu'il ne faut pas faire. Alors si on décide de le faire, je l'ai mis dans mon livre…
2882	A2	Il y a une façon de le faire.
2883	E	Je me suis dit que de toutes façons que je dise qu'il ne faut pas le faire ou quoi les gens le font. Donc plutôt que ça continue à faire n'importe quoi et bien allons-y. Si vous voulez vraiment avancer avec flotte coule il y a des conditions très rigoureuses à suivre pour le faire et je les ai

		notées dans le livre. La première chose à faire c'est de ne pas mettre d'objet creux. Un objet creux ça flotte ou ça coule, ça dépend de comment c'est rempli. Si ça coule c'est un histoire de densité. Et la densité c'est maitriser la masse et le volume pour ensuite maitriser le rapport des deux. Donc du coup on peut très vite arriver à n'importe quoi. Donc flotte coule avec les petits on va juste constater qu'il y a des choses qui flottent et des choses qui coulent et les choses qui flottent sont de la même matière et les choses qui coulent sont de la même matière aussi.
2884	A3	Et que ce n'est pas lié à la matière.
2885	E	Et que c'est lié à la matière mais que ce n'est pas lié à la forme, c'est pas lié à la taille et que c'est pas lié… Par exemple j'ai des cuillères en bois, j'ai des cuillères en plastique c'est pas lié au fait que ça soit une cuillère. J'ai des cubes en bois, des ronds en bois, là par contre ce n'est pas lié à la forme. Et on va juste en rester là.
2886	A4	Et la pate à modeler une fois elle coule, une fois elle ne coule pas.
2887	E	La pate à modeler on ne la met pas.
2888	A3	Tu te détaches de tout ce qui porte à confusion.
2889	A5	Là où c'est intéressant c'est qu'ils auront des idées reçues et…
2890	E	Alors par contre après si ils disent que c'est parce que c'est plus gros effectivement on leur apporte une grosse boule de polystyrène et on voit que gros ça ne marche pas. Donc on ne peut pas dire que c'est parce que c'est plus gros. On ne va pas essayer d'expliquer les choses on va juste dire qu'on ne peut pas dire ça. S'il y a un truc qui invalide est ce qu'on peut continuer à le dire ?
2891	A6 3'	Non.
2892	E	Non, et l'astrologue, s'il y a une personne…
2893	A4	Qui a passé une superbe journée alors que ce n'était pas écrit…
2894	Tous	Ahahah !
2895	E	Et puis il y a autre chose c'est que les choses changent. Est-ce qu'on a changé nous les règles qu'on posait ?
2896	A4	On a fait varier les paramètres mais on n'a pas changé les règles.
2897	E	Est-ce que vous acceptez que j'utilise votre bouteille ?
2898	A7	Oui.
2899	E	Alors vous vous souvenez ce qu'on a dit sur les sabliers ? Qu'est ce qu'on avait dit ? On avait dit que plus il y en avait plus ça prenait de temps pour couler.
2900	A2	Ah oui mais l'eau si tu fais vite ça…
2901	E	Vous vous souvenez vous m'aviez dit, et je n'avais pas abordé la question, vous m'aviez dit et si on met de l'eau ?
2902	A2	Quand tu parles de l'air parfois je me demande si ce n'est pas le même truc. Tu sais tu peux faire…
2903	E	Alors quelle question on va se poser ?
2904	A2	Est-ce que tu peux, par rapport à ce qu'on a fait hier ne pas remplir la bouteille parce que l'autre est pleine d'air ? Parce que si tu le fais très vite tu vas faire bouchon. Non mais parce que je faisais une expérience dans le temps où j'étais… Tu prenais une bouteille, tu met un entonnoir dessus, et ben si tu fais hyper vite, que tu mets une grosse masse d'eau ça va faire bouchon et donc l'eau ne va pas s'écouler dans la bouteille.
2905	E	Comment on explique ça ? L'eau, elle fait bouchon ?
2906	A2	Non c'est l'air. Il faut que ça arrive verticale.
2907	E	Oui et comment vous expliquez ça ?
2908	A1	Il faut que tu laisses passer de l'air pour qu'il laisse de la place à l'eau.
2909	E	Mon sablier avec de l'eau qu'est ce que vous pensez qu'il va se passer ?
2910	A1	Il va rien se passer du coup.
2911	A2	Voilà ça ne va pas couler. C'est parce que le niveau de l'eau il est venu horizontal, au début de l'expérience non.
2912	E 6'15	On voit une bulle de temps en temps et quand il y a une bulle ? Alors, on disait que plus on met de matière plus ça met de temps à couler, donc on avait construit une loi, et là ?
2913	A1	Mais là c'est un liquide aussi.
2914	E	On met plus de matière.
2915	A8	C'est pour ça que quand on a fait les sabliers tu ne nous as pas proposé l'eau.
2916	E	Voilà. Et maintenant qu'on a travaillé sur l'air on peut le faire. Et maintenant est-ce qu'on peut maintenir cette loi ?
2917	A2	En précisant un solide.
2918	E	Donc on va changer et qu'est ce qu'on va dire ?
2919	A2	J'ai une question. Est-ce que au bout d'un moment ça va s'arrêter ?

2920	E	Regardez ce qu'il se passe. J'ai un petit peu d'air qui passe dans un peu d'eau qui coule. Mais il y a un problème d'étanchéité.
2921	A2	Mais est ce qu'au bout d'un moment ça ne goutte plus ?
2922	E	Qu'est ce que vous en pensez ? Qu'est ce qu'il faudrait que je fasse pour être sûre de ça ? On voit que ça fuit à l'extérieur donc il faut que je fasse quelque chose de parfaitement…
2923	Tous	Etanche.
2924	E	Si j'ai quelque chose de parfaitement étanche et ben j'essaye ? Comment on fait pour savoir ?
2925	A3	On le fait.
2926	E	On le fait et on regarde. Qu'est ce que vous prévoyez ?
2927	A2	Ben que ça va s'arrêter.
2928	E	Vous prévoyez que ça ne coulera plus du tout et que l'eau restera en haut.
2929	A2	Et si tu fais un trou là…
2930	E	Attendez, si je fais un trou en haut qu'est ce qu'il se passe ?
2931	A4	L'air va sortir…
2932	A5	Il faut le faire en bas.
2933	E	Là je suis en train de faire une évaluation formative hein.
2934	A4	L'air il va sortir et laisser la place à l'eau. Mais il faut faire un trou en bas.
2935	E	Alors si je fais un trou en bas qu'est ce qu'il va se passer ?
2936	A7	L'air va sortir.
2937	A2	L'eau va pouvoir sortir.
2938	E	L'air va pouvoir sortir vous êtes sûres si je fais un trou en bas ?
2939	Tous	Oui.
2940	A8	Et un en haut.
2941	A2 9'	Ah c'est pareil que l'ampoule pharmaceutique !
2942	A4	En haut parce que ça va faire un appel d'air.
2943	A2	Il faut deux trous. Avec un trou il ne se passera rien.
2944	E	Alors qu'est ce que vous me dites ? Vous me dites que si je fais un trou en bas qu'est ce que je permet ?
2945	A2	A l'air de sortir et à l'eau de prendre sa place.
2946	E	Est-ce que ça permet à l'eau de prendre sa place ?
2947	A5	Non.
2948	E	Non pourquoi ?
2949	A9	L'air ne peut pas s'échapper en fait.
2950	E	L'eau est en haut.
2951	A4	Non il ne va pas s'échapper parce qu'il n'y a rien qui va le pousser et qui va prendre sa place.
2952	E	Alors je fais un trou en bas. Et je retourne.
2953	A4	Il n'y a rien qui se passe.
2954	A5	C'est comme hier quand on faisait un trou ça ne coulait pas et quand on faisait deux trous ça coulait.
2955	E	Alors ici qu'est ce qu'il se passe ? Quand de l'eau coule qu'est ce qu'il se passe ici ?
2956	A6	L'air occupe de plus en plus de place.
2957	E	Il faut que de l'air rentre. Est-ce qu'il y a de l'air qui rentre ?
2958	Tous	Non.
2959	E	Je fais un trou en bas. Pour le moment je bouche les deux trous. Je débouche ça coule. Je bouche un trou…
2960	Tous	Ca s'arrête.
2961	E	Parce qu'il faut qu'ici que de l'air rentre et qu'en bas de l'air sorte pour que de l'eau rentre. Si je fais un lien entre les deux trous.
2962	A4	Un circuit fermé.
2963	E	Si je mets un connecteur imperméable, l'eau peut circuler de l'un à l'autre et je peux mettre en robinet. Donc ma loi que j'avais construite elle était comment ?
2964	A9 12'18	Elle était trop large suivant la matière.
2965	E	Il faut que je pose des conditions sur la matière et la matière est limitée aux solides en grains. Et puis là vous voyez si j'introduis ça avec les enfants à la fin on revient sur une loi. On ne peut plus dire la même chose puisqu'il y a une matière pour laquelle ça ne marche pas. Et puis en même temps là j'ai réinvestis tout ce que j'avais fait sur l'air.
2966	A5	Je n'ai pas tout compris.

2967	E	Alors on refait.
2968	A5	Moi je pensais que si on faisait un trou en haut ça faisait appel d'air et que l'eau allait couler.
2969	E	Alors la loi qu'on avait construite c'était quoi ? C'était pour faire sortir quelque chose il faut faire rentrer quelque chose.
2970	A5	Oui tout ça je l'avais bien compris.
2971	A7	Par contre si tu mets une tubulure bien étanche entre les deux trous ça fonctionne aussi. Ah oui ça passe d'un endroit à l'autre.
2972	E	L'air qui sort d'un coté…
2973	A7	Et oui il rentre de l'autre coté.
2974	E	Vous avez compris ?
2975	A5	Oui oui.
2976	E	Donc c'est une évaluation formative. C'est-à-dire qu'on avait l'impression oui mais on fait les choses, c'est pas simple ça prend du temps. C'est pour ça qu'il faut y aller doucement.
2977	A2	Il ne faut pas arriver avec des observations trop complexes à faire.
2978	E	Alors il faut choisir effectivement.
2979	A2	Il ne faut pas qu'il y ait 36 trucs.
2980	E	Oui alors il faut avoir préparé du matériel. Je vais organiser mon matériel de manière à ce qu'on puisse extraire des lois. On a fait des aller-retours entre du général et du particulier. Est-ce que l'astrologue fait ça ?
2981	A4	Non.
2982	E 15'	Alors c'est discutable parce qu'il peut avoir une loi qui lui dit que quand Vénus est à telle position par rapport à telle autre j'écris ça. Mais est ce qu'elle évolue celle là ?
2983	A	Non.
2984	E	Et s'il y a quelqu'un qui lui dit ah ben non moi mon horoscope n'était pas bon aujourd'hui qu'est ce qu'il fait ?
2985	A4	Il ne change pas sa loi.
2986	E	Alors que nous qu'est ce qu'on fait ?
2987	A4	Est-ce que pluton est une planète pour eux ?
2988	E	Ce n'est pas leur problème quelque part. Pour eux la position de Pluton compte ou pas. D'ailleurs elle ne compte pas parce que la plupart des astrologues utilisent des choses qui datent du 17ème siècle et Pluton a été découvert bien plus tard. Mais je change d'astrologue, je n'ai pas le même horoscope ça c'est... On change d'expérimentateur vous on a... Ici avec mon matériel, je change l'expérimentateur j'obtient la même chose. Donc maintenant qu'on a discuté un peu de ça, qu'est ce qui vous aiderait maintenant à distinguer ce qui relève de la science et ce qui n'en est pas ? A quoi vous pourriez être vigilants maintenant ?
2989	A4	Il faut que ce qu'on énonce soit vérifiable par tout le monde et dans des situations différentes.
2990	E	Alors oui, là en fait ce que je suis en train de vous proposer c'est de transformer des éléments de méthodologie que je vous ai fait passer pendant le stage, ben ces éléments de méthodologie peuvent être utilisés comme critères. Un critère de scientificité c'est quoi ? C'est quelque chose qui, s'il n'est pas vérifié, c'est que ça n'est pas de la science. Par contre si il y est on ne peut pas dire. Si ce n'est pas rempli cela n'en est pas c'est sûr, si mon critère est vérifié je ne peux rien dire de plus, je ne sais pas. Si mes mots changent au fur et à mesure que je travaille est ce que c'est de la science ? Non. Par contre si mon mot ne change pas de sens est ce que c'est de la science ?
2991	A2 18'	Ca peut.
2992	E	Ca peut mais ça peut ne pas. D'accord ? C'est ça un critère. Ca peut être de la grammaire, le verbe c'est toujours pareil. Donc un critère c'est s'il n'est pas rempli cela n'en est pas, s'il est rempli je ne peux pas dire. Donc ce que vous êtes en train de me dire c'est que si ça dépend de l'observateur est ce que c'est de la science ?
2993	Tous	Non.
2994	E	Si quand je fais deux fois ce que je pense être la même chose mais que je ne trouve pas le même résultat est-ce que c'est de la science ?
2995	A5	Oui si on recommence.
2996	E	Donc si on refait la même chose on trouve le même résultat et si on ne trouve pas le même résultat…
2997	A3	Ben c'est quand même de la science.
2998	A2	Oui dire qu'on ne trouve pas le même résultat.
2999	E	Alors est ce qu'on va pouvoir obtenir un résultat ? Est-ce qu'on va pouvoir donner un résultat si quand on fait la même chose on ne trouve pas la même chose ?
3000	A2	Il faut toujours donner le même résultat.

3001	E	Alors on va donner des résultats différents et on va en conclure quoi ?
3002	A4	Qu'on ne peut pas donner de résultat.
3003	E	Qu'on ne peut pas conclure.
3004	A4	Ce n'est pas pour ça qu'on n'aura pas fait quelque chose de scientifique.
3005	E	Alors on aura suivi une démarche scientifique mais elle n'aboutira pas à une réponse. Donc on peut suivre une démarche scientifique et qu'elle n'aboutisse à rien. Donc on peut toujours se poser des questions, ces questions là on peut appliquer la démarche qu'on a mise en place ensemble dessus, est ce que le résultat sera scientifique ou pas ? Si quand on fait la même chose, tout le monde obtient la même chose, on obtient un résultat qui sera intégré dans la science mais par contre si on obtient des choses différentes...
3006	A3	On ne peut rien établir.
3007	E	Donc on n'en conclut rien.
3008	A4	Oui mais ça se peut aussi, je veux dire ce n'est pas…
3009	E	Ah oui ça se peut. Ca arrive tout le temps. Quand les chercheurs font des recherches ils font des choses et n'aboutissent à rien. Ca est-ce que ça reste dans les livres ? Finalement nous on ne récupère que les choses qui remplissent ce critère là.
3010	A8 21'17	On en vient à dire que finalement la science c'est bien carrée, c'est une démarche scientifique.
3011	E	Alors c'est quoi cette démarche ? Elle respecte un certain nombre…
3012	A5	D'étapes.
3013	E	Alors d'étapes oui mais ça serait plutôt des critères finalement. Si on est dedans on le prend, on l'accepte comme un résultat scientifique et si on n'est pas dedans on ne l'accepte pas comme un résultat scientifique. Et donc pour accepter quelque chose comme un résultat scientifique je vérifie quoi ? On va vérifier que cela ne dépend pas de l'observateur, donc ça c'est un critère. Le critère c'est tous les observateurs voient la même chose. Sous réserve que ce que j'ai considéré comme important, ces choses là sont les mêmes chez l'un et chez l'autre. Donc ça, ça va être de la science. Quoi d'autre ? Avec ce qu'on a fait est ce qu'il y a d'autres choses qui sortent ? Donc évidemment vous l'avez dit dès le départ, si c'est quelqu'un qui le dit et que c'est parce que c'est lui qui le dit, c'est parce que je m'appelle Einstein, est ce que ça ça marche ?
3014	A3	Non.
3015	E	Non donc on va confronter des discours à l'expérience. Et si on a pas de liaison entre les deux c'est l'expérience qui prime. Donc un critère c'est la primauté de l'expérience. On refuse l'argument d'autorité et on donne la primauté à l'expérience s'il y a contradiction entre l'expérience et le discours. Tant qu'il n'y a pas contradiction tout va bien.
3016	A6	Ce matin on a quand même vu à un moment, quand tu nous a montré, il y a quand même eu primauté du discours sur l'expérience.
3017	E	Oui et est ce qu'on a fait de la science à ce moment là ?
3018	A6	Non.
3019	E	Quand je vous ai balancé des choses je n'étais pas en train de faire des sciences. On parlait de science. Ce n'est pas la même chose. Est-ce qu'il y a d'autres choses aussi ?
3020	A6 24'10	Je me disais, quand tu dis à un moment donné qu'il y a des questions stériles qui sont "pourquoi", "qu'est-ce que c'est", comme tu dis si on y répond tout de suite on ne peut pas mener une investigation donc ce n'est plus une expérimentation scientifique c'est du savoir que l'on donne. Si l'expérience était menée et qu'on a encore une question comme ça est-ce qu'on peut donner le savoir ?
3021	E	Alors qu'est-ce que vous en pensez ?
3022	A6	Avec ces questions on ne peut pas mener d'expérimentation. Par exemple on voit que l'eau se transforme en glace mais on ne peut pas montrer pourquoi.
3023	E	Alors déjà d'expérience, il y a les gamins qui vont se focaliser sur une nouvelle question qu'on a posée et ils l'auront oubliée. Donc ça ça nous arrange. Maintenant si cette question revient, est ce qu'on peut savoir dans le cadre de la classe ? Non on ne peut pas savoir. Rien n'empêche d'aller regarder dans les livres. Maintenant est-ce qu'on comprend ou pas ce qu'il y a écrit dans les livres ? La réponse ça va être le plus souvent non. Ca veut dire qu'il y a des choses qui nous manquent pour comprendre. On peut lire, on peut accepter donc là on fait appel à l'autorité mais ça on va le garder dans la tête et puis quand on va grandir on pourra peut être y répondre. Peut être aussi qu'on ne peut pas y répondre parce qu'il n'y a pas de réponse. Est ce que la démarche qu'on est en train de dire ça permet de répondre à tout ?
3024	A2	Non.
3025	E	Pourquoi je suis amoureux ? Qu'est ce qui fait que je suis amoureux ? On peut mener des démarches scientifiques là-dessus. On peut mettre en place des expériences en essayant de voir si je change l'observateur, regardez tout ce qu'il y a à prendre en compte c'est très

		compliqué. En posant tous les critères est ce qu'on peut aboutir à une réponse ? Non. Donc il y a des questions qu'on peut poser, simplement il y en a pour lesquelles, avec notre démarche, on va pouvoir arriver à une réponse et d'autres non. Et celles où on n'y arrive pas, au lieu de mentir, c'est compliqué et pour le moment je ne peux rien dire. Il y a des choses sur lesquelles je ne peux rien dire en termes de sciences. Maintenant il y a des gens qui ont d'autres réponses dans d'autres registres. Pourquoi je suis sur Terre ? La science, avec ces critères là ne donne pas de réponse, la religion en a.
3026	A4 28'20	Est-ce que la nécessité de divulguer, de communiquer ses connaissances c'est nécessaire à la science ? Parce que là je prends ton exemple de l'eau bout à 100°C, si ça reste, si ça intéresse 20 personnes on ne va pas pouvoir euh tu vois ? Il faut aussi informer pour accepter d'être conforté ou contredit.
3027	E	Qu'est ce que vous en pensez les autres ?
3028	A4	Parce que la science toute seule dans son petit labo…
3029	E	Alors est ce qu'on peut faire de la science tout seul dans son petit labo ?
3030	A5	Oui mais en se confrontant.
3031	A3	Ben non puisqu'on n'a pas vérifié auprès des autres.
3032	A5	Ben il faut les confronter avec quelqu'un d'autre.
3033	E	On peut faire des choses, on peut être génial et trouver plein de choses mais on ne sera pas pour autant scientifique. On peut être savant génial et ne pas être scientifique. Parce qu'être scientifique ça va vouloir dire faire des sciences, ça va vouloir dire qu'on va confronter, on va échanger.
3034	A2	On se remet en cause en fin de compte.
3035	A5	Oui parce que ce qui fait avancer la science concrètement c'est que quand on a établit un principe, on a vérifié que tout à coup un jour ça ne se modifie plus.
3036	A6	Sinon l'humanité n'aurait pas avancé.
3037	E	Donc là vous êtes en train de me proposer un autre critère qui est que quand on va faire des sciences, on va construire des généralités et une fois qu'on a construit ces généralités on n'en reste pas là. On va les tester, on va continuer à les utiliser dans plein de cas particuliers et le scientifique vous devinez ce qu'il cherche à faire. Il essaye de voir jusqu'où il peut aller au loin. Et quand sa généralité ne fonctionne plus qu'est ce qu'il fait ? Il saute de joie et il dit que ça veut dire que sa généralité n'est pas si général que ça. Ca veut dire que je n'ai pas tout compris et on est reparti pour un tour. Donc faire des sciences c'est chercher à construire des choses générales et une fois qu'on a construit ces choses générales, les réutiliser dans des cas particuliers pour voir à quel point ça marche bien.
3038	A7 31'20	Donc si j'ai bien compris, quand j'ai testé quelque chose dans ma classe, ça a marché, je vais taper aux portes des classes et je fais un micro jardin des sciences.
3039	A3	Ou alors on peut en conclure que sa loi fonctionne avec tel ou tel critère. S'il le dit.
3040	E	Ah ben oui. Quand on écrit quelque chose ce qu'on va faire c'est quoi ? L'idée c'est qu'une autre personne ailleurs puisse refaire. Donc pour qu'il puisse refaire ailleurs lui dire tout ce qu'il faut, on appelle ça les critères d'exhaustivité. Il ne faut pas qu'on oublie un paramètre.
3041	A4	Mais des fois on en a oublié un pas par oubli mais parce qu'on ne savait pas qu'il existait.
3042	E	Oui par ignorance. Et donc ça ne va pas marcher et là on va se dire qu'on a oublié et on va chercher. Donc on a un aller retour permanent entre le général et le particulier. Et puis on est conscient de quoi quand on fait des sciences ? Vous m'avez dit c'est trop compliqué. C'est à dire qu'on va extraire de ce qui nous entoure, des choses sur lesquelles on va se pencher. Ca c'est essentiel et souvent on l'oublie. Est ce qu'on parle du monde tel qu'il est ? Non on fait de la fiction quand on fait des sciences parce qu'on va simplifier le monde, on va dire moi je ne vais pas me préoccuper de la couleur, de la position de la lune dans le ciel... je travaille sur une représentation simplifiée du monde, qui est celle qui m'intéresse. Et puis si ma représentation simplifiée l'est trop dans ce cas là je la complexifie. Mais quand je fais des sciences je navigue entre quelque chose de compliqué, le monde et puis...
3043	A9	En fait on fait abstraction de certains éléments.
3044	E	Voilà on fait des choix. On choisit des choses qu'on va appeler des paramètres. Des choses qui sont essentielles pour nous et qui, en variant, peuvent nous donner des résultats différents. Euh on fait autre chose aussi. On a fait un truc dans ce qu'on faisait. Vous m'avez dit hier que si je remplace la petite bouteille par une grande ça ne changeait pas. C'est à dire que ce qu'on va essayer de faire c'est de construire des choses qui sont robustes. C'est à dire que si je change un petit quelque chose qui n'est pas essentiel ça marche quand même.
3045	34'05	Ca on aime bien faire ça parce que si on a des tas de petits machins on en a des tonnes. Vous avez des questions par rapport à ça ? La discussion là, est-ce que ça vous donne un éclairage nouveau ?
3046	A4	Ca synthétise en fait tous ce qu'on a…
3047	A4	Ca fait appel à des choses qu'on a faites et ça permet de mieux les assimiler. On assimile la

		notion.
3048	E	Vous voyez tout ça on en a parlé pendant… Est-ce que j'ai essayé de vous faire passer ça pendant le stage ?
3049	Tous	Oui.
3050	E	Est-ce que toutes les questions ont le même intérêt ? Il y a des questions où on peut trouver la réponse et des questions qui sont posées d'une façon telle que finalement on ne va pas pouvoir avancer. Donc faire des sciences c'est aussi essayer de trouver une question, formuler la question de façon à ce qu'on puisse trouver quelque chose. Et ça c'est un gros travail. On a essayé, on a travaillé ensemble là dessus. Tout à l'heure avec les engrenages, quelle question on s'est posée pour pouvoir essayer d'y répondre ?
3051	A9	Ca c'est un sacré travail. Tu vois moi j'ai réalisé ça. Je me disais les sciences c'est facile, tu apportes du matériel et tu expérimentes. Mais ces petites pages là, poses-toi les bonnes questions. Et à la limite, imprègne toi de ces questions pour ne pas utiliser n'importe quel langage. La façon de formuler les choses c'est vraiment important.
3052	E 37'15	Vous êtes d'accord avec ça ?
3053	A6	Oui tout à fait c'est ce qui me parait le plus difficile. Que les enfants qui sont animateurs pendant le jardin des sciences qu'ils soient effectivement capables de faire le tri des bonnes questions et de ne pas partir dans toutes les directions.
3054	E	Alors, dans le livre, j'ai systématiquement formulé les questions. C'est pas pour qu'elles soient formulées différemment c'est parce que cette formulation là elle marche. Donc aménagez évidemment suivant les enfants mais c'est une chose qui est rarement faite et c'est pour ça que j'ai fait ce bouquin. Tout à la fin j'ai fait un plan méthodo sur la mise en place de la démarche avec une liste de questions.
3055	38'05 à 40'15	*Discussion sur le jardin des sciences et sur le livre.*
3056	E	Alors vous voyez moi ce qui m'interroge un peu c'est que quand vous m'avez répondu là, quand vous pensez démarche, vous pensez systématiquement je pose les questions, j'émet des hypothèses, je cherche la réponse et je trouve. Alors ça c'est vrai, c'est ce qu'on fait tous mais ça vous voyez c'est général et c'est important. Enfin ce qui est important c'est j'émets des hypothèses et je confronte à une expérience que je vais expliquer. Et puis à partir de là je prends les deux et je tranche toujours en faveur de l'expérience. Vous m'avez ressorti ça plusieurs fois sans forcément vous être imprégné de ce que je disais sur la robustesse, sur l'aller retour du général au particulier... Est-ce que vous avez une idée de la raison pour laquelle ça finalement ça ne vous pas... est-ce que c'est parce que c'est tout neuf ? Ou est-ce que c'est parce que ce schéma est tellement ancré dans votre tête que vous pensez ça et pas le reste ?
3057	A3	Il faut laisser de la place au tâtonnement.
3058	A6	Voilà, ce que j'ai réalisé c'est qu'il faut laisser plus de temps pour la découverte. Pour les engrenages, voilà débrouillez vous.
3059	E	Alors j'ai volontairement terminé sur les engrenages. Votre réaction d'hier m'a mis un énorme signal d'alerte en tête. Il y a différentes étapes mais ce n'est pas linéaire c'est ça que je veux dire. Vous avez vu ce qu'on a fait ? Vous êtes parfois partis dans tous les sens
3060	A2	Le tâtonnement c'est quand ils se posent une question à tester par eux même.
3061	E	On peut avoir l'inverse aussi. Sur les engrenages on va commencer par faire des choses et c'est à partir de ça qu'on va…
3062	A4	N'empêche qu'il y a un cadre avec les étapes et il ne faut pas en griller une.
3063	E	Les étapes dans le bouquin c'est volontairement pas mis à la queue leu leu.
3064	43'50 à 47'40	*Discussion sur les étapes d'une expérience exposées dans le livre.*
3065	E	Moi mon but c'est de remettre en cause les idées que vous aviez. Je fais en sorte que les choses qu'on fait entrent en conflit avec ce que vous avez dans la tête. Donc les démarches qui sont mises en place ici elles fonctionnent par mise en place de conflit. Aux enfants c'est pour ça que je demande de dessiner, ben on n'a pas trouvé la même chose, on n'est pas d'accord et si on n'est pas d'accord comment on fait pour savoir ?
3066	Tous	On essaye.
3067	E	Donc on en a dans tous les sens.
3068	A5	C'est aussi une leçon d'éducation civique. Il va y avoir de la tolérance, on n'est pas d'accord…
3069	E	Et ce n'est pas celui qui parle le plus fort ou la tête de classe qui a forcément raison.
3070	A9	Mais c'est vrai que ça remet en cause… parce que moi il y avait vraiment les étapes.
3071	E	Après on peut très bien le faire mais ce n'est pas que ça. Le problème c'est la voie unique vous voyez ? C'est oui suivant les cas on va partir dans un sens.

3072	A9	Voilà et suivant l'explication il vaut mieux partir de patouiller, j'essaye et là tu vas faire émerger une question plutôt que de donner une question tout de suite.
3073	E	Tout à fait.
3074	A4	Pour l'électricité on n'a pas patouillé.
3075	A9	Tout dépend du niveau des enfants et des prérequis.
3076	E	Donc ça dépend de ce que connaissent les enfants. Quand on parlait des sabliers, la première chose qu'on va faire c'est leur ficher la paix et jouer avec du sable parce qu'ils en ont envie. Et puis ils vont constater, ils vont jouer avec l'entonnoir, ils vont le remplir.... et on va regarder déjà des choses.
3077	A9	On va faire émerger des questions.
3078	E	Et voilà, enfin non la question va émerger autrement, c'est en sport on va utiliser les sabliers et tout.
3079	A2	Par rapport à ta première question, quand ? Le gamin il peut très bien, dès la petite section de maternelle comprendre les transvasements de la semoule et tout ça et peut-être déjà se poser… il aura vu des trucs, est-ce qu'il n'est pas déjà en train de faire des sciences ?
3080	E	Alors moi ce que je vous propose. On a posé un certain nombre de critères…
3081	A2	Sans que tu dises aux gamins de maternelle "alors tu vois ?", le laisser tout simplement faire et il a peut être ce cheminement là.
3082	E	Alors ça va être quoi de faire des sciences à l'école ?
3083	A3	Ben c'est une question que vous avez posée aujourd'hui.
3084	A5	Répondre à des questions.
3085	E	Alors est ce que c'est répondre à des questions en émettant des hypothèses ? Est-ce que ça va être faire des sciences dans tous les cas ? Moi ce que je vous propose et on va finir là-dessus. Je vous ai proposé un certain nombre de critères oui ? Le refus d'argument d'autorité, c'est pas parce que je le dis que c'est comme ça. Primauté de l'expérience, j'ai le choix entre un discours et ce que je fais, ben je privilégie ce que je fais. Reproductibilité, c'est à dire que tout le monde dans la classe peut voir la même chose et si on refait les choses on trouve le même résultat.
3086	3'	Robustesse c'est si je change quelque chose qui n'est pas essentiel, je ne fais pas exploser mon résultat.
3087	A4	Ca se ressemble reproductibilité et robustesse.
3088	E	Reproductibilité c'est que je fais la même chose plusieurs fois alors que robustesse c'est si je change un petit quelque chose… et j'extrais quelque chose de général. Il y a aussi le fait d'aller du général au particulier. Je vais ressortir que c'est plus lourd, c'est lourd qui compte. Et puis le lourd je vais le refaire faire sur d'autres choses. Donc je vais tester sur des machins puis je vais faire avec de la pate à modeler et ça marche toujours. Donc un autre critère c'est je vais faire des aller et retours entre le général et le particulier. On navigue entre les deux. Autre chose aussi, c'est que je suis conscient, en tant qu'élève, que je ne travaille pas sur le monde entier, que je travaille sur quelques éléments. Donc je travaille sur une représentation. Quand je suis avec vous, j'ai navigué entre le monde physique et un discours de fiction. Et quand je fais des sciences je fais ça, je navigue entre différents niveaux. Je navigue entre le dessin ou le schéma et ce que je vois. Bon c'est déjà pas mal ça. On peut se dire avec les enfants que si je vérifie tout ça... quand on a travaillé ensemble, est ce qu'on a vérifié que... si on a tout vérifié c'est qu'on a fait des sciences. On peut décider aussi que s'il y en a un qu'on n'a pas vérifié, on n'a pas fait de sciences. Après ça va être à vous de fixer votre définition de la science, finalement elle va dépendre des critères que vous allez fixer. Avec les petits on peut par exemple décider de se fixer comme critère tout simplement, moi, je considère que j'ai fait des sciences quand je vérifie le critère primauté de l'expérience et le critère reproductibilité. Je décide de ça. Je considère donc que j'ai fait des sciences quand j'ai vérifié ces deux là. Même si je n'ai pas vérifié les deux autres ce n'est pas grave pour moi. Et puis les enfants ils ont bien compris ça et maintenant j'en rajoute un autre. Donc ce qui était de la science avant ça n'en est plus puisque j'ai rajouté un critère.
3089	A3	C'est normal en grandissant.
3090	A4 6'	Même nous entre cycle 2 et cycle 3 c'est pas du tout la même chose pour eux.
3091	E	Donc moi ce que je vous propose c'est ça. C'est un outil que je vous propose, je ne sais pas ce que vous en pensez. Est-ce que vous pensez que ça peut vous être utile ou pas ? Mais pour savoir où vous en êtes parce que savoir si je fais des sciences ou pas ça peut être ça. C'est instit dépendant mais on peut se mettre d'accord dans l'école aussi. Moi dans ma classe quand je vérifie ces deux critères là je fais des sciences. Mais je sais bien que c'est pour le moment et que ça va évoluer au cours du temps.
3092	A9	Donc pour les tout-petits de trois ans, si je me suis mis comme critère la reproductibilité du transvasement, s'ils le font tous ça veut dire qu'ils font des sciences ?
3093	E	Oui. Alors souvent on va s'en choisir au moins deux.

3094	A9	On ne sera pas dans la primauté parce qu'ils ne sont pas encore dans ce concept là c'est difficile enfin tu vois.
3095	E	Si à chaque fois qu'ils disent quelque chose tu dis "comment on fait pour savoir ?", on essaye et que si c'est pas pareil que ce qu'on disait je choisis ce qu'on a fait, tu es dans la primauté de l'expérience. Et je pense que ça c'est sans doute la première chose qu'on peut installer. La reproductibilité effectivement je pense que c'est quelque chose que vous pouvez mettre facilement en place dans vos classes.
3096	Tous	Oui.
3097	E	Après, dans les choses que vous pouvez mettre facilement en place…
3098	A9	Je pense la robustesse.
3099	E	Voilà la robustesse ça peut pas mal se faire. Faire des aller retours entre général et particulier c'est peut être déjà plus pour le cycle 3. Donc on peut construire ça. On peut aussi se dire qu'on va être attentif à ça mais pour nous on fera des sciences quand on aura ce critère là et puis des fois celui là. Et au bout d'un moment on imposera les quatre. Et donc votre définition de la science va dépendre des critères que vous vous fixez vous. Vous vous choisissez ces critères là, alors ça peut être pour trois mois hein. Pour trois mois je fais ces deux là et puis ensuite j'en rajoute un autre.
3100	A2	Il y a peut être des fois où ça émerge sans qu'on le veuille.
3101	E	Ca vous est arrivé pendant qu'on travaillait ensemble. Et dans ce cas là qu'est ce que j'ai fait ? J'ai sauté dessus hein. Simplement j'ai essayé de le rendre aussi explicite que possible. N'empêche qu'on a eu besoin d'en discuter ensemble pour mettre au point. Mais on va expliciter ces choses. Et je pense qu'avec les enfants il faut expliciter.
3102	A2	Et est ce que ces critères… vous dites pour trois mois… dans un domaine on peut prendre un critère et dans un autre domaine élargir ?
3103	E	Dans ce cas là ce que vous pouvez faire aussi c'est vous fixer sur un noyau toujours le même et puis on peut en rajouter au fur et à mesure. Et dans ce cas là, peut-être choisir certaines activités qui permettent d'en valider quatre après avoir fait les activités qui permettent d'en valider trois. Comme ça on a une progression, il faut en rajouter à mon avis c'est mieux.
3104	A2	On est quand même dans l'idée que tout peut ressortir en discutant avec les élèves et te retrouver à faire un truc que tu n'avais pas prévu. Et ça serait dommage de ne pas le faire quand ça a émergé.
3105	E	Là ce que vous venez de dire, c'est ce que vous allez faire émerger comme critère mais pas forcément de scientificité. Un critère de scientificité que vous fixez, s'il n'est pas vérifié vous ne faites pas de la science. Mais vous pouvez en vérifier plus des critères. Si vous vous dites que vous considérez que c'est de la science si vous vérifiez la primauté de l'expérience et la robustesse par exemple, ben en plus aujourd'hui on a travaillé sur l'aller retour entre du général et du particulier, ben de toute façon c'est de la science puis qu'on les a vérifiés et on a vérifié un autre critère. Mais ce critère là on n'a pas dit que si on ne le vérifiait pas c'était pas de la sciences. Donc ça ça ne pose pas de problème.
3106	A3 12'	Je pense que les trois c'est déjà très bien.
3107	A2	Oui mais là c'est surtout pour ceux qui en auraient, qui n'en auraient envisagé que deux, si le troisième apparait il faut qu'on soit prêt.
3108	E	Bien sur et on va l'expliciter. On va dire que quand on a fait ça on a eu besoin de… on s'est assuré qu'on a changé quelque chose et que ça ne changeait pas. Et on peut renvoyer la question aux enfants, est ce que vous pensez que c'est important de s'assurer que si je remplace les boulons par machin ? Là les enfants vont peut être vous dire que oui c'est important parce que comme ça on est plus sûr que c'est le poids qui compte. Est ce que c'est plus scientifique si ? Et si ils répondent oui parce qu'on a rajouté ça, là c'est gagné. Mais pour le faire il faut être...
3109	A7	C'est pas facile parce qu'il faut avoir vraiment en soi la démarche scientifique. On a l'impression que c'est évident si ça marche comme ça. Et ça c'est pas scientifique de penser comme ça.
3110	E	Tant qu'on ne l'a pas vérifié.
3111	A7	Et oui mais moi souvent je réagis comme ça.
3112	A2	Par exemple pour les engrenages il ne faut pas leur dire, attends la couleur on s'en fout ! Non il faut qu'on essaye.
3113	E	Si vous faites ça régulièrement vous allez en tirer des choses. Là c'est génial vous êtes des collègues de la même école, si on se refile les gamins d'une année sur l'autre et que tout le monde travaille dans le même esprit c'est bien.
3114	A2	Nous on travaille à deux en fait, les CP et les ce1. Moi ils auront déjà fait du coup il faudrait qu'on réfléchisse à ce que ça peut apporter le fait d'avoir déjà fait.

ANNEXE 6.K.b.

Réponses des participants du groupe 54 aux questions posées en début, milieu et fin de formation. Les quatre premières colonnes rassemblent les réponses aux questions posées le premier jour, la cinquième colonne les réponses à la question posée en fin de jour 2 et les deux dernières colonnes les réponses aux questions posées en fin de formation.

Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ? (J1)	*En classe qu'est-ce qui distingue les cours de sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec les élèves ? (J1)*	*Vos élèves vont faire un JDS, ils vont donc pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte "pour toi, c'est quoi la science ?" (J1)*	*Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? A partir de quel âge sinon, typiquement ? (J1)*	*Qu'attendez-vous de vos élèves sur le JDS ? Que devront-ils mettre en place pour que l'animation soit le plus scientifique possible ? (fin J2)*	*Ce qu'on a fait ensemble vous aide-t-il à distinguer ce qui relève de a science et ce qui n'en relève pas ? Comment ? (J4)*	*Plus précisément, quels critères précis emploieriez-vous pour qualifier le travail de scientifique ou pas ? (J4)*
Dany Une question scientifique va trouver une réponse grâce à une expérience. Une question philosophique ou politique aura une réponse subjective. On pourra se référer à l'histoire ou aux expériences qu'aura vécues l'homme dans sa vie mais cela restera subjectif	En sciences on ne transmet pas le savoir comme en français (le verbe aller au présent, c'est ça et pas autre chose) ou en maths (1+1=2). On doit supposer quelque chose et le vérifier expérimentalement.	C'est se poser une question, imaginer la réponse possible et vérifier si la réponse est bonne à l'aide d'une ou plusieurs expériences.	Oui, à partir du moment où ils ont acquis le langage. Dès la PS, même avant.	avoir compris les connaissances, amener les enfants à se poser une question et à trouver la réponse à l'aide d'une expérience répétée plusieurs fois pour être sûrs de la réponse, amener les enfants à comprendre pourquoi différents sabliers se vident à des vitesses différentes, faire des expériences en faisant varier un paramètre (quantité de sable). On doit obtenir à chaque fois le même résultat pour déclarer notre conclusion fiable, idem en faisant varier la taille du trou. Globalement, ils doivent induire la démarche suivante : hyp. de départ qui répond à une question que l'on se pose, vérification de l'hyp. à l'aide d'expériences réitérées pour être sûr, l'hyp. doit rester valable en faisant varier 1 ou plusieurs paramètres, conclusion (oui, hyp. vraie), non (hyp. fausse)	Oui. La démarche est très particulière. Je pose un pb., une question, je ne peux y répondre avec une règle sûre qu'après avoir expérimenté et vérifié le résultat de mon expérience. ex : grammaire toujours, la règle je la pose et je l'utilise. Avec Tu, le verbe prend un S, on va la faire apparaître en écrivant plusieurs fois mais avec Tu veux, on a des exceptions donc la règle n'est pas toujours vérifiable.	Question => hypothèse, expérience de départ, expérience plusieurs fois, expérience renouvelée avec des paramètres différents, règle qui est la réponse à la question et qui a été établie et vérifiée de manière sûre par tout le monde

Valérie Vocabulaire particulier, on essaie d'expliquer un phénomène naturel, une loi physique	Point de départ, leur connaissance sur le sujet, mise en place d'expériences pour vérification d'hypothèses, schémas	Quelque chose que j'aime. Pouvoir expliquer un "mystère" que j'ai compris	Oui, avant même d'être scolarisé, dès qu'il manipule	Sans avoir ouvert le livre "sciences à l'école" : qu'ils préparent leur atelier avec anticipation, qu'ils trouvent une question à poser aux visiteurs à propos d'une situation d'observation, qu'ils fassent vivre aux visiteurs une démarche d'investigation pour qu'ils trouvent une réponse seuls, en les guidant.	Oui. Dans le domaine de la science, les questions que l'on se pose face à une situation d'observation doivent être vérifiées par des expériences différentes (en faisant varier un paramètre par exemple), par tous, plusieurs fois.	Scientifique : je crois, je vérifie par l'expérience, nous sommes plusieurs à le vérifier, ce que j'ai observé reste vérifiable en changeant les paramètres, je le fais plusieurs fois, j'admets que je me suis trompé. Pas scientifique : je crois, je suis seul à le vérifier, je me contente d'un paramètre, je le fais une fois, je reste sur ma position
Laure Par le sujet, les auteurs	L'après-midi, c'est clairement annoncé comme des sciences, on se pose une question, on émet des hypothèses et on essaie de trouver des réponses	se poser des questions sur ce qui nous entoure, se demander comment ça marche, chercher, être curieux, trouver des éléments de réponse		qu'ils se posent la bonne question, qu'ils disent aux autres: et bien, essaie ! que les autres donnent la bonne réponse après avoir essayer.	Oui. Au départ je trouvais que le fait d'être curieux, d'observer et de se poser des questions était de la science. Or ceci, les enfants le font pour tout.	C'est scientifique si on essaie mais surtout si on essaie plusieurs fois, dans plusieurs conditions, en changeant de critères (paramètres). On ne se contente pas d'une seule observation, on remet en cause les premières constatations, on peut reproduire notre constat.

Gisèle Il y a une hypothèse de départ, énoncée comme telle ou non, et la conclusion valide ou non cette hypothèse. Le vocabulaire utilisé est technique, précis.	Pour l'instant nous n'avons travaillé que sur le vivant. J'essaie de leur faire formuler des questions auxquelles nous répondons (si c'est possible) d'après des lectures documentaires. Ce que je sais déjà... ce que j'aimerais savoir...	Trouver une réponse à une question, mettre en place une expérience qui réponde à cette (ces) question(s)	Oui	On attend : aucune intervention, pas de manip ou de réponse à la place de, rigueur et méthode, respect de l'ordre des expériences, conclusion. Conduire l'animation pour arriver à une conclusion utilisant un vocabulaire simple, compris par tous mais introduisant le cas échéant un vocabulaire spécifique (soluble, solide...) => avoir un fil conducteur. L'enfant qui mène l'atelier ne doit pas se laisser entraîner dans des questions auxquelles lui et l'expérimentateur ne sauront pas répondre. Il doit être capable de reconnaître les questions (les accepter toutes mais privilégier celles qui ont été vues en classe). Il ne doit pas accepter de réponse sans vérification préalable. Il peut faire dessiner le résultat envisagé puis vérifier pour valider ou non.	Oui. Ne pas s'arrêter aux "idées reçues", à ce qu'on croit savoir et que l'on affirme sans avoir vraiment vérifier, y compris ce que l'on a appris dans les livres ou au cours de nos études.	Partir d'un questionnement de l'enfant ou du maître, émettre une hypothèse, envisager une réponse (orale, écrite, sous forme d'un dessin), essayer, vérifier que cela marche ou non, valider l'hypothèse de départ ou non, réessayer en variant les paramètres, arriver à une conclusion utilisant un vocabulaire précis, accepter qu'il existe des questions sans réponse
Fabienne C'est tout ce que j'identifie culturellement comme tel (sciences humaines, en rapport avec la matière, en rapport avec ce que l'on nomme le "vivant" à l'école)	La mise en place d'expériences, travail en atelier, une grosse préparation en amont	La science, c'est découvrir, prouver par l'expérience	Oui, dès le plus jeune âge		Ce stage m'a appris la distinction entre parler d'un sujet scientifique et avoir une démarche scientifique. A la limite, le plus important n'est pas le fond (la connaissance) mais la forme (la compétence, l'attitude qui mène à la connaissance). Car le fait d'acquérir cette	Un travail scientifique est une activité où chaque idée est vérifiée par l'expérience et validée ou pas. Cette activité est scientifique si elle est accompagnée par un moment de réflexion sur l'action : "qu'avons nous fait ?"

					compétence permet d'être acteur, d'avoir un esprit critique face aux connaissances qui peuvent être des "idées reçues".	
Sabrina Il y a des preuves, des études, démarches scientifiques. On répond à une question posée en justifiant avec des expériences/obse r-vations, des calculs.	On part d'un défi ou d'une question. La démarche scientifique : hyp, exp, observation, conclusion, le dessin de l'expérience	Faire une expérience et trouver des réponses à un "défi". Comprendre ce qui nous entoure.	Oui	Les élèves doivent proposer des solutions, chacune sera validée ou pas par l'expérience. En tant qu'animateur, les élèves doivent laisser leurs pairs tâtonner, les guider sans pour autant donner la solution	Oui. Par la mise en place d'une ou plusieurs expériences après un pb. posé. Une mise en commun des observations, tirer une conclusion (ou pas ! et c'est ça aussi les sciences) "ensemble".	L'envie de chercher eux-mêmes, de vérifier une hypothèse par l'expérience. Partir de ses conceptions, vérifier par l'expérience, validation ou pas. Avoir un vocabulaire précis et une conclusion commune.
Laurence Quelque chose de scientifique est prouvé, démontré par des schémas, formules, des expériences. A été expérimenté avant d'être validé par un "comité"	La mise en place d'une démarche, un projet. On se pose des questions, pourquoi ? le but ? de quoi a-t-on besoin ? discussions... plusieurs solutions ?	C'est expérimenter et démontrer. Apporter des réponses à la question qu'on s'est posé en début de projet. On a compris pourquoi ça marche ou pas.	Oui, instaurer un vocabulaire spécifique permet de singulariser l'activité "sciences".		(Oui) Ce qui est scientifique découle d'une démarche qui met en place un questionnement (ou plusieurs) de départ. On va vérifier si cette (ou ces) question(s) sont "possible(s)" en expérimentant, en essayant pour aboutir à une loi "commune" vérifiée par tout le public. Puis on va "appliquer" cette loi commune. N'est pas "scientifique" ce qui n'est pas vérifié par tout le public, par l'expérience "vécue".	Il faut que les élèves utilisent et adoptent cette démarche de raisonnement. Structurent et construisent leurs savoirs en les confrontant à leurs représentations initiales. Acceptent qu'il n'y a pas forcément de résultats qui s'expliquent.

Clarisse Un pb. scientifique part d'une situation première et évolue en fonction des recherches et progrès scientifiques.	Un cours de sciences part d'une situation posée avec une ou plusieurs questions et les élèves doivent répondre à ces questions en expérimentant, en réfléchissant par rapport à du matériel qui doit les mener à la solution. Les enfants sont actifs dans cet apprentissage. Ils dessinent les étapes de leur expérimentation pour se l'approprier et la communiquer à d'autres.	Ce sont des expériences qui nous permettent de comprendre et d'expliquer des phénomènes physiques	Oui, on peut dès 3 ans faire réfléchir les enfants sur une activité scientifique en posant un problème clair et simple	qu'ils présentent clairement la situation et indiquent le matériel à disposition, qu'ils lancent la recherche, qu'ils soient patients, qu'ils laissent le temps d'expérimenter, qu'ils soient observateurs pour pouvoir relancer l'activité au besoin en fonction des découvertes ou aiguiller sans donner la solution, qu'ils fassent reprendre la démarche de l'expérience peut-être en la faisant verbaliser tout en la refaisant une seconde fois	Oui. en faisant des expériences, en réfléchissant sur ce que l'on fait et comment, ce que l'on peut en déduire. en vérifiant que chaque groupe a trouvé la même réponse et en le testant dans des conditions différentes. On a ainsi obtenu une loi et c'est nous qui l'avons construite. Ce n'est pas un savoir qui nous est donné, c'est quelque chose que l'on peut montrer et tester pour le généraliser.	Il faut que les enfants manipulent pour répondre à la question posée, qu'ils aboutissent à une loi qu'ils sont capables d'expliquer.
Nadine Par le vocabulaire utilisé, les images qui s'y ajoutent.	sous forme de stages. Une semaine sciences : matinées banalisées pour les sciences, expériences... L'après midi on garde nos créneaux sport ou autre. Puis mise en commun en fin de journée (2 à 3 fois dans l'année). Les enfants savent qu'ils vont faire des sciences. Si possible, partir des questions des enfants, de remarques (ex. tâche d'huile dans l'étang, pourquoi cela ne coule pas au fond, ombres dans la cour pendant le sport...), de lectures d'exposés, de présentations	C'est comprendre comment fonctionne un objet, une matière, le monde qui nous entoure, c'est faire des expériences qui permettent d'expliquer des phénomènes.	Comme pour la lecture, même avant de savoir lire au sens décoder/comprendre un texte, un jeune enfant est capable de "lire" un livre à sa manière. Je pense donc qu'il fait des sciences, même sans le savoir, quand il fait et refait la même expérience pour en connaître les conséquences.	Prévoir le matériel nécessaire et qui pourrait être nécessaire selon la direction prise par les enfants "testeurs", préparer les questions précises, le vocabulaire adéquat, la bonne formulation. J'attends de mes élèves que le travail soit bien préparé en amont selon les 2 points précédents.	Oui. Nous avons fait des points méthodologiques, nous avons vu que le vocabulaire employé était important, que la formulation des questions qui guident les expériences était aussi très importante, nous avons vu la différence entre les dessins (empirique) et les schémas (scientifiques). Le travail sur vrai/pas vrai remplacé par possible/pas possible qui va induire une expérience scientifique.	Toujours la précision des questions posées par l'enfant et de la formulation, l'organisation du matériel dès le début pour aiguiller sur le principal, leur capacité à s'éloigner du "lieu commun" mais à ramener la recherche sur le but recherché sans s'éparpiller, être capable de dépasser ses idées reçues et ne s'attarder que sur les faits.

	d'enfants... Certains exposés sont scientifiques (marais salants, volcans, planètes cette année).					
Cathy Par rapport au vocabulaire employé, à la typologie du texte	Par rapport à la disposition de la classe, en groupes. Puis, par rapport au matériel (amené par les enfants ou l'enseignant). Moments de discussions, d'expérimentation, d'essais, puis moments collectifs de confrontation des idées avec dessins des expériences.	J'aimerais qu'ils prennent cela pour un jet, un questionnement , un parcours ludique pour répondre à une question donnée. L'idéal étant que la question soit soulevée par eux-mêmes.	Oui, on peut parler de science dès le plus jeune âge d'après moi. A partir du moment où l'enfant manipule et passe par des essais avant d'arriver à une conclusion sur un phénomène physique, chimique ou autre.	Se poser une question précise au départ et détailler les différentes étapes de l'expérience pour répondre à la question posée. Que les enfants procèdent méthodiquement, qu'ils fassent des schémas clairs. Leur demander d'utiliser les mots précis et qu'ils puissent reproduire les choses pour s'assurer de la robustesse du phénomène.	Oui, le travail effectué ensemble m'a permis de distinguer ce qui est scientifique de ce qui ne l'est pas. Car on a ensemble compris les différentes étapes de la démarche d'investigation scientifique. Se poser une question, émettre des hypothèses (verbalement, par écrit ou par un dessin), mettre au point un dispositif expérimental (matériel), manipuler et déduire un phénomène avec les mots justes. Si cette démarche est utilisée, elle relève de la science.	Si les enfants adoptent une telle démarche avec méthode, ils effectueront un travail que l'on pourra qualifier de scientifique. Qu'ils soient précis, avec un vocabulaire adapté à la situation.
Sabine Le "quelque chose" scientifique montre des schémas, des tableaux, des photos, des chiffres, des dessins, explicite une expérimentation, part d'une question et présente un résumé de conclusions.	Dans un cours de sciences, on fait une expérience, on met la main à la pâte, les enfants patouillent : on sème, on joue à l'eau, on dessine. On se demande ce qui va se passer, on expérimente, on dessine dans le temps (plantation pour voir l'évolution), on essaie et on tire des conclusions.	La science, c'est se retrouver face à un défi : on émet des hypothèses, on vérifie ces hypothèses par l'expérience, on répond au défi : conclusion/des sin.	Oui. On peut parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits et cela dès 3/4 ans : à partir du moment où ils mettent la main à la pâte et qu'ils testent leurs a priori que l'expérience validera ou invalidera => ils ont à ce moment là une	qu'ils sachent expliciter le défi scientifique sans en dire trop en utilisant un vocabulaire scientifique, qu'ils parviennent à laisser les copains manipuler sans intervenir, sans donner d'indices, en laissant vraiment les enfants tâtonner (après avoir recueilli leur hypothèse), qu'ils préparent leur matériel de manière autonome, qu'ils puissent synthétiser les remarques des enfants pour verbaliser la	Oui. Il faut refaire plusieurs fois pour être sûr que le principe scientifique est vérifiable, il faut toujours vérifier l'hypothèse que l'on a émise, il faut laisser du temps aux enfants pour découvrir, "patouiller" et s'approprier les choses => le savoir scientifique se construit de cette	Démarche scientifique, émission d'hypothèses, schémas ou dessins du dispositif, expérimentations, essais, conclusion/répon se au pb. posé, refaire plusieurs fois, accepter que cela ne fonctionne pas comme on

			démarche scientifique, mais il faut qu'elle soit guidée !	conclusion, qu'ils prennent en compte les propositions des enfants qui veulent aller plus loin et faire d'autres essais, qu'ils rangent le matériel en fin de journée, qu'ils restent attentif tout au long de leur moment d'animation, qu'ils suivent vraiment la démarche scientifique enseignée en classe à travers les différents ateliers : émission d'hypothèses par rapport au défi proposé, reproduction de la situation décrite dans l'album avec du matériel adapté, expérimentation, on essaie/ vérifie par l'expérience, on peut conclure, on dessine l'expérience.	manière, il faut pouvoir construire une conclusion ou apporter une réponse au pb. posé (c'est possible ou pas possible ? pourquoi ? comment on l'a vu ? qu'est-ce qu'on pensait au départ ? => démarche scientifique)	l'avait imaginé au départ
Laure Il y a un questionnement de départ. On émet des hypothèses, on met en place des expériences qui vont permettre de valider ou non les hypothèses, on observe et l'on tire des conclusions. ce qui est scientifique a fait l'objet d'expérimentations et est reproductible.	Il y a une démarche à suivre (expérimentale). Les enfants agissent, manipulent. Importance de l'organisation matérielle.	C'est apprendre en s'amusant. c'est découvrir comment les choses fonctionnent.	Oui	Qu'ils soient capables de présenter la situation initiale et de poser la question de départ, d'écouter les hypothèses formulées par leurs camarades (faire émerger les représentations initiales), d'expliciter le protocole expérimental, qu'ils puissent laisser leurs camarades expérimenter sans intervenir (sauf en cas de besoin), qu'ils fassent formuler les observations réalisées par leurs camarades ; qu'ils soient capables de faire émerger une conclusion.	A partir d'un questionnement, je vais pouvoir formuler une réponse seulement si j'ai pu expérimenter et observer ce que j'affirme.	A une question posée, ils vont répondre par "je pense que... mais je vais essayer pour vérifier ce que je dis" Je refais plusieurs fois pour être sûr.

Valérie Une explication scientifique, par exemple, est fondée sur des faits observés et étayés par des arguments eux-mêmes construits à partir d'expériences. entre ces deux phases, des hypothèses ont pu être émises.	Un cours de science se fonde sur une expérience faite par les élèves. Dans un cours de sciences "magistral", l'expérience aura été faite par d'autres (les scientifiques, les chercheurs, etc.)	Une "bonne" réponse serait : c'est quand on fait des expériences et qu'on se rend compte des choses, qu'on les comprend.	Dès la naissance on fait des expériences ! C'est même l'essence de la vie : "je vois, j'observe, je m'interroge, j'essaie... je comprends !" Donc on fait des sciences à tout âge	Formuler une question simple pour que les autres enfants se lancent dans l'expérience pour y répondre, comme une sorte de défi. Que les élèves soient capables de "superviser" l'expérience (sous le regard de l'adulte) sans donner la réponse, qu'ils se transforment en "maîtresse". En amont, les enfants animateurs auront compris qu'il faut inciter les autres enfants à émettre des hypothèses puis à les vérifier en "essayant", par l'expérience.	Oui, car à présent je sais qu'il faut dégager une question précise (Est-il possible que, que se passe-t-il quand... ou si... etc.) qui incitera l'enfant à réfléchir d'abord ("ce que je pense") puis à essayer ensuite, plusieurs fois même pour affirmer la robustesse de sa conclusion.	Ce qui est scientifique est ce qui est vérifiable par l'essai (répété). Mais de ce fait, ce critère de vérification rend indispensable en amont la réflexion (ce que je pense) formulée par une hypothèse (ou plusieurs). Par conséquent, le travail des enfants est scientifique s'il commence par un questionnement, se prolonge par une réflexion (hypothèse) et se termine par l'expérimentation renouvelée (tout cela constituant une démarche).

ANNEXE 6.L.

Transcription de l'animation pédagogique du groupe 67

Formation de 3h réalisée à l'IUFM de Nice, centre Stephen Liégeard, avec un public désigné d'enseignants de maternelle.

Contenu de la formation :

— questionnement initial sur ce qui distingue science et non-science
— utilisation d'un album jeunesse pour introduire une distinction entre démarche faisant appel à l'expertise et démarche d'investigation (*De la Petite taupe qui voulait savoir qui lui avait fait sur la tête,* éd. Milan, 1999)
— mise en activité en s'appuyant sur un travail réalisé par des élèves de GS sur flotte/coule pour mettre en avant la primauté de l'expérience et introduire la reproductibilité et la robustesse (cf. Annexe 2.A., séquences M-10 & M-12).
— utilisation d'albums jeunesse (cf. Annexe 2.A., séquences M-07 & M-11) pour identifier les éléments pertinents et proposer des mises en application des critères dégagés
— présentation d'extraits de vidéos d'une classe de GS et analyse rapide des enjeux de l'extrait (cf. Annexe 7.B. pour la transcription de la vidéo présentée)
— Bilan

1	EB	Allez on y va, bonjour à tous. Bon, on va commencer. Normalement vous êtes 30, donc j'avais tout prévu pour 30, mais voilà, vous n'êtes pas 30. Ce qu'on va faire c'est que l'on va commencer et on va voir s'ils arrivent, et s'ils n'arrivent pas, tant pis pour eux.
2	E1	Au niveau de l'affichage, ce n'est pas ça.
3	EB	Oui mais bon en même temps …
4	E2	Il y a marqué Nice 2.
5	EB	Je sais, mais bon, en même temps, la maison n'est pas si grande que ça pour qu'il vous faille une demi-heure pour trouver un endroit.
6	plusieurs	Et oui ils ont envoyé le mail hier.
7	E1	Il y avait des gens qui avaient prévu autre chose.
8	EB	Bon bref, nous on est là et voilà. Je suis un peu malade alors je suis désolée je ne vais pas pouvoir faire porter ma voix très fort. Si vous voulez, non vous m'avez dit que vous préfériez être derrière…
9	E2	Non de face, de face.
10	EB	Regardez il y a une place devant
11	E2	Non mais je vous entends et je peux prendre la parole il n'y a pas de souci que je sois près ou loin.
12	EB	Ok
13	EB	On est là aujourd'hui pour parler de sciences et de littérature jeunesse, alors moi, vous avez vu mon nom tout à l'heure, je suis Estelle Blanquet je suis formatrice en physique donc je ne vais pas vous faire de biologie aujourd'hui. On va travailler sur la physique. Vous allez voir qu'on peut faire pas mal de choses avec des albums jeunesse — et même sans —, mais on va focaliser sur ça aujourd'hui. Et mon idée, c'est, au bout des 3 heures d'essayer de vous aider à cerner en quoi lorsque vous faites des choses avec vos gamins, vous faites des sciences. Par exemple, quand vous faites des crêpes, est-ce que vous faites des sciences ou de la patouille? Il y en a qui peuvent vous dire en justifiant que c'est de la science. En quoi c'est de la science et en quoi ce n'en est pas, ce n'est pas évident.
14	EB	Donc voilà le jeu ça va être comment vous aider, quand vous faites vos activités de classe, à les rendre aussi scientifiques que possible et en quoi les albums peuvent vous y aider. Voilà mon objectif.
15	EB	Donc on va fonctionner comme ça, je vais commencer par vous demander si je peux mettre des enregistreurs sur vos tables, alors en gros c'est pour vous écouter vous. Après, c'est complétement anonyme, vous vous en doutez, c'est pour vous entendre. Pourquoi ? Je suis actuellement en train de faire une thèse sur la démarche d'investigation et sur les critères de

		scientificité, c'est-ce dont on parlera, et j'ai fait pas mal de choses avec les enfants, mais j'aimerais bien avoir un point de comparaison c'est à dire ce qu'il se passe avec les adultes, comment réagissent les adultes. Je l'ai fait plein de fois sauf que je n'ai jamais enregistré et mon problème c'est qu'en thèse il faut documenter, c'est à dire que si je dis "un tel a dit ça" ça ne marche pas bien car je n'ai pas l'enregistrement qui correspond. Donc je profite globalement de ce que vous allez dire, voilà. Donc si vous voulez bien que je les mette sur la table, ça me permettra à moi d'avoir ce retour là. Cela ne vous pose pas de problème?
16	EB	Donc en parallèle de ça, j'ai mis une caméra là bas.
17	E2	Ah mais moi je ne veux pas être filmée
18	EB	Ah non, mais je ne vous vois pas, vous pourrez aller voir, globalement elle vous tourne le dos : c'est pour qu'elle me voie moi, c'est à dire qu'il y ait ce qui s'est passé, et qu'il y ait ce que j'ai dit. /…/
19	EB	Alors, je vais commencer par vous demander, pour vous, c'est quoi faire des sciences avec vos élèves ? Comment vous savez que vous faites des sciences en maternelle ?
20	E2	Quand on fait des expériences
21	EB	Quand on fait des expériences, dans ce cas là, la question que je vais vous poser c'est : qu'est-ce que vous appelez faire des expériences ?
22	E3	Quand on sème des graines
23	EB	Quand vous semez des graines, ça c'est un grand classique, qui ne sème pas des graines ?
24	E3	Des bulbes
25	EB	Des bulbes, donc voilà on plante, ça revient à ça, on est d'accord, et de toute façon on sait faire. Les gamins c'est de leur âge, ils sont curieux, ils ont envie et je ne dis pas qu'il ne faut pas le faire. Mais il y a des choses que vous faites tous naturellement, en particulier le travail sur le corps humain, et tout ça, ce sont des choses que vous faites facilement ; mais la physique un peu moins
26	EB	Ecrit au tableau (impossible de lire) - alors déjà
27		*Intervention d'un enseignant inaudible*
28	EB	Ah, oui, plein de choses, je ne dis pas le contraire. Qu'est-ce que vous mettez derrière ? Vous m'avez dit que pour faire des sciences, vous faites des expériences. Qu'est-ce que vous mettez derrière les expériences ? Vous semez des graines…
29	E2	Observer, comparer, et faire des hypothèses
30	EB	Qu'est-ce que vous attendez de vos élèves quand vous faites une expérience ?
31		*Des enseignants arrivent et se joignent au cours (7minutes)*
32	EB	Bon pour ceux qui arrivent, on est en train de se demander quand est-ce que l'on fait des sciences avec nos élèves, quand est-ce que vous savez que l'on fait des sciences. Donc, manipuler (vous prenez le train en route) on est en train de voir ce que l'on met derrière le terme expérience, parce que faire des sciences c'est ..... faire des expériences donc faire des expériences, c'est tâtonner, se poser des questions, manipuler, émettre des hypothèses, vous avez d'autres mots qui vous viennent ? Alors est-ce que mon garagiste est un scientifique ? Est-ce que mon garagiste fait des sciences ?
33	plusieurs	Oui il peut faire des sciences, Pas de la physique, de la chimie, si
34	EB	Il fait de la physique ? Est-ce que vous pensez que votre garagiste a ces compétences là ?
35	plusieurs	Il cherche il va rechercher par rapport aux fuites, aux liquides, aux histoires de pression
36	EB	Alors mon garagiste quand il a une voiture en panne, la question qui se pose c'est quoi ?
37	E2	Qu'est-ce qu'il se passe ? Où est le problème ?
38	EB	Voilà il se pose une question. Il va faire quoi ? Il va se dire c'est sans doute parce que le carburateur, parce que machin, parce que bidule oui ? Ça c'est-ce qu'il pense. Ensuite qu'est-ce qu'il va faire ?
39	E3	Il va vérifier que, il va manipuler
40	EB	Voilà il va manipuler, il va tâtonner
41	E4	Il va tâtonner pour trouver
42	EB	Et puis à partir de là qu'est-ce qu'il va faire ?
43	E5	Il va établir la facture, le constat, il va vous dire ça va vous coûter cher
44	EB	Donc il va regarder ce qu'il se passe et à partir de là, ou son hypothèse était la bonne et c'est madame ça coûte tant ou son hypothèse n'était pas la bonne et donc ce qu'il fait
45	E2	Il recommence
46	EB	Il se dit c'est autre chose, et il repart pour un tour. Bon est-ce qu'il a fait des sciences ?
47	Enseignant	C'est de la logique, c'est de la déduction, de l'imagination
48	plusieurs	Il a fait une démarche scientifique, mais il n'a pas fait de sciences

49		C'est une démarche d'analyse, pas de scientifique
50	EB	J'ai pris le garagiste, je pourrais dire la même chose du médecin…
51	Enseignant	du boulanger, de l'électricien.
52	E5	Etre un technicien c'est pas forcément être scientifique, le boulanger va travailler la transformation de la matière
53	E4	C'est la réaction de la matière
54	E6	Je fais des sciences, sauf si l'on considère que pour faire des sciences il faut une recherche, une découverte, une forme d'application, l'application de connaissances mais si faire des sciences c'est découvrir quelque chose, ils n'en sont pas. Si c'est de l'application, ils utilisent des sciences.
55	E3	Il n'en fait pas
56	E6	Ils utilisent les sciences
57	EB	Alors ils utilisent les sciences est-ce qu'ils créent des connaissances ?
58	plusieurs	Non mais les élèves
59	EB	Est-ce que vos élèves vont créer des connaissances ?
60	plusieurs	Mais non
61	E4	Non mais ils se mettent en situation de chercheur vu qu'ils connaissent rien de leurs propres connaissances
62	plusieurs	Ils vont avancer quand ils connaissent les propriétés, les mots
63	EB	Les mots, ils connaissent la science ?
64	plusieurs	C'est cultiver la créativité, utiliser des espèces de système
65	EB	Alors on est dans la même chose, est-ce qu'ils créent ou est-ce qu'ils cuisinent
66	E4	Ben si, parce qu'il y a des chercheurs en cuisine
67	EB	Ok *(elle le note au tableau)*
68	EB	Alors qu'est que vous mettez derrière le mot chercheur ?
69	E4	C'est à partir de la mise en place de la cuisine moléculaire, on a mis en place pour voir ce que ça va donner, avant de le mettre dans l'alimentation, faire un millimètre cube de blanc d'œuf, c'est possible
70	EB	Alors est-ce que vous faites une différence entre un scientifique et un chercheur ?
71	E3	Ah ben oui, il y a des chercheurs en histoire et ça n'a rien à voir avec la science
72	EB	Vous dites que l'histoire c'est différent de la science ?
73	E3	C'est de la recherche mais ce n'est pas forcément scientifique
74	EB	Alors qu'est-ce qui fait que quelque chose est scientifique ? On retombe sur cette question hein
75	plusieurs	Science sans conscience n'est que ruine de l'âme
76	EB	Science sans conscience n'est que ruine de l'âme, oui mais ça c'est autre chose
77	E5	Peut être que la science (*inaudible*) c'est que ……ce n'est pas une vérité unique mais que ce qui n'est pas science… je ne sais pas
78	EB	Qu'est-ce que vous en pensez ?
79	E8	Et la philosophie ? Ca, c'est de l'inconscience totale
80	E7	La science ça repose sur des règles, des lois physiques qui sont établies
81	EB	Là on est passé sur des lois si vous voulez, là on est passé des petits sur autre chose, mais c'est lié vous voyez enfin... est-ce que vous le voyez ?
82	E5	Je ne vois pas où vous voulez en venir
83	EB	L'idée c'est que peut être que pour savoir ce que l'on fait avec les élèves, quand est-ce qu'on fait des sciences avec les élèves, il faut savoir ce que l'on met derrière le mot « science ». Je fais de la cuisine, je sais ce que je mets derrière le mot cuisine. Je fais des sciences, parce qu'on va dire que l'on va faire des sciences, qu'est-ce que je mets derrière « faire des sciences » ? Et si ce que je mets derrière faire des sciences c'est la même chose que ce que je mets derrière… c'est la même chose que ce que mets quand je vais voir mon garagiste ou quand je vais voir mon dentiste, c'est qu'il y a peut être à creuser un peu, non ? Alors c'est-ce que je vais vous proposer.
84	EB	On va essayer de voir comment on peut affiner ça. Ceci dit vous avez énormément d'éléments déjà, une démarche d'investigation — telles qu'elles sont décrites dans les programmes c'est je pose une question, j'émets des hypothèses (si j'en ai ou pas), avec les touts petits, les hypothèses ça va être ....., je fais des choses et puis quoi ? Je regarde ce qui se passe et à partir de là je regarde, je fais, je regarde et je conclus. Si c'est des sciences c'est ici (à destination d'enseignants en retard)

85	EB	Ça, ces logos là vous pouvez les utiliser quand vous travaillez avec les enfants, quand vous faites la démarche. Vous avez, enfin il y en a qui ont des toutes petites sections je crois ici ?
86	un enseignant	Petite section
87	EB	Petite section, les enfants au départ quand ils les utiliseront, vous pouvez, enfin, maintenant avec les appareils photos numériques, vous faites les photos etc. Si on essaie de repérer ce qu'on a fait, si on essaie de leur rappeler quelle est la question que l'on se posait, comment on a fait etc, à chaque fois, on va mettre les logos à côté des différentes étapes et puis, progressivement, on les laissera faire. Bon, vous verrez, au début vous les laisserez faire, ils prendront les logos qui leur plaisent le plus ils ne comprendront pas forcément le sens de ce logo. Mais l'idée, l'idée du travail, c'est, au fur et à mesure de l'année, ça prend 1,2 ou 3 ans c'est pas forcément à la fin de la petite section qu'ils y arriveront, ni même à la fin de la grande section, mais au fur et à mesure, ils acquièrent cette habitude de dire je me suis posé une question allez hop, je me suis posé une question et qu'est-ce que j'ai fait après…
88	EB	On vise à ce qu'ils voient qu'il y a une régularité, une ritualisation de la démarche sauf que c'est pas linéaire, c'est pas tac, tac, tac, tac, ça peut être dans tous les sens
89	E5	Excusez moi on a dit des choses sur chercheur sur scientifique, vous nous avez fait parler, très bien, mais moi j'ai toujours la question en tête et je ne sais toujours pas. Est-ce que on va arriver au bout pour, c'est à dire, en faisant les choses ce matin, est-ce qu'on va arriver au bout de ça ou est-ce que vous allez nous donner la réponse ?
90	EB	On va construire, on va proposer des critères, des critères pour savoir si ce que vous faites c'est de la science
91	E5	Mais est-ce que ça a vraiment un importance de savoir si c'est de la science ou pas ?
92	EB	Ben vous allez le dire vous même vous allez me le dire après, à la fin des 3 heures, vous allez me dire si vous pensez que ça vous a apporté des choses ou pas c'est le but. Vous pouvez complètement être opposés à tout ou partir du principe que tout ce que je vais vous dire c'est des bêtises aujourd'hui, il n'y a aucun problème là dessus, mais ce que j'ai envie d'avoir c'est votre retour par rapport à ça
93	E5	On moi je suis juste en train de me rappeler de mon parcours scolaire qui est peut être vieux, mais les sciences ça ne représente pas grand chose surtout que l'on avait le choix de ne pas en faire
94	EB	Je sais
95	E5	Donc est-ce qu'on est vraiment obligé d'estampiller sciences ? Est-ce que effectivement, dans tout ce que l'on nous demande de faire de découvertes, que ce soit en mathématiques en français on a toujours… on nous demande de faire cette démarche de découverte… est-ce qu'on ne fait pas de la science dans chaque chose ?
96	EB	Et bien c'est la question que l'on va se poser, c'est la question que je posais
97	E5	D'accord
98	EB	C'est la question à laquelle on va répondre — ou pas, vous me direz. Alors on va commencer par un album que je ne vous ai pas donné, et qui est en tout petit. Excusez moi ça la fout mal quand c'est la formatrice (elle éteint son portable). C'est l'histoire de la petite taupe qui voulait savoir qui lui avait fait (incompréhensible). Vous le connaissez tous, est-ce qu'il y en a qui ne le connaissent pas ?
99	E5	*Lève la main*
100	EB	Ah faites passer là-bas *(prend d'autres exemplaires et les donne aux enseignants)* voilà pour ceux qui ne connaissent pas non plus. Alors la petite taupe, alors, comme tous les soirs la petite taupe sortit de terre son museau pointu juste pour voir si le soleil avait disparu et voilà ce qui lui arriva. C'était rond et marron et long comme une saucisse et le pire c'est que ça lui tomba exactement sur le nez splash "mais c'est dégoutant" rouspéta la petite taupe, qui a osé faire tomber ça sur ma tête ? Evidemment personne ne lui répondit. Dis donc le pigeon, lui dit-elle, est-ce toi qui m'as fait tomber ça sur la tête ? Moi ? Mais non voyons moi je fais comme ça. Et là,.... Et le cheval, est-ce toi qui m'a fait sur la tête ? Moi, mais non voyons, moi je fais comme ça et pouh pouh pouh il bombarda l'herbe de ses plus gros..... La petite taupe fut bien embêtée. Et, le lièvre est-ce toi qui m'a fait sur la tête ? Moi ? Mais non voyons, moi je fais comme ça et ra, ta, ta, ta, tata
101	EB	Et dis moi la chèvre, est-ce toi qui m'a fait sur la tête ? Moi ? Mais non voyons (oui je peux pas chevroter aujourd'hui) moi je fais comme ça climp, clang, climp, clang de petits "berlingots" de couleur chocolat dégringolèrent sur la prairie. La petite taupe les trouva fort jolis ma foi. Réponds-moi la vache est-ce toi qui m'a fait ça sur la tête ? Oh mais non voyons, moi je fais comme ça une énorme bouse verdâtre s'écrasa mollement devant les pieds de la petite taupe. Fichtre dit elle heureusement que cette chose là ne m'est pas tombée sur la tête. Dis moi le cochon est-ce toi … ? Moi ? Mais non voyons, moi je fais comme ça et vlouf il balança un petit tas sur l'herbe, beurk la petite taupe se.....hep dis moi, mais il n'y avait

		plus personne sauf deux grosses mouches. Ah, voilà des gens qui vont pouvoir me renseigner. Elle chuchota, qui a bien pu faire cela sur ma tête ? Et les deux mouches n'hésitèrent pas à répondre.
102	EB	Ma chère aucun doute, c'est un chien. Cette fois, elle le tenait le coupable, celui qui avait osé lui faire sur la tête. Henri, le chien du boucher, sa vengeance allait être terrible. D'un bon la petite taupe grimpa sur la tête du chien et ploup une minuscule cacahuète noire atterrit sur la tête du chien. Voilà, justice était faite. La petite taupe radieuse retourna dans les entrailles de la terre, là où visiblement personne ne lui ferait sur la tête
103	EB	Bon autant vous dire que pour ceux qui ne l'ont pas raconté à leurs élèves, les enfants adorent, à partir du moment où on parle du caca et du pipi les enfants sont ravis ; ceci dit les grands aussi… Qu'est-ce qu'on peut faire avec cette histoire ? On pourrait travailler sur les cacas évidemment mais ce n'est pas au programme, ce n'est pas mon objectif. Par contre qu'est-ce qui se passe dans cette histoire ? Si l'on regarde bien…
104	un enseignant	La démarche
105	EB	Voilà tout à fait
106	un enseignant	L'investigation
107	EB	Alors est-ce qu'il n'y a qu'une seule démarche dans l'histoire ?
108	E3	Il y a des intervenants externes aussi
109	EB	Oui alors il y a combien de démarches, combien on identifie ? Il y a une démarche qui prend toute cette partie du bouquin et il y a une démarche qui prend cette partie (elle montre le bouquin). Alors pendant tout le début, que fait la petite taupe ?
110	plusieurs	Elle tâtonne, elle vérifie
111	EB	Donc elle, la question qu'elle pose, l'idée qu'elle a derrière la tête quand elle a un animal devant elle, elle se dit « c'est peut être lui qui m'a fait sur la tête. ». Est-ce toi qui m'a fait sur la tête ? Et comment elle fait pour savoir si c'est lui ou pas ?
112	plusieurs	Elle regarde le résultat
113	EB	Oui et du coup elle analyse les cacas et elle compare, elle fait comme nous. Elle arrive à voir ce qu'il y a sur sa tête, elle compare et voit l'animal et s'il y a désaccord entre les deux, si ce n'est pas la même chose elle conclut que ce n'est pas lui qui lui a fait dessus. A chaque fois elle compare les choses, elle confronte son idée au réel, à ce stade et si ça ne colle pas, qu'est-ce qu'elle fait ? Elle change d'idée. Et puis ensuite qu'est-ce qu'elle fait ?
114	Enseignant	Elle fait appel aux experts
115	EB	Elle fait appel aux experts, elle fait appel aux mouches et là à partir de là l'histoire est réglée. Qu'est-ce que vous pensez de cette histoire, d'un point de vue démarches et apprentissages pour les enfants ?
116	E3	Qui sont les experts ? C'est nous ? Ça m'étonnerait (rire)
117	EB	Alors vous voyez là on a une démarche qui finalement n'aboutit pas et qui est une démarche que nous on va essayer d'utiliser hein la démarche d'investigation c'est ça et puis on a une autre démarche qui est l'appel à l'expertise qui demande de « faire confiance à ».
118	EB	Alors on est d'accord, dans la classe il y a toujours un expert scientifique, c'est vous. Par contre quand on va faire la démarche d'investigation (elle montre le livre) ça, on va être dans une autre démarche on doit se lancer avec les enfants sans jouer à l'expert. Cela veut dire aussi qu'en termes de temps on accepte que ça prenne du temps.
119	Enseignant	On aurait pu penser qu'elle rencontre le chien en premier.
120	EB	Oui. On aurait pu aussi prolonger l'histoire, est-ce qu'on aurait pu faire autrement que de faire appel aux mouches ? Faire autrement que faire appel aux mouches, c'est, elle va croiser un chien et effectivement elle croise un chien et hop. Mais, ah, oui, mais c'est pas moi.
121	EB	Donc, là, on a deux approches différentes : l'approche par expertise c'est l'approche qui fait appel à l'argument d'autorité, je le sais parce que je suis le maître, et ça déjà, pour savoir si vous faites des sciences ou pas, c'est un premier critère. Si à un moment vous dites aux enfants « c'est comme ça parce que c'est moi qui le dis », « c'est comme ça parce qu'un livre le dit », vous faites appel à l'autorité et si vous faites appel à l'autorité, vous n'êtes pas en train de faire des sciences
122	un enseignant	On a facilité à faire ça
123	EB	Je sais bien, alors pour arriver à ne pas faire ça, ce n'est pas simple ceci dit, ça veut dire qu'il faut concevoir des activités telles que les enfants ont un moyen autre que le recours à l'autorité pour trouver la réponse. Et là, ce qui se passe au début c'est facile, on aurait mis un chat ça marchait aussi, là ce qu'il se passe à chaque fois c'est que comment on fait pour savoir comment elle fait pour savoir ? Elle demande elle pose des questions. Nous, on va

		ritualiser : « comment on fait pour savoir, on essaye ». Là si vous demandez à vos gamins comment on fait pour savoir ? Vous dites, on essaye, là, vous êtes dans la bonne direction ça c'est sûr. Et là, ce qui se passe c'est que la petite taupe, entre ce qu'elle dit et ce qui se passe, systématiquement quand il y a contradiction entre les deux elle change son explication : je pensais que c'était toi mais ça et ça c'est pas pareil, et elle donne la priorité à ce qu'elle voit. Vous savez que parfois les enfants ont du mal à changer quand ce qu'ils disent n'est pas comme ce qu'ils voient. Quels sont ceux à qui ça n'est jamais arrivé ça, les enfants refusent d'accepter lorsqu'ils ont vus, d'accepter (*inaudible*) ça c'est un vrai travail de sciences, en science on n'accepte pas ça. En science on donne la priorité à l'expérience. C'est un travail que vous allez faire avec les enfants. Si entre ce que je dis et ce que je fais il y a une différence et bien qu'est-ce que je fais, je donne la primauté à ce que je vois. Alors je fais un tout petit saut sur une activité autre que celle d'un album jeunesse, dont on ne reparlera pas mais je vous invite à être extrêmement prudent, parce que vous le faites souvent c'est ..... Flotte/Coule. Oui pour ceux qui ne l'on jamais fait oui si vous ne le faites pas c'est pas mal
124	EB	Donc voilà typiquement …vous arrivez à voir malgré tout ? On ne voit pas très bien (*projection sur le mur*). Souvent l'idée c'est : on propose des objets aux enfants, ce qu'on va faire c'est que l'on va fournir des éléments, des objets. Alors attention, la seule règle à respecter, enfin il y en a plein mais la seule chose essentielle c'est des objets pas creux, pleins, vous ne prenez que des objets pleins tout ce que vous trouvez sur internet avec de la patte à modeler où je fais des bateaux etc., niet, si vous faites ça vous êtes sûrs de mettre vos enfants en plein dedans. La première chose à faire c'est de construire la notion de « flotter » et la notion de « couler » et si vous avez un objet qui flotte et qui coule et bien là vous n'êtes pas dans la mouise, alors des objets pleins, avec des objets pleins, ça flotte ou ça coule
125	E3	N'importe quel objet
126	EB	Ça vous, vous en moquez, c'est l'aspect, il faut qu'il soit plein, il ne faut pas que l'on puisse le remplir d'un peu d'eau. Si on peut le remplir un peu et bien selon qu'on le remplisse plus ou moins, ça va être compliqué, donc pas d'objets creux des objets que l'on ne peut pas remplir. Un petit pot, (elle en montre un) ça, ça ne va pas elle montre un autre objet : ça ça ne va pas non plus.
127	E4	Non mais comment faire comprendre, par exemple si on prend un gros volume creux et un petit volume plat mais très lourd parce que quelque fois ils vont associer petit et léger, gros et lourd
128	EB	Oui je sais bien
129	E4	Alors ça nous met encore dans les difficultés
130	EB	Oui donc on prend d'abord des choses simples, on prend des objets
131	E5	Un bateau en fer coule, un bateau en bois coule pas
132	EB	Exactement mais ça c'est trop compliqué pour eux au départ, ce n'est-certainement pas comme ça (qu'on commencera) on pourra finir comme ça
133	E5	Le bois ne coule pas sauf le bois exotique
134	EB	Oui sauf le bois exotique mais on se débrouille pour prendre du bois bois, on se débrouille pour prendre du bon bois
135	E6	Normalement on fait l'expérience avant
136	E7	Ce n'est pas évident
137	EB	(Montre des objets) ça ça ira, d'accord c'est une boule de ping -pong, bien sûr c'est vide il y a de l'air à l'intérieur mais pour les enfants, c'est transparent, c'est une boule ça, ça va, un bouchon, le polystyrène c'est bon
138	E4	Oui mais excusez moi vous venez de dire pour les enfants c'est transparent, mais la boule elle est opaque
139	EB	Oui pardon mais pour les enfants ils ne voient pas, ce n'est pas un objet creux, excusez moi, comme quoi ça aussi c'est un critère quand on fait des sciences, mais vous avez raison quand on fait des sciences, il faut éviter d'utiliser, ce n'est pas qu'il faut éviter, c'est qu'il ne *faut pas* utiliser des termes ambigus c'est à dire que les mots ont un sens et un seul et toujours le même, on ne change pas de sens en cours de séance et ça, ça c'est pas facile non plus
140	E4	Non mais c'est très compliqué surtout chez les petits le vocabulaire …
141	EB	Est limité
142	E4	Est limité donc pas de confusion
143	EB	Montre un autre objet : ça non ça va pas vous aider. Pour comprendre les objets qui vont vous aider : des objets pleins. Alors là typiquement des fourchettes en métal, des cuillères en bois mais qui sont assez plates, mais de toute façon, en gros, il faut éviter des objets qui flottent **et** qui coulent
144	E4	Excusez-moi, il m'est venu une idée, vous dites qu'il ne faut pas utiliser d'objets creux, mais si par exemple on prend 10 petites capsules de bouteilles de lait, et que l'on veut faire

		comprendre à l'enfant que plus on met du poids, certaines vont couler, certaines ne vont pas couler
145	EB	Ce sera après, ce sera dans un deuxième temps, il faut commencer par le début, on ne commence pas à faire une séquence en faisant des choses compliquées qui embrouillent les gamins. On commence par des méthodes simples et souvent ce que vous faites c'est que vous mettez tout d'un coup, allez hop et c'est parti. Donc, non, on commence par des choses qui permettent de fixer…
146	E4	Mais c'est dur. Une démarche unique
147	EB	Unique non
148	E4	Pas une démarche unique
149	EB	Mais en tout cas
150	E4	Un protocole
151	EB	Ce que vous voulez construire, il faut être clair, il faut que ce soit clair dans leur tête, pour que ce soit clair dans leur tête, il faut qu'il n'y ait pas d'ambiguïté justement, il ne faut pas que vous donniez du matériel où c'est l'un ou l'autre, vous avez des enfants qui vont vous dire flotte, vous avez des enfants qui vont vous dire coule et vous avez des enfants pour qui ça va flotter et ça va couler sauf que les gamins à ce moment là quand vous commencez les choses, ne sont pas capables de voir que c'est lié au fait qu'il y a plus ou moins de l'eau dedans. Vous allez être obligés de forcer les choses et ils ne sont pas obligés de vous croire. C'est ..... Parfois ça flotte, parfois ça coule
152	E4	Mais je me dis que c'est bien aussi de leur donner des matériaux très variés et de les laisser manipuler tout seuls dans une certaine distance
153	EB	Après oui et non, je reprends,
154	E4	Partir de rien comme ça je trouve que
155	EB	Le problème c'est que … ça c'était l'approche de l'éveil etc., on donne tout et on se débrouille avec sauf que
156	E4	Non mais sans intervenir
157	EB	Oui c'est bien ce que je dis, on se débrouille avec sauf que là les enfants ne peuvent pas se débrouiller avec parce qu'il y a trop de choses, il y a trop de choses à gérer
158	E4	Je crois qu'ils observent quand même en manipulant
159	EB	Bien sûr qu'ils observent plein de choses mais vous n'allez pas réussir à faire le tri c'est ça que je veux dire
160	E4	Oui mais là il n'y a pas de démarche
161	EB	Oui bien dans ce cas là typiquement pour vous on n'a pas tout dit, on a pris contact avec les choses, ce n'est pas un mal, c'est bien de faire aussi cela. Ici, on est en train d'essayer de construire la notion de flotte/coule et d'essayer de voir ce que l'on peut en faire derrière, et si vous donner des tas d'objets dans tous les sens, et bien à la sortie ils s'apercevront qu'il se passe un tas de choses différentes
162	E4	Non ce n'est pas la même démarche, que je voulais dire c'est autre chose
163	EB	Oui mais dans ce cas là si vous ça,
164	E4	Ce n'est pas dans votre cadre à vous
165	EB	Oui mais si vous faites ça, vous n'allez pas pouvoir travailler avec les enfants… pas pouvoir construire de façon cohérente la notion de flotte/coule
166	E4	Non mais ça,
167	E7	Il faut structurer et faire simple, et aller du plus simple au plus compliqué, la complexification
168	EB	Alors pas toujours, mais là en l'occurrence oui
169	E7	Surtout pour les enfants en bas âge
170	EB	Surtout pour les enfants en bas âge. Flotte et coule, c'est vous qui allez fixer les choses, comment définir vos mots le problème il est là, comment je définis mes mots
171	E4	C'est après
172	EB	C'est après, non c'est en même temps, si on lui dit la première fois où on va lui poser du matériel et ce matériel ou il va flotter ou il va couler et il va pas faire les deux en même temps, on est d'accord là dessus, maintenant si vous voulez faire autrement faites autrement mais moi je vous dis
173	E4	Non mais je pense que c'est bien que l'enfant manipule aussi
174	EB	Mais je n'ai pas dit le contraire
175	EB	Je viens de le dire, mais ce qu'il manipule c'est des objets pleins. Vous prenez ce que vous voulez de plein si vous voulez mais c'est des objets pleins, en gros c'est des objets qui flottent

		ou qui coulent mais pas des objets qui flottent et qui coulent. Pare que s'ils coulent et ils flottent vos objets comment vous allez définir, comment vous allez faire le tri. Vous comprenez ce que je veux dire ?
176	E4	Non mais je suis complètement dans votre deuxième démarche, les deux ne sont pas incompatibles
177	EB	Non mais si. C'est à dire que vous ne pouvez pas faire les deux en même temps
178	E4	Ah non, on ne peut pas faire les deux en même temps je suis tout à fait d'accord
179	EB	Ce n'est pas le même rapport
180	E4	Ce n'est pas la même démarche
181	EB	Bon donc vous avez vos objets qui sont en bas et des objets qui sont en haut, là vous allez mettre en place suivant l'âge de vos enfants une représentation c'est à dire que là ce sont des grandes sections (en montrant l'image au tableau), là ce sont des moyens-grands, on a affiné les choses, on a représenté une grande bassine et on a mis un point noir ou un carré noir qui est collé au fond et ça, ça se maintient et ça coule et puis au dessus ça flotte. Là, déjà là, quand on a fait ça qu'est-ce qu'on a fait ? On a fait une représentation qui n'est pas ce qu'on voit. Ce n'est pas évident ce qu'on est en train de faire. Ce qu'on est en train de faire, c'est qu'on prend des objets un élément particulier qu'on se donne, qui est leur comportement dans l'eau : je reste à la surface de l'eau ou je coule au fond de l'eau.
182	EB	Ben quand je fais ça, je n'ai pas fait une photo, je suis allée sur autre chose, j'ai représenté le monde et ce que je vais faire c'est que je vais naviguer avec les enfants entre le monde et cette représentation pour savoir si ça flotte ou si ça ne flotte pas
183	un enseignant	C'est un schéma
184	EB	Oui un schéma
185	un enseignant	Ils acceptent ce schéma comme
186	EB	Alors est-ce qu'ils l'acceptent ? Il va falloir travailler là dessus avec eux
187	un enseignant	Parce que c'est une représentation symbolique d'une situation
188	EB	Voilà, c'est une représentation symbolique. Ce n'est pas… Avec les petites sections on ne va pas passer par ça. On va leur mettre une photo et puis avec toutes les photos on va pouvoir faire ça. Avant on ne pouvait pas, maintenant on peut c'est génial et puis on va dire ah ben oui ils sont tous pareils ils tombent au fond et puis les autres, restent à la surface, quand on fait ça (elle montre les dessins au tableau) on ne fait pas de schéma.
189	un enseignant	Sans faire de schéma
190	EB	Sans faire de schéma, on montre les photos, on va mettre les objets on va faire deux colonnes, on va mettre directement les objets… je pose les objets d'un côté, je pose les objets de l'autre, c'est-ce qui a été fait ici d'ailleurs, il manque une étape c'est pour ça que l'on ne peut pas bien voir, mais je vous le dis tout de suite là ce qu'on fait c'est une représentation
191	un enseignant	Ça c'est pour les moyens grands ?
192	EB	Oui
193	E3	Cette représentation suffit ?
194	EB	Vous allez la construire avec eux. On va se mettre d'accord ensemble, on a trouvé tant d'objets qui tombent au fond, ces objets là on va dire qu'ils rentrent dans la catégories des objets qui coulent
195	E4	Parce qu'il y a un problème de notion de temps parce qu'au début, un objet qui va tomber au fond il est quelques instants à la surface et après il tombe donc il faut bien fixer un temps pour que l'enfant comprenne quel instant pour être sur cette symbolisation
196	EB	Mais vous êtes encore sur des objets, là, qui ne sont pas sur des objets pleins, les objets pleins cela se fait tout de suite. Je le pose et boum je le vois tomber. Effectivement je peux attendre quelques secondes mais les enfants ne sont pas idiots. Alors effectivement on peut poser une règle vous avez raison, on peut dire on attend, on compte jusqu'à 4 ou on attend un tout petit peu avant de conclure, mais ce problème là se pose typiquement avec la pâte à modeler que j'ai mis en creux ou une faisselle ou ce genre de choses, mais avec un objet, plein, avec ces objets là (elle montre des objets) et bien un tissu on ne vas commencer par ça, un écrou. On ne met pas une éponge, exactement, on ne met pas de tissu, on ne met pas de sopalin etc.
197	E5	Il faut cibler une caractéristique. Il faut utiliser des objets qui peuvent flotter, qui ont les bonnes caractéristiques
198	EB	Exactement

199	E6	Ah oui il ne faut pas de confusion
200	E5	Puis au fur et à mesure procéder par étapes
201	EB	Il ne faut pas qu'il y ait d'ambiguïtés
202	E3	Il faut surtout le faire avant pour voir comment ça réagit
203	EB	C'est la règle de base, la règle de base. Avant de donner des choses aux petits on fait tout et on met tout dedans sinon on ne s'en sort pas. Donc là j'ai fait une représentation du monde, et ce que je fais c'est que je navigue entre mon monde et une représentation. Ça, quand vous faites ça... Si vous ne faites pas ça, vous ne faites pas de sciences, quand on fait des sciences, ben oui les sciences c'est quoi ? C'est extrêmement compliqué, le monde est extrêmement compliqué. On ne peut pas tout dire sur le monde, donc ce qu'on fait, ce que font les scientifiques qui travaillent c'est qu'ils extraient quelques éléments du monde. Ils disent « je pense que c'est-ces choses-là qui pour le problème que je me pose, pour le problème que je me pose, ces choses-là comptent ou ces choses-là ne comptent pas ».
204	EB	Il n'y a que cela qui compte et donc on simplifie et faire une simplification du monde c'est faire une représentation, je veux dire que quand j'ai représenté les choses, là vous avez dit que cela ne comptait pas que ce soit marron ou que ce soit noir, que ce soit bleu, que ce soit rouge, que ce soit rond ou carré. Ca c'est une représentation du monde, il va falloir la tester avant. Et voilà, naviguer entre une représentation du monde et un monde, si on ne fait pas ça on ne fait pas des sciences
205	EB	En tout cas c'est un critère, c'est un critère pour savoir
206	un enseignant	On peut avoir une installation dans la classe, qui fait qu'on garde la trace, la trace physique de… ça c'est une représentation
207	EB	Oui tout à fait mais ce n'est pas une représentation, c'est le réel. Si je garde, typiquement si je prends l'aquarium, tient l'aquarium qui est là bas, je prends l'aquarium et les objets que j'ai testés je les laisse dedans. J'ai des objets en bas qui coulent en bas au fond et des objets à la surface qui flottent et qu'on reste là dessus, c'est des objets particuliers qui flottent et des objets particuliers qui coulent. Mais j'ai envie de dire qu'avec les tout petits c'est très bien. Mais avec les grands on va plus loin on peut aller sur des représentations, et on peut faire des tris comme ça (montre une image).
208	EB	Là ce qu'il s'est passé c'est quoi ? Les enfants, les enfants au départ ils avaient tous les mêmes objets, ils étaient par groupes, ils avaient tous les mêmes objets. Donc la première chose, c'est qu'ils ont testé des tas d'objets différents et on s'est mis d'accord sur flotte et sur coule, sur le choix des mots, ça veut dire qu'on l'a fait plusieurs fois et donc ensuite on leur fournit d'autres objets et on leur demande à ton avis, quels sont les objets qui vont flotter et quels sont les objets qui vont couler ?
209	EB	Les enfants, vous le savez bien ils n'ont pas besoin de manipuler pour savoir, donc hop ils font leur tri et ils mettent ça dans deux paniers différents, ça, ça flotte et ça, ça coule. Donc chaque groupe d'enfants met les mêmes objets dans deux paniers différents : un pour flotte, un pour coule vous me suivez ?
210	E8	Alors on ne fait pas de colonne
211	EB	Non, là on a des objets, on met les objets dans deux endroits physiques différents, un où ce sont les objets dont je pense qu'ils vont couler au fond et un où ce sont les objets dont je pense qu'ils vont rester à la surface
212	E8	Ça c'est suffisant ?
213	EB	Voilà pour vous ça revient à ça, les enfants, pour les enfants ce n'est pas une hypothèse, je fais ça et je suis sûr que, hein vous connaissez les enfants je suis sûr que. Et qu'est-ce que je fais après, et bien les paniers des différents groupes je les rassemble et quand on les rassemble on se retrouve à avoir dans ce qui flotte : des fourchettes, des bouts de bois, des objets lourds et des fourchettes des bouts de bois des cailloux dans ce qui coule. Donc on arrive à avoir les mêmes objets des deux côtés : ils y a des fourchettes des deux côtés, des bouts de bois des deux côtés.
214	EB	Alors méfiance, il y a des enfants pour qui ce n'est pas un problème que ça flotte et ça coule, ça peut être les deux en même temps alors là autorité du maître c'est non ça ne peut pas flotter **et** couler en même temps, c'est ou l'un ou l'autre mais on n'est pas d'accord. En général ils ne vont pas vous dire cela, ils vont vous dire qu'ils ne sont pas d'accord. Alors là vous voyez (image à l'écran) il y a deux flèches pour dire « on n'est pas d'accord ». Ça c'est très mauvais les deux flèches comme ça, sauf à avoir mis ce système là en place avec les enfants. Deux flèches comme ça, ça ne veut rien dire, ça veut peut être dire des choses pour vous mais pas pour les enfants
215	un enseignant	Ça peut être...(*fin enregistrement 00277*)
216	EB	Voilà, ça peut être ce que vous voulez mais vous vous mettez avec votre groupe pour dire

		on n'est pas d'accord et du coup comment on va faire pour savoir ?
217	E1	On teste
218	EB	On teste. Donc là on n'est pas d'accord, je vous ai mis les photos en plus gros, on n'est pas d'accord et qu'est-ce qu'on va faire, effectivement, on va tester. Donc voilà, nous expérimentons tout en bas, avec l'œil, on regarde, donc voyez ce sont des photos avec l'œil et puis quand on regarde, là, qu'est-ce qu'on voit ? Qu'à la sortie quand on a essayé tous les bouts de bois, tous les bouchons sont dans "ça flotte" toutes les fourchettes, tous les cailloux sont dans "ça coule"
219	EB	Donc qu'est-ce qu'on a fait ? C'est comme pour mon album et c'est ça qui est important finalement il faut vous le rappeler on a donné priorité à l'expérience
220	E2	Et parce qu'on a fait une expérience on a fait des sciences ?
221	EB	Alors les critères que je vous donne à chaque fois, les critères que je vous donne sont des critères qui sont nécessaires mais pas suffisants. C'est à dire que si je ne le fais pas je suis sûre de ne pas faire de science si je le fais ça ne veut pas dire pour autant que je fais des sciences
222	E2	Donc on ne peut pas faire des sciences sans faire d'expérience
223	EB	En physique, je suis en train de parler de physique et en bio sans doute aussi (inaudible)
224	E3	En sciences l'expérience permet de travailler en groupes
225	EB	Alors voilà on y arrive. Alors pourquoi est-ce que l'on fait plusieurs groupes dans une classe ? Pas pour le plaisir de permettre à tout le monde de manipuler, c'est essentiel aussi, mais c'est surtout autre chose effectivement c'est que si
226	E4	Faire des hypothèses
227	EB	Oui mais là on a pris le même matériel
228	E4	4 fois
229	EB	Oui c'est vérifié alors c'est vérifié pourquoi ? C'est reproductible. Si je dis quelque chose, si je fais quelque chose et que je ne me suis pas assurée que je ne pouvais pas le refaire et bien je ne peux rien dire finalement, enfin c'est arrivé une fois. si c'est arrivé une fois, deux fois, trois fois, 4 fois, 5 fois, 6 fois, 7 fois, 8 fois, 9 fois, 10 fois la même chose et bien là il n'y a pas, on est de plus en plus sûr ça c'est la reproductibilité et c'est veut dire aussi que ça ne dépend de la personne qui le fait.
230	un enseignant	Ni du moment de la journée
231	EB	Ni du moment de la journée, alors ça, ça dépend si vous travaillez sur les ombres…
232	un enseignant	Ca dépend pas de la fourchette
233	EB	Mais sur flotte/coule ça ne dépend pas du moment de la journée ça, ça veut dire que non seulement reproductif mais que c'est robuste, là vous changez quelque chose…
234	un enseignant	La température de l'eau
235	EB	La température de l'eau, ça c'est la robustesse
236	un enseignant	*Intervention inaudible d'un enseignant*
237	EB	Oui effectivement, vous êtes dedans là, vous êtes complètement dedans. (échanges inaudibles) Alors c'est robuste dans une certaine limite et cela c'est intéressant aussi. Alors robuste ça veut dire quoi, qu'est-ce que je dis là ? Je dis que l'on fait une expérience si je refais la même expérience qu'est-ce qui se passe ?
238	enseignant	Je dois retrouver la même chose
239	EB	Je dois retrouver la même chose et ce que je fais ne dépend pas du fait que ce soit tartuffe ou un autre qui l'ait fait, ça ne dépend pas de l'observateur et ça c'est important, ça ne dépend pas de l'observateur, ce n'est pas parce que c'est moi, n'importe qui peut le faire et si je dis que je fais la même chose, je trouve la même chose. Alors il peut arriver des couacs là dessus.
240	EB	Je dis que je fais la même chose et je ne trouve pas la même chose. Qu'est-ce qu'on va faire dans ce cas là ? Alors je dis que je fais la même chose et que je ne trouve pas la même chose, on va refaire et on va s'assurer qu'on avait vraiment fait la même chose et finalement peut être pas. Avec les mêmes éléments etc. Alors après ce que vous proposiez : et si je change la couleur de l'eau, si je change la couleur de l'eau, vous mettez un peu de colorant alimentaire dedans, si je change la couleur de l'eau, si je change la température de l'eau, c'est rare que les enfants disent ça mais là est-ce que je fais la même expérience ?
241	EB	Pas tout à fait, c'est plus la même. Mais ce que je fais, c'est que je me suis construit une représentation des choses et ma représentation elle me dit que ça dépend de certains

		éléments : il me faut de l'eau, il me faut des objets, la température ça ne compte pas, la couleur ça ne compte pas etc. Donc là les enfants ils ont déjà une représentation, ils se sont fait une représentation de "ceci coule" "cela flotte". Et donc là ce qu'on fait c'est je pense ça ne coule pas alors il va falloir… (enseignant inaudible) ils ne vont pas vous le dire, aucune chance qu'ils vous le disent
242	EB	Ça peut être, il faut les choper en train de parler et qu'est-ce qui va se passer ? Comment on pourrait faire pour savoir ? Toujours la même question comment on pourrait faire pour savoir ? On va essayer. C'est classique ou alors vous pouvez les lancer dans ce travail là et leur dire et qu'est-ce qu'il se passe si je change la couleur de mon eau ? Je ne suis pas sûre que ça ait un grand intérêt mais pourquoi pas. Et là ce qu'on est en train de faire, c'est qu'on est en train de travailler la robustesse, quand on fait une expérience on ne se contente pas de son expérience on dit en général mon expérience elle marche parce qu'il y a ça, ça, ça qui rentre en jeu. Cela veut dire que j'ai éliminé plein de choses, et est-ce que j'ai le droit de les éliminer ces choses ?
243	EB	Est-ce que c'est légitime ? Comment je fais pour savoir, je les fais varier un peu et si j'ai fait varier un peu, à priori est-ce que ça change mon résultat ? Non puisque j'ai dit que ça ne comptait pas, ça c'est-ce que l'on appelle la robustesse et ben dis donc on est allé très vite. On a quasiment fini.
244	un enseignant	On doit le faire la robustesse ?
245	EB	Alors est-ce que l'on est obligé de le faire ?
246	un enseignant	Si les enfants proposent
247	EB	Alors si les enfants proposent oui. Ensuite, quand on fait des sciences, vraiment, on teste toujours la robustesse de son expérience. On teste toujours la robustesse de l'expérience parce que sinon quelle validité, quelle légitimité apporte-t-on à ce que nous disons ? donc oui on teste la robustesse.
248	E1	*Intervention inaudible d'un enseignant….oui mais à un moment donné……..*
249	EB	Alors d'autres objets, alors ce n'est plus la même expérience, ça va dépendre de où on en est arrivé avec les enfants, je vais vous montrer. Là, on a utilisé des gros bouchons comme ça (montre des bouchons en liège) des petits bouchons comme ça, on va utiliser des choses comme ça.
250	enseignant	C'est à chaque fois du liège
251		Alors dans "flotte/coule" qu'est-ce qu'on va essayer de faire avec les enfants ? Est-ce que ça dépend de la forme ? Est-ce que ça dépend de la taille ? Est-ce que ça dépend de la couleur ?
252	enseignant	De la matière
253	EB	Ça dépend de la matière, pour vous c'est « il y a des matières qui flottent, il y a des matières qui coulent, quand elles sont toutes seules et quand elles sont pleines ».
254	EB	*Part chercher une autre caisse d'objets*
255	EB	Regardez (elle montre des objets) flotte ou coule ?
256	E3	C'et quoi ce que vous avez en jaune ?
257	EB	C'est…(inaudible)
258	EB	Je vous laisse les soupeser ? Je vous pose la question (les enseignants soupèsent les objets)
259	EB	(enseignant inaudible) Oui ça, ça veut dire de l'investissement. Faites passer à vos voisins derrière. Alors flotte ou coule ? Alors ça dépend de la hauteur d'eau, évidemment on va mettre suffisamment d'eau, on va mettre une hauteur d'eau supérieure à la taille de votre objet. Alors flotte ou coule ?
260	E4	Je dirais flotte s'il y a beaucoup d'eau
261	EB	Flotte s'il y a beaucoup d'eau si c'est haut comme ça ou comme ça (elle montre les différentes hauteurs)
262	E4	Si c'est haut comme ça
263	EB	Suffisamment d'eau, ça veut dire qu'il y a une hauteur d'eau supérieure à celle l'objet
264	E5	Hauteur je sais pas car s'il y a ça d'eau
265	EB	Qu'est-ce que vous en pensez les autres ?
266	plusieurs	*Murmures*
267	EB	Bon vous voyez, le simple fait que ça vous pose problème et qu'il faille vérifier, ça veut dire que vous aviez…vous pensiez quoi par rapport
268	E1 et E6	Parlent ensemble c'est inaudible
269	EB	Vous pouvez aussi solliciter les parents. Comment on fait pour savoir ? Si vous avez un doute : on teste, on teste. Est-ce que vous pouvez remplir l'aquarium ? Donc pendant que la

		collègue remplit l'aquarium d'eau, on va continuez, oui ?
270	E4	Pourquoi pas, c'est intéressant, mais pour un enfant de 3 ans qu'est-ce que ça peut lui faire de savoir que la petite boule ou la grosse boule flotte dans l'eau ? Voilà, moi c'est-cette question là que je me pose, c'est très bien de faire des sciences à l'école etc. mais tout à l'heure vous parliez de fourchettes pour moi il y a quelque chose qui me gène, parce qu'à la cantine ils ont des fourchettes en fer, dans la classe c'est la dinette ils ont des fourchettes en plastique alors avec quelles fourchettes on fait cette expérience ?
271	EB	Les deux madame
272	E4	Voilà mais pas les deux au début d'après ce que vous avez dit, c'est là où c'est compliqué, il faut choisir les objets de la classe, vous nous montrez un écrou c'est super, il y a des aimants dans la classe on fait avec les aimants au lieu de faire avec un écrou, mais nous, il faut que l'on réfléchisse quand même que dans une classe de petits de trois ans, quels sont les objets qui leur appartiennent au quotidien pour les intéresser parce que sinon vous ne les intéressez pas. Vous faites n'importe quelle expérience ça ne les intéressera pas
273	EB	Ça c'est pas vrai, écoutez, moi je le fais régulièrement et quand je le fais moi il n'y a pas de problème, alors maintenant ça dépend…
274	E4	C'est formidable. Moi je n'y arrive pas car il y a des choses qui ne les intéressent pas il faut
275	E3	*Intervention d'une autre enseignante inaudible*
276	E4	Ah non mais ça d'accord
277	E3	Et ça flotte !
278	EB	*Prend l'élément jaune et le met dans l'aquarium*
279	EB	Et bien dans une classe de petits de trois ans, je reprends, ça je peux faire (en montrant l'aquarium) ça et bien ils ont les yeux écarquillés
280	E4	Je ne dis pas le contraire, les yeux écarquillés ils les ont pour beaucoup de choses, je ne dis pas le contraire. Je dis, une fois que l'on a fait ça, je ne dis absolument pas le contraire mais une fois que l'on a fait cette expérience qu'est-ce qu'ils vont en retenir ? D'accord c'est bien mais au niveau de l'esprit scientifique, la trace scientifique qu'est-ce que ça va faire ? Est-ce que ça va vraiment avoir une importance pour eux ?
281	EB	Alors qu'est-ce qu'on est en train de construire, qu'est-ce qu'on est en train de travailler ? On est en train de se représenter ce qui fait que quelque chose flotte ou quelque chose coule d'accord
282	E4	Je pense que de savoir que sa petite voiture qu'il manipule tout le temps à la maison avec laquelle il joue avec, savoir que ça coule ça doit être super rigolo et quelque chose qui flotte c'est super rigolo aussi mais par rapport à ses objets à lui, à ce qu'il manipule tout le temps. Pas forcément avec ce qu'il ne manipule pas.
283	EB	Ecoutez la seule réponse que je vais vous faire c'est-celle là : comment on fait pour savoir ? il faut essayer. Ce que je veux dire par là c'est que vous ne me croyez pas et vous avez tout à fait le droit de ne pas me croire sur le fait que je vous dise que des petits adorent ça et comprennent des choses avec ça. Comment vous allez faire pour savoir si vous considérez que ce que je vous dis c'est n'importe quoi ?
284	E4	Ah non mais je ne suis pas dans ce langage là, vous ne m'avez pas comprise
285	EB	Comment vous faites pour savoir ? Essayez.
286	E4	On a déjà essayé, il y a 20 ans que je suis enseignante, j'ai déjà essayé mais c'est ça par rapport à ce que vous voulez nous faire sortir qu'est-ce que c'est qu'un chercheur, est-ce que c'est scientifique est-ce que c'est etc. j'essaye de trouver. Je sais que c'est long et qu'il faut vous écouter pour arriver jusqu'au bout mais je trouve que c'est assez long effectivement, excusez moi, donc un enfant de trois ans je pense que c'est peut être long aussi pour lui
287	EB	Alors là je suis avec des adultes, grands, majeurs, vaccinés qui ont 20 ans d'expérience et donc je considère qu'ils sont capables d'attendre 3 heures pour avoir une réponse
288	E4	Oui
289	EB	Maintenant si vous voulez des réponses tout de suite, on a quasiment tout ce qu'il faut pour les construire, alors pour vous faire plaisir à vous je vais les construire
290	E4	Non mais pourquoi pour moi. Vous pouvez continuer sur votre…, je veux savoir où vous allez en venir
291	EB	Mais là qu'est-ce qu'on est en train de construire ? Ce que j'étais en train de faire, c'est de vous montrer que "flotte-coule" on peut faire des choses et là vous aviez besoin de tester
292	E4	Tout à fait, parce qu'on ne savait pas, tout à fait
293	EB	Pourquoi vous ne saviez pas ? Parce que vous avez des réponses toutes faites, ça va plus loin que ça vous avez des conceptions en tête. Vous avez une conception qui est laquelle ? C'est lourd ou c'est léger, c'est lourd donc ça coule. Les enfants auront la même et ce que vous travaillez avec eux, c'est ça

294	E7	Moi j'ai découvert cela aujourd'hui
295	E5	En fait, moi je pensais sincèrement que ça allait couler parce que c'est trop gros ça va faire flop et voilà et je crois que c'est intéressant d'avoir en tant qu'adulte des idées comme peuvent en avoir les enfants et que dans la même situation, non pas se mettre à leur niveau mais on va se dire, tiens moi j'ai hésité ça contredit bien ce que je pensais et je crois que c'est là l'intérêt de la démarche scientifique. C'est de se dire je pense plein de choses, je suis persuadée que j'ai raison en fait j'ai tort. Mais c'est bien de le tester moi je suis à 100%
296	E8	J'ai raison mais je teste pour être sûre
297	EB	Ça s'appelle la primauté de l'expérience
298	E5	Après est-ce que les enfants ont de l'intérêt pour faire ça… moi je crois que les enfants ont de l'intérêt pour faire toutes sortes de choses différentes ce qui faut qu'on fasse, c'est effectivement de se mettre dans l'esprit qu'ils ont 3 ans, 4 ans ou 5 ans, et d'ajuster les matériaux que l'on utilise, la durée des séquences, c'est notre travail d'instit voilà après je crois qu'effectivement c'est vachement bien de se dire tiens je suis pourtant adulte, moi je n'ai pas de formation scientifique, j'ai une formation 100% littéraire c'est pour ça que quand je fais des sciences j'ai l'impression d'être au niveau des enfants mais c'est pas plus mal, parce que justement je crois, on est aussi dans des formations que l'on a eues au départ , avant d'être instits on est passé par la fac par des matières et moi ce que j'adore chez les scientifiques c'est que rien n'est sûr au départ, c'est ça qui me plait beaucoup dans cette démarche, c'est peut être dérangeant parce qu'on est enseignant, mais tant qu'à faire hein voilà c'est intéressant
299	EB	Donc là voilà ; ce qu'on peut dire c'est qu'on donne la primauté à l'expérience et là derrière ça, il y a trois mn de ça si l'on repassait les bandes enregistreuses, vous me disiez que quand on a une même matière ça flotte ou ça coule et ça ne vous a pas choqués. Quand on a vu ça on a dit, une même matière ça coule, une même matière coule, une même matière flotte, tout ce qui est en bois flotte, tout ce qui est en fer coule et quand il s'est agi d'appliquer cette règle que vous avez construite sur la bougie il y a eu un sacré doute parce qu'effectivement il y a une conception qui est très forte que l'on a. Parce que c'est gros, c'est lourd donc ça coule. Et c'est pas le fait que ce soit gros, c'est pas le fait que ce soit lourd, ça dépend de la matière et c'est ça que l'on va travailler et on va reproduire plusieurs fois les choses, c'est à dire qu'on va prendre la même bougie, on va la mettre plusieurs fois dans le bac, on va se demander est-ce que ça dépend de la forme par exemple, est-ce que ça dépend de la forme ?
300	EB	Là regardez, j'ai une verte et j'ai pris deux vertes donc je n'ai pas changé la couleur
301	E5	Oui mais par rapport à un truc en métal voilà ou creux
302	EB	Alors on est toujours dans des objets pleins. On va faire les choses progressivement. Donc on est dans des objets pleins, les objets pleins est-ce que ça dépend de la forme ?
303	plusieurs	Non
304	EB	Est-ce que ça dépend de la couleur ?
305	plusieurs	Non
306	EB	Et regardez, j'ai des bougies, j'en ai plein (elle montre un bac) on va les essayer. Comment on fait à chaque fois ?
307	E1	Par rapport au poids, au volume, la densité, quelque chose qui est lourd c'est gros, ça va peut être flotter mais quelque chose qui est lourd et petit ça va couler
308	EB	Alors voilà mais là qu'est-ce que j'ai (elle montre un objet) quand vous dites que ça dépend du rapport poids/volume, vous êtes en train de me dire que ça dépend de la densité
309	E1	Sauf si c'est creux
310	EB	Si c'est creux… mais ici ça dépend du rapport quotient volume aussi
311	E1	Oui aussi, mais enfin disons que le volume si c'est creux dans la mesure où même si c'est une matière lourde, et que c'est creux ça peut modifier le ….et ça coule pas
312	EB	Je peux effacer (elle efface le tableau)
313	plusieurs	Oui
314	EB	On est parti sur complètement autre chose avec les objets, mais ce n'est pas grave je pense que c'est intéressant quand même, enfin sauf si ça vous embête mais on va y arriver ne vous en faites pas
315	EB	Je prends un objet plein je prends un objet creux, (elle dessine) et c'est la raison pour laquelle je vous disais qu'il fallait être très prudent sur la notion que vous donnez à flotte/coule. C'est que… comment on fait pour savoir qu'un objet flotte ou qu'un objet coule ? Je considère un objet qui n'est pas troué d'accord, parce que si en plus il est troué et qu'il a une voie d'eau ça change les choses. Mais un objet a une masse et un volume et ce qui fait qu'il peut flotter ou couler c'est que le rapport de la masse sur le volume est inférieur ou supérieur à celui de l'eau. Et le rapport pour l'eau, quand on a un litre d'eau on a un kilo d'eau c'est un. Ce rapport, on l'on appelle aussi la densité. Les élèves n'ont pas accès à la

		notion de masse, ils sont en train de la construire, ils n'ont pas accès à la notion de volume ils sont en train de la construire, donc construire un rapport de deux choses sur lesquelles ils n'ont pas assez d'éléments, non il faut oublier ça. Donc on ne va pas parler en terme de densité, on va parler en terme de matière parce que, en principe, une même matière a toujours la même densité.
316	EB	Mon bateau maintenant (elle dessine un bateau) mon bateau, c'est quoi sa densité ? Et bien c'est là où, alors c'est quoi son volume, alors son volume c'est… il faut prendre des volumes, on va dire mon bateau à partir du moment où on est en dessous de ça (elle montre sur le dessin au tableau) ça coule d'accord ? Dès qu'on est en dessous. Donc mon volume ça va être ça. Tout le contenu du bateau… Ma masse, ça va être quoi ? Ça va être la masse du bateau, plus la masse de l'air plus la masse de ce qu'il y a dedans. Et si mon bateau flotte c'est que la masse de l'air + la masse de mes objets à l'intérieur + la masse de la ferraille divisées par le volume total de mon bateau, cela donne quelque chose plus petit que un. Et donc vous mettez un objet qui flotte ou qui coule et bien, au départ, cette masse là, avec celle du volume d'air qui est là… donc votre objet là, tranquillement, son rapport m avec les asse sur volume est plus petit que 1 donc il flotte, vous rajoutez de l'eau…
317	E6	Quelle que soit la matière ? Ça flotte ?
318	EB	Ah bien ça dépend des matières, il y a des matières pour lesquelles ça (elle montre le dessin) cette masse là sur ce volume là c'est plus grand que un et dans ce cas là on sait que ce qu'il va se passer, c'est que ça va couler dans tous les cas. Donc il y a des objets creux qui coulent toujours et des objets creux qui flottent au départ mais au fur et à mesure que je rajoute de la masse, je rajoute de la masse et le volume il ne change pas, ça augmente, ça dépasse 1 et là ça coule.
319	EB	Et puis évidemment après si vous faites une forme mais là vous voyez on est sur du 6ème-5ème
320	plusieurs	*Brouhaha c'est incompréhensible*
321	EB	Oui ils sont petits mais ils peuvent y arriver, est-ce que vous vous souvenez que l'on a construit une histoire sur la matière ? On construit ça avec les enfants, ça prend du temps parce que la notion n'est pas évidente. Donc là on a des bougies, c'est la même matière mais ce n'est pas la même couleur mais ce sont des bougies. Vous mettez des cubes en bois, est-ce que c'est en bois, est-ce que c'est le bleu, est-ce que c'est le rouge qui flotte ? Il y a des petits qui pensent que c'est parce que c'est bleu que ça flotte ou parce que c'est rouge, donc on va tester tout ça et on va voir et ce qui compte c'est que tous mes cubes ils sont .....il faut se méfier de la couleur, la couleur n'et pas forcément un critère. Je peux avoir une fourchette qui est peinte, elle est en métal et elle est peinte en rouge mais elle coule quand même. Vous voyez là il y a un critère, vous voyez que ce n'est pas évident. Donc le choix des objets est extrêmement important. Qu'est-ce que je choisis comme objet ? Le choix des objets va diriger votre séance complétement, c'est souvent le cas.
322	E3	Ça c'est aussi la robustesse
323	EB	Oui effectivement là c'est la robustesse, alors c'est la robustesse, c'est variable, ça dépend de ce que vous faites. Imaginez que vos enfants pensent que la couleur ça compte
324	E5	En l'occurrence on fait ça
325	EB	On fait ça
326	E5	C'est pas la peine de le faire avec les grands ?
327	EB	On le fait aussi
328	E5	Pour montrer que c'est robuste ? Même chez les grands ?
329	EB	Alors voilà, s'ils pensent que la couleur ça compte on le fait et on élimine l'idée, la couleur ne compte pas. Donc là on a fait différentes expériences pour tester vos idées. Si la question c'est mais non de toute façon la couleur ça n'a pas d'importance on va vérifier que la couleur n'a pas d'importance. Et là on teste la robustesse. On pense que ça ne compte pas, on teste et on passe à autre chose
330	E3	Donc nous on leur propose à ce moment là
331	EB	Oui tout à fait mais c'est facile, il y a trois questions de base : comment on fait pour savoir, que se passe-t-il ici, est-ce que c'est valable ou pas
332	E3	Juste une question (la question est inaudible)
333	EB	Et vous pouvez leur laisser le matériel dans un coin vous voyez on parle de coin sciences, comme cela ils manipulent et ils font leur découverte
334	E6	Voilà on y vient c'est ça que je voulais dire
335	EB	Mais vous ne mettez pas n'importe quel matériel
336	E2	*Un enseignant parle mais on ne comprend pas ses propos*
337	EB	Alors le conseil c'est faire flotte coule quand il fait beau, dehors, retrousser les manches. Alors vous allez voir, les gamins se mettent accroupis et souvent le problème quand nous on

		se met accroupis on a plutôt le torse en avant, eux ils ont plutôt les pieds en avant donc faites attention aux pieds s'ils se mouillent, ils mouillent beaucoup leurs chaussures c'est pour ça que l'idéal c'est de faire ça quand il fait chaud et de le faire dehors
338	E1	Il faut faire ça en groupe, les uns font ça et les autres font d'autres activités
339	EB	Alors le moment de découverte où il faut expérimenter avec le matériel, vous n'allez pas avoir du matériel pour tout le monde. Typiquement là ce que vous pouvez faire c'est par moitié de classe, vous pouvez faire avec une partie de la classe, l'autre fait autre chose et vous tournez
340	E1	Je voulais savoir parce que généralement il y a toujours une situation déclenchante, pour introduire une séance pour motiver les enfants etc. Est-ce que vous avez des éléments…
341	EB	Regardez j'ai deux objets et de l'eau qu'est-ce qu'on peut faire avec ? Oh des objets et de l'eau chouette ! On va se demander ce qu'il se passe quand on met les objets dans l'eau c'est là que vous allez leur montrer et là zou c'est parti
342	E2	Et justement si on a un album au départ ça aide
343	EB	Oui mais sur flotte-coule c'est compliqué les albums là non. Il y a des notions pour lesquelles on peut s'appuyer sur des albums mais là sur flotte-coule non
344	E3	On peut essayer avec des albums
345	EB	Ça peut être artificiel. Donc là pour les collègues on va résumer puisqu'on a quasiment fait un bon tour d'horizon de ce qui peut vous aider à savoir quand vous faites des sciences : primauté de l'expérience, c'est-à-dire que…
346	E5	Comment fait pour savoir
347	EB	On essaye et surtout s'il y a contradiction avec l'expérience, s'il y a contradiction entre ce que je dis et ce que je fais, je donne la primauté à ce que je fais. Si on fait une fois c'est embêtant, il faut qu'il y ait un autre critère qui est critère de reproductivité. Si je dis que quand je fais ça j'obtiens ça et bien si je refais ça, je dois ré-obtenir ça, sinon ça ne marche pas. C'est le critère de la reproductibilité et la reproductibilité, ça ne dépend pas non plus de l'observateur de celui qui fait ou de celui qui voit. On est tous d'accord pour dire que ça va au fond ou ça reste à la surface donc ça c'est la reproductibilité. Et la robustesse c'est je me suis fait une idée de l'expérience, et il y a des choses dont je pense qu'elles ne comptent pas, qu'elles ne changent rien au résultat, donc est-ce que c'est vrai cela ? Je vais tester ces choses là et si ça change mon résultat qu'est-ce que je dis ?
348	enseignant	Que ce n'est pas robuste
349	EB	Que ce n'est pas robuste, alors pour les enfants on ne dit pas ça ce qu'on va dire c'est qu'on pensait que ça ne comptait pas et que, du coup, peut être que ça compte.
350	EB	Travailler la robustesse c'est ça aussi. On pensait que ça ne comptait pas et ça comptait quand même puisqu'on ne trouve pas la même chose. En tout cas si on ne trouve pas la même chose, c'est qu'il y a un problème et donc, on va chercher à résoudre ce problème. Ensuite, on a parlé de recul, on a parlé de représentation du monde et de naviguer entre une représentation du monde et le monde, ça, c'est-ce que j'appelle le recul. On sait que l'on a fait des choses et ce qu'on va représenter c'est pas tout à fait ce que l'on a fait, on en a extrait un certain nombre d'éléments, ça c'est compliqué. C'est compliqué mais les enfants peuvent le faire et il en reste une 5ème sur laquelle je vais vous demander de travailler, on va le faire maintenant en travaillant sur les albums.
351	EB	Alors on va prendre "Bascule". Est-ce que vous connaissez "Bascule" ? Alors je vous l'ai mis sur la table pour que vous puissiez le voir en même temps. Vous avez vu la couverture ? Tout le monde a vu la couverture ?
352	EB	Il avait beaucoup plu, pendant plusieurs jours, il avait plu. Un matin la pluie s'était enfin arrêtée de tomber et le petit pont de bois sur la rivière s'était réduit à presque rien, trois fois rien, une simple planche. Un lapin poursuivit par un renard courrait perdre haleine, en deux bonds le voilà sur le pont. Je traverse la rivière et je fais tomber ce pont en planches hop me voilà bien débarrassé. Mais le renard est rapide (raconte l'histoire)
353	EB	Voilà donc ça c'est l'histoire de Bascule. Alors que va-t-on faire avec cet album ? Vous voyez bien ce que l'on va travailler, les leviers (inaudible de 35 :20 à 35:23)
354	E3	Pose une question inaudible : je pensais que c'était le CM2
355	EB	Cycle 1, cycle2, cycle 3, 6ème, 5ème 3ème
356	E3	On va découvrir des objets ou (conversation inaudible de 35 : 45 à 35 : 50) le problème c'est que les programmes….
357	EB	Vous êtes dans la découverte des mondes et là vous travaillez sur……
358		*Intervention d'enseignants de 35 : 52 à 35 : 56 inaudible*
359	E5	Moi pour moi les sciences c'est peut être hors programme ou….
360	EB	Oui mais j'entends bien

361	E5	Moi je pense que les sciences c'est d'abord de les rendre curieux, si moi j'arrive à les rendre un peu curieux, et qu'ils se demandent pourquoi, je pense que j'ai fait mon travail
362	EB	Alors que disent les programmes ? Au cycle 1 : découvrir le monde à l'école maternelle l'enfant découvre le monde proche il apprend à prendre en compte des repères spatiaux et temporels. Il apprend à prendre des repères spatiaux et temporels : vous êtes dedans. Repères spatiaux
363	E3	Il ne faut peut être pas exagérer quand même
364	EB	Si, plus près plus loin, vous êtes sur, non mais attendez, j'ai pas dit équilibre j'ai dit plus près plus loin. On apprend à dire près, à dire loin à se rapprocher et à s'éloigner, si ça ce n'est pas du référent spatial il faut me dire ce que c'est
365	E3	C'est tiré par les cheveux
366	EB	Alors avec la collègue qui est en petite section …
367	E6	Je ne suis pas en petite section mais je m'intéresse à tous les niveaux
368	EB	En tout cas les collègues qui sont en petite section "plus près, plus loin" est-ce que ce n'est pas un travail ça en petite section ? C'est un travail
369	E6	Excusez moi, puisque vous êtes là dedans, est-ce que c'est des sciences ?
370	EB	Et bien on va en parler, on va en parler, vous avez toujours trois trains d'avance ! Mais on y arriver. Est-ce que c'est des sciences ? et votre question portait sur quoi, est-ce que c'est des sciences quoi ?
371	E6	Le travail que l'on doit faire, la démarche "près-loin" dans le domaine de l'espace est-ce que c'est des sciences ?
372	EB	Ça c'est du langage, c'est du langage mais c'est écrit dans le programme
373	E6	Excusez moi,
374	EB	Stop, la question que me posait la collègue n'était pas par rapport aux sciences, la question que me posait la collègue était par rapport au programme, je vais donner une réponse par rapport au programme…
375	E6	D'accord, non mais j'écoutais en même temps ce que disait le collègue qui était très intéressant, il disait du moment que je fais quelque chose qui les intéresse, mais il ne m'écoute pas tant pis
376	EB	Bon, on continue, il apprend à repérer les repères spatiaux et temporels. Il observe, il pose des questions et il progresse dans la formulation de ses interrogations vers plus de rationalité. Il apprend à adopter un autre point de vue que le sien propre et sa confrontation avec sa logique lui donne le goût du raisonnement. Il devient capable de compter, de classer, d'ordonner, de décrire, de rationaliser grâce à un langage varié de représentation, il commence à comprendre ce qui lui semble évident. Donc je pense que là il y a un certain nombre de mots qui sont en lien avec ce que l'on a dit déjà. Moi, j'ouvre sur la question : est-ce que ce qu'on fait, en quoi ce qu'on fait c'est des sciences ? Maintenant si la question que vous me posez c'est en quoi ce qu'on fait répond au programme c'est deux questions différentes qui attendent des réponses différentes.
377	E6	Justement pour rebondir là dessus, ce qui est intéressant c'est de savoir, moi c'est ça depuis le départ, c'est pour cela que je n'arrête pas de poser des questions j'en suis désolée, mais est-ce que ce que je fais c'est bien des sciences ? Tout à l'heure le collègue a dit moi du moment que ça les intéresse, ça les rend curieux etc. et qu'ils se posent la question… pourquoi ça les rend curieux, moi aussi ça me parle, je suis dans la même logique que lui, mais est-ce que je fais des sciences voilà, mais c'est la question du départ
378	E3	Et après c'est la question avec les enfants qui déterminera si c'est des sciences ou non. Si tu fais des expériences pour montrer… voilà à quel moment, là par exemple, par rapport à très loin, c'est pas tout à fait la même construction.
379	EB	Alors par rapport à la question que l'on se pose. La curiosité… Si la réponse, c'est le maître qui dit la donne, c'est pas des sciences, ça c'est de l'argument d'autorité. Si à la question, la réponse est : comment on va faire pour savoir, on essaye et si on a réussi à avoir des enfants qui avaient des idées — parce qu'ils peuvent ne pas avoir d'idées sur ce qu'il va se passer dans ce cas là on va essayer directement — mais, si ils essaient et qu'une fois qu'ils ont essayé ils disent quelque chose en contradiction avec ce qu'ils ont fait, là, si on valide ça, ce n'est pas des sciences. Si on donne la primauté à l'expérience, là dessus, on n'a pas « ne pas fait des sciences ». C'est un critère nécessaire, c'est nécessaire mais pas suffisant. Qu'est-ce qu'on a dit d'autre ? Est-ce qu'on a répondu à la question, est-ce qu'on l'a fait une fois, est-ce qu'il y a une seule personne qui l'a fait ? Si il n'y a qu'une seule personne qui l'a fait, on n'a pas fait de sciences. Si on l'a tous fait, si on a tous trouvé la même chose quand on a fait la même chose, là on est plus dans les sciences.
380	EB	Si on a modifié un petit truc dont on pensait qu'il ne comptait pas et qu'on a vérifié qu'il ne comptait pas, on est plus dans les sciences. Si on est conscient que pour faire un dessin on ne

		dit pas tout ce qu'on a fait et qu'on a simplifié les choses, si on est capable de repasser de l'un à l'autre, on est encore, on est plus dans les sciences. Voilà, après, c'est vous qui allez poser, c'est ça qu'il faut que vous compreniez... c'est vous qui allez poser les choses. Moi ce que je vous propose, ce sont des critères. Des critères qui vous disent, est-ce que j'ai fait ça ? Et si j'ai fait ça, je suis dedans et si je n'ai pas fait ça je ne suis pas dedans. Le nombre de critères que vous allez fixer, c'est vous qui allez le choisir. Vous vous dites, moi, maintenant, je considère que si je n'ai pas vérifié la reproductibilité je ne fais pas de sciences, donc je vérifie la reproductibilité. Si je n'ai pas vérifié la primauté de l'expérience je n'ai pas fait de sciences, donc je vérifie la primauté de l'expérience, si je ne fais pas ça je ne fais pas de sciences et donc vous allez vous fixer votre lot de critères qui va vous servir de points de repères.
381	EB	Ce que je suis en train de vous proposer c'est que vous, par les contraintes que vous vous fixez, par les critères que vous posez avec vos élèves, vous vous fixez un calibrage de ce qui fait que pour vous c'est de la science ou pas. Si vous vous donnez juste comme critères reproductibilité et primauté de l'expérience ça veut dire quoi ? Ça veut dire que chaque fois que dans la classe vous vous poserez une question, à chaque fois, pour savoir, vous essayerez dans la classe et quand vous aurez essayé, que tout le monde l'aura fait et que tout le monde se sera assuré que ça ne dépend pas de la personne qui le fait, si vous avez vérifié ça à chaque fois, si vous vous êtes juste donné ces deux critères là, vous faites de la science. Vous faites de la science quand vous faites ça. C'est à dire que quand je prends ma pâte à modeler et que je l'écrase pour faire une galette, si la question que je me pose est qu'est-ce qui se passe quand je fais une boule et quand je l'écrase et que la réponse des enfants c'est ça fait une galette et que comment on fait pour savoir, on essaie et que tout le monde essaie et que tout le monde a vu, c'est suffisant, là, quand vous faites ça vous faites des sciences.
382	EB	Si vous vous êtes donnés ces deux critères. Maintenant si vous vous êtes donnés comme critère en plus que ce soit robuste.
383	E3	Mais qu'est-ce que ça leur apporte, il y a des moments il faut bien réviser ?
384	EB	Là pour les enfants ça ne leur rapporte rien, enfin, ça ne leur rapporte rien, ça vous apporte à vous, ça vous apporte à vous de savoir ce que vous faites avec vos élèves et où vous en êtes avec eux. C'est pour vous que ça compte.
385	E5	C'est une démarche
386	EB	Oui et eux effectivement vous leur imposez des contraintes. Au début la seule contrainte c'est "si tu dis mais qu'on ne vérifie pas" on ne valide pas. La 2ème contrainte c'est "désolée mais si tu l'as fait et que tu es le seul à l'avoir fait et que tu es le seul à dire que tu l'as fait je ne valide pas"
387	E5	Si j'ai bien compris avec le postulat de départ et je crois que c'était la recette de la pâte à crêpes, voilà si je fais des crêpes, je fais des sciences si je lui livre la recette comme ça je fais de la tambouille, si j'essaye un coup avec du lait un coup avec de l'eau un coup avec de la farine, un coup avec du maïs peu importe et que j'essaye à chaque fois de façon différente (fin enregistrement 43:53)
388	E5	Je vois si j'obtiens des crêpes ou pas, là je suis dans la démarche scientifique
389	EB	Si votre contrainte que vous vous êtes donnée c'est la primauté d'expérience et si c'est juste la primauté d'expérience, oui
390	E5	Oui puisque mon postulat de départ c'est de savoir si je fais des sciences ou pas
391	EB	Là ce que je suis en train de dire c'est que ça dépend de vous, si c'est une contrainte ou pas
392	E5	D'accord
393	EB	Et donc si vous vous donner une 2ème contrainte qui est la reproductibilité, ça veut dire que je prends de l'eau et de la farine et je vois si je fais une crêpe et si c'est Jean Pierre ou Marie ou je ne sais pas qui qui verse la pâte dans la poêle, ça fait toujours des galettes. Et que ce soit Marie ou Jean qui ait mélangé l'eau et la farine ou autre chose, je l'ai fait plusieurs fois et ça a fait la même chose. Là si vous vous êtes juste donné pour critères la primauté de l'expérience et la reproductivité vous faites des sciences.
394	EB	Maintenant si je sophistique un peu, si je veux poser des contraintes supplémentaires parce qu'évidemment vous vous rendez compte que là ce ne sont pas des sciences du professionnel. Les sciences du professionnel c'est en fait plein de critères. Et voilà, mais je vais décider de fixer … avec les enfants, on va stabiliser ça et puis, maintenant, j'en rajoute un, maintenant qu'ils ont bien compris qu'il fallait faire ça. Ils ont bien compris qu'on ne pouvait pas accéder à une réponse si on n'avait pas fait ça, et bien continuons. Donc maintenant on va rajouter le recul par exemple, c'est, je suis capable de naviguer entre une représentation du monde et le monde. Là je n'ai pas fait de recul pour le moment avec les crêpes, mais si maintenant je fais des schémas je représente les choses et je dis qu'à chaque fois que je fais ces petits points ça va être de la farine et quand je fais un récipient comme cela ça va être de l'eau à l'intérieur, que j'utilise un saladier, une casserole un Tupperware,

		tout ça, ça ne change rien donc je représente mon récipient d'eau c'est à dire que là je simplifie, je généralise d'une certaine façon puisque c'est plus le saladier c'est n'importe quel récipient.
395	EB	Et si je suis capable de jongler entre les deux, si j'ai fait ça, là j'ai fait des sciences, tant que je n'ai pas fait ça je n'ai pas fait des sciences. On a dit que finalement on mettait de l'eau et de la farine mais on ne s'est pas posé la question de savoir quelle eau je mettais : du robinet ou de l'eau minérale est-ce que ça change quelque chose ?
396	E3	Ou feu doux
397	EB	Ou feu doux etc.
398	E4	Comment on fait ? Flotte/coule avec le lait, avec de l'eau c'est pas la même densité
399	EB	On essaye oui, mais ne prenez pas trop de risque, vous prenez un risque avec de l'eau salée mais de toute façon ça veut dire quoi, ça veut dire que vous aurez essayé avant, s'il se passe la même chose ou pas. Dans tous les cas, s'il se passe la même chose, si ça réagit de la même manière qu'est-ce qu'on dit ? Qu'avec ce qu'on a fait nous en classe, ça ne change rien de remplacer le liquide, l'eau par le lait. Et là j'ajoute un autre critère qui est que ce n'est pas universel, c'est pour nous. Et pour savoir si c'est pareil pour d'autres, et bien on va aller voir dans la classe d'à côté si ce que l'on fait dans la classe d'à côté c'est pareil ou pas. C'est fini. Et si ça ne marche pas, s'il y avait un objet qui flottait dans l'eau et qui maintenant coule dans le lait, enfin c'est plutôt l'inverse, c'est plutôt des objets qui flottent dans le lait et qui coulent dans l'eau, et bien qu'est-ce que je dis dans ce cas là ? Je dis que ce n'est pas pareil de mettre un objet dans de l'eau ou dans du lait donc quand je dirai "flotte coule" il faudra que je précise (tous ensemble) le liquide dans lequel je travaille.
400	EB	Sinon pour le moment s'il se passe la même chose, je n'ai pas de moyen de savoir. Pour le moment, pour moi, ce que je dis c'est que pour le lait ou pour l'eau c'est la même chose, pour moi c'est-ce que j'ai fait. Et plus tard lorsqu'ils seront en 5ème, en 4ème, ils réessayeront avec des choses plus précises et ils diront ah bien oui nous avions essayé avec ça et puis maintenant avec d'autres choses ça ne marche pas donc il y a un truc qu'il faut creuser. C'est ça la stratégie.
401	E3	On ne peut pas dire que c'est universel, ça reste nous ce que l'on fait
402	EB	Ben oui
403	E3	Mais le chercheur plus tard quand il faire son résultat, il va dire c'est mon résultat
404	EB	Alors le chercheur qui va présenter son résultat il est extrêmement prudent le chercheur c'est à dire qu'il va décrire les conditions de son expérience, ce qu'il va faire c'est qu'il va dire moi je pense que c'est pour ça que ça s'est passé comme ça, il identifie, on parle de paramètres, il identifie tout ce qui compte et il dit ce qui compte et tout ce qu'il ne dit pas, tout ce qu'il ne dit pas est supposé ne pas compter. Et donc les autres à partir de ce qu'il dit — il a identifié ce qui compte et ils peuvent refaire la même chose —, ou ça marche ou ça ne marche pas. Si ça marche on valide, si ça ne marche pas vlan retour à l'expéditeur, re-papier, attention moi j'ai fait comme ça et ça marchait pas donc il y a un problème et on va chercher à résoudre le problème et peut être que finalement on trouve ce qui comptait pas. Vous savez il y a un truc rigolo qui s'est passé il n'y a pas très longtemps, ç'est Lévy-Leblond qui raconte ça, ça s'est passé au CERN à Grenoble, ils font des calculs etc. et ils ont des modèles, ils ont des représentations du monde, mais des représentations bien plus complexes que les nôtres, mais c'est la même chose.
405	EB	C'est le même principe, ils représentent le monde et à partir de là ils prévoient les choses. Bon ils font des prévisions et ils constatent que toute leur manip est en décalage une fois tous les 28 jours. Il y a des décalages réguliers par rapport à ce qu'ils ont prévus bon ils se sont posé des questions là dessus et ils ont cherché et en fait leur modèle ne tenait pas compte des phases de la lune et la pleine lune crée des marées et la machine était suffisamment sensible pour être sensible à ça. Donc la robustesse, voilà il y a une irrégularité ça veut dire que ce que je pensais être indifférent pour mon expérience ne l'est pas et il faut trouver ce qui ne l'est pas.
406	EB	Evidemment ils avaient noté tout ça. C'est pour ça que l'on note les jours où l'on fait les choses et je veux dire ça arrive tout le temps, ça arrive tout le temps. Mais je veux dire, imaginez dans une manip, on fait des choses, enfin c'est une énergie énorme et on est en train de faire exploser des petites particules, imaginez que la phase de la lune ait une influence sur la manip, je veux dire
407	un enseignant	Ce n'est pas possible.
408	EB	Ben oui. Donc voilà, on se fait des idées, on se fait une représentation du monde, on navigue entre les deux et ça colle ou ça ne colle pas. Et si ça ne colle pas, on ne va pas dire que la manip est fausse on va dire qu'on s'est foiré quelque part et on cherche, vous voyez.
409	un	Donc ça peut être une expérience.

	enseignant	
410	EB	Oui ça va être appliqué dans vos classes effectivement. Ca c'est la primauté de l'expérience que l'on fait jouer là et on ne peut faire ça que si on refait plusieurs fois la manip, si on fait une fois on ne peut rien dire. Donc voyez l'importance de donner ces critères, ces repères. Moi j'appelle ça des critères parce qu'un critère je peux le vérifier ou pas. Et une fois que vous vous êtes fixés un lot de critères, ces critères deviennent des critères de scientificité, c'est à dire que s'ils ne sont pas vérifiés, vous ne faites pas de sciences. Et ça veut dire que ce que vous allez appeler science ça va être différent pour les uns et pour les autres.
411	EB	Vous me suivez là dessus ou pas ?
412	les enseignants	Oui
413	EB	S'il y a quelqu'un qui dit se dit c'est juste la primauté et la reproductibilité, s'il y a quelqu'un qui se dit c'est la primauté et la capacité à naviguer entre la représentation et le monde réel, et bien certaines choses que l'un va appeler science n'en sera pas pour l'autre. Et ce n'est pas grave. A l'école on est habitué à complexifier les choses et à rendre les choses de plus en plus techniques je veux dire
414	E3	Ça aussi c'est faire évoluer les critères, on a une programmation
415	EB	Oui exactement
416	E3	Chez les petits ils ont deux critères et puis on en rajoute un et on complexifie les choses
417	EB	Oui tout à fait vous pouvez faire ça dans votre école
418	E3	En fait ce que vous faites avec les grands c'est plus simple que ce que je pensais moi, en fait c'est sur des choses très simples sans passer une heure dessus
419	EB	Ce qui compte, c'est comment on va faire pour savoir, on va essayer et on va essayer plusieurs choses et c'est là maintenant ce que l'on va faire ensemble. Alors est-ce que l'on pourrait faire la petite pause après que vous ayez réfléchi, ça ne va pas vous prendre longtemps, ça vous prend 5, 10 mn
420		*Une enseignante quitte la salle qq mn*
421	EB	On fait une petite pause courte SVP 5,10 mn et s'il y en a qui veulent discuter avec moi je suis là (pause 09:55 - 23:02)
422	EB	Alors allons-y, asseyez vous. Je vous parle tout de suite du bouquin, est-ce que tout le monde est revenu ? Vous leur direz, ceux qui sont intéressés, j'ai écrit un bouquin qui s'appelle "Sciences à l'école côté jardin" qui permet de faires des jardins des sciences, le jardin des sciences c'est une manifestation où les enfants font vivre ce qu'ils ont vécu à d'autres enfants. Donc ce bouquin, dedans il y a 40 séquences qui sont complètement décrites. Si vous êtes intéressés par le bouquin, moi je ne touche pas un rond dessus, c'est pour ça que je suis sans complexe, vous en avez deux pour 25 euros à prix coûtant. Donc si vous l'achetez là maintenant tout de suite, vous me faites un chèque de 25 euros vous vous arrangez entre vous, il ne me faut que des chèques de 25 euros, l'éditeur il prend rien d'autre.
423	EB	Simplement les bouquins je ne les ai pas là parce qu'ils sont trop lourds, donc ça veut dire qu'il faudra au choix les retirer à l'IUFM en début d'année ou autre solution mais je ne sais pas comment vous les faire parvenir parce que je ne travaille plus beaucoup avec les circonscriptions. Ce que je fais d'habitude c'est que le conseiller pédagogique vient chercher les bouquins et une fois qu'il est venu chercher les bouquins il vous dit que les bouquins sont là et vous venez les chercher à la circonscription. C'est comme vous voulez, soit vous revenez ici à l'IUFM, soit je dis aux conseillers péda de s'en occuper. Qu'est-ce que vous préférez ? Alors le chèque c'est à moi qu'il faut le donner, cette semaine je suis là quand, je suis là demain et jeudi, jeudi j'ai cours ou demain matin
424	un enseignant	On ne peut pas se le procurer autrement ?
425	EB	Si vous pouvez vous le procurer sur Amazon ou en commandant dans une librairie mais vous payerez 25 euros
426	un enseignant	Et avec vous c'est combien
427	EB	12,5 euros
428	un enseignant	Ah, je n'avais pas compris
429	un enseignant	En fait il faut s'organiser et en prendre deux pour faire 25 euros
430	EB	Oui ça ne revient pas au même de payer un bouquin 25 euros et d'avoir deux bouquins pour 25 euros

431	EB	La photocopie du livre tue, ça a un sens également, mais bon ceci dit vous faites comme vous voulez
432	un enseignant	Et si on n'a pas de chèque
433	EB	Et bien vous me l'envoyez et vous m'envoyez un mail parce que moi je ne suis pas là tout le temps
434		*Discussion autour de comment récupérer le bouquin de 26 : 09 à 28 :03*
435	EB	Donc Bascule, on a lu l'histoire, on travaille avec une histoire, avec un album jeunesse. L'histoire est imaginaire on est d'accord, c'est pas vrai ou faux. Une histoire est de toute façon forcément fausse. Donc la question que l'on va se poser quand on travaille avec l'album c'est : est-ce que ce qui se passe dans l'album est possible. Au moins une partie de ce qui se passe dans l'album, pas tout. Est-ce que mes personnages parlent ou pas, ça, ça fait partie des contes, ça fait partie des règles habituelles d'une histoire dans un album jeunesse, on ne va pas remettre ça en cause, on ne va pas s'interroger là-dessus. On va s'interroger sur des faits précis et là la question que l'on va se poser systématiquement c'est est-ce que cette chose là ou cette chose là est possible.
436	EB	Donc vous voyez venir la bascule : on a le renard qui avance sur la planche, du coup ça bascule du côté du lapin. Et le renard qui recule et du coup ça bascule vers le renard et puis, à un moment, il se met de façon à ce qu'il y ait un équilibre, un équilibre horizontal, ça veut dire pas penché. Et équilibre ça ne suffit pas, horizontal, parce que ça aussi c'est un équilibre (elle montre un équilibre penché) si ça ne bouge pas c'est un équilibre. Donc horizontal, donc est-ce que c'est possible d'avoir comme dans l'histoire un renard qui se rapproche et du coup ça bascule du côté du lapin ou lorsqu'il recule, hop ça bascule de l'autre côté ? Ca ça va être la question que l'on va se poser ensemble.
437	EB	Est-ce que c'est possible ? Les enfants vont vous dire oui, non. Oui, question suivante : comment on va faire pour savoir ?
438	un enseignant	On essaye
439	EB	On essaye, alors je vais vous demander de réfléchir par petits groupes 30 secondes et puis ensuite on va partager vos réflexions. Comment on va faire pour essayer ? De quoi on a besoin, de quoi on aurait besoin, comment on pourrait faire pour essayer ? Bon on a vu que ce qu'on va faire c'est une représentation de l'histoire, on va modéliser l'histoire. Donc comment on pourrait faire pour essayer ? Vous vous mettez d'accord. Il y en a une qui prend en notes ce dont vous pensez avoir besoin pour essayer de modéliser l'histoire et on échange. Ça prend 5 mn.
440	EB	Comment faire pour que vérifier, pour voir que l'histoire est possible, hein la question c'est, est-ce que l'histoire est possible ? Est-ce que quand le renard se rapproche ça peut basculer du côté du lapin, est-ce que quand le renard s'éloigne, ça peut basculer du côté du renard et puis quand le renard à un moment se met quelque part ça reste en équilibre horizontal, est-ce que c'est possible ça est-ce que c'est possible cette partie là de l'histoire ? Donc j'ai posé la question comment, vous m'avez dit non. Comment on fait pour savoir, vous m'avez dit on essaye, la question est de savoir comment faire pour essayer.
441	EB	Essayez de trouver une façon de faire pour essayer, du matériel, par exemple de quoi vous avez besoin pour vérifier l'histoire. C'est à vous, vous listez le matériel et puis on en parle ensemble. Allez y entre vous
442		*31:04 - 34:36 les enseignants travaillent entre eux (c'est inaudible impossible de retranscrire ce qui se dit car brouhaha)*
443	EB	Alors svp, on fait un bilan alors de quoi avez vous besoin vous, de quoi pensez vous avoir besoin pour vérifier l'histoire ?
444	groupe 1	On s'est dit peut être un …essayez de prendre du gros matériel (l'exposé est inaudible de 35 : 08 à 35 :16 essayez de faire monter sur la bascule et sinon prendre……dans la classe (jusqu'à 35:26)
445	EB	Donc ce dont vous avez besoin c'est si je résume quelque chose qui peut basculer
446	groupe 1	Oui c'est ça une planche avec un cylindre
447	EB	Et quoi d'autre, vous m'avez dit quoi d'autre ?
448	groupe 1	Une sangle, ou deux enfants mais je ne sais pas si par rapport au poids, oui par rapport au poids sinon prendre des objets de la classe
449	EB	Des objets pour faire quoi
450	groupe 1	Des objets pour…(inaudible de 36 : 06 à 36 : 08
451	EB	Ah oui d'accord vous voulez deux objets un pour faire le renard et un pour faire le lapin,
452	groupe 1	Je pense que le renard est plus lourd que le lapin

453	EB	Donc ce dont vous avez besoin pour vérifier l'histoire, c'est une planche qui peut basculer et deux objets dont un qui est plus lourd que l'autre pour faire le renard hein c'est ça ?
454	groupe 1	Oui
455	EB	Qu'est-ce que vous avez proposé vous autres ?
456	groupe 2	Moi je propose un peu la même chose mais moins instable et puis prendre des……..en plastique pour le renard et le lapin
457	EB	Pour le renard et le lapin mais vous faites attention comment vous les posez ? Elles, elles ont parlé de……(inaudible 37:03)
458	groupe 2	Inaudible 37 : 06
459	EB	Tout dépend de la densité
460	groupe 3	Si on a bien compris c'est à nous de trouver ? Et pas aux enfants de trouver le matériel ?
461	EB	Pour le moment je parle à des adultes donc c'est à vous de trouver
462	groupe 3	Donc il y a une collègue qui proposait de faire une bascule qu'elle a fabriquée dans sa classe, par contre quand on n'en a pas dans sa classe, moi j'avais pensé à un verre, à un gobelet où l'on met les crayons renversé et une règle et des lego pour matérialiser le renard et le lapin
463	EB	Donc des lego, il vous faut deux lego, vous faites les mêmes lego ou des lego différents ?
464	groupe 3	Alors j'ai pensé à empiler deux briquettes pour le renard et une briquette pour le lapin en même temps dans le livre il n'est jamais question du poids des deux, alors on s'en fiche !
465	groupe4	Alors on prend un objet pas trop rond, on leur fait prendre une règle, on essaye qu'il la mettent sur l'objet, il faut qu'ils arrivent à la mettre au milieu pour qu'ils voient déjà que la bascule est au milieu après effectivement on prend deux objets, des lego par exemple et on essaye de voir quand est-ce que c'est en équilibre ou pas
466	EB	Du même poids les lego ?
467	EB	Alors on essaye de faire comme dans l'histoire,
468	groupe 4	Ils ont la même masse ? Est-ce que le lapin est aussi lourd que le renard ?
469	groupe 3	Non c'est une question de déplacement sur la planche, c'est le même poids mais c'est une question de déplacement sur la planche
470	E3	Ce n'est pas le même poids
471	EB	Elles ne sont pas d'accord, vous n'êtes pas d'accord entre vous là
472	E3	Si c'est le même poids, ils sont à la même distance
473	EB	Attention la question que l'on se pose c'est est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire, on cherche le matériel dont on a besoin pour faire un modèle qui permette de faire comme dans l'histoire. Vous êtes d'accord ?
474	EB	Alors avec les enfants, les images on va les copier bien sûr et on va bien regarder, ouvrez tous le livre et regardez où se trouve le point de bascule, effectivement l'axe, on parle de pivot, le pivot se trouve au milieu de la planche. Donc je pense que vous l'avez tous vu, je voudrais que l'on vérifie la position du lapin sur les différentes images, le lapin, il est agrippé et il ne bouge pas, il a une position constante, donc la seule chose que l'on va faire changer c'est le renard. Et tout ce qu'il se passe sur les images se passe au niveau du renard dans l'histoire. Cette histoire je ne l'ai pas prise n'importe comment je l'ai prise pour ça. Alors après on pourra faire changer tout le reste si on veut mais pour faire comme dans l'histoire et aller tout doucement et tranquillement sur la notion de recul il y a ça. Donc on pose le lapin, on ne touche plus au lapin, et on va bouger notre renard.
475	EB	Donc vous me dites que pour faire comme dans l'histoire, on a besoin d'une planche, une grosse planche ici, je vous en ai amenée une (elle montre deux modèles) est-ce que vous pensez que c'est important si je prends une planche comme ça et une planche comme ça ?
476	les enseignants	Ben il faut faire l'expérience pour voir. On voit mieux quand c'est très loin avec la grande planche
477	EB	Plus c'est grand plus on voit mieux quand c'est loin mais est-ce que vous pensez qu'il va se passer la même chose, avec ces deux planches ?
478	les enseignants	Oui
479	EB	Donc vous pensez que la taille de la planche pour faire comme dans l'histoire ça n'est pas quelque chose qui va avoir de l'importance, si je vous donne les 2 éléments, je travaille la robustesse
480	E3	Mais ça dépend du poids
481	EB	Ça dépend du poids, tenez je vous donne les planches (elle fait passer le matériel)
482	EB	Alors vous avez vu j'ai posé un petit bout de bois comme pivot, la collègue proposait de

		prendre un verre, c'est très bien le verre aussi, est-ce que ça change quelque chose ? Attention effectivement à la largeur. Un verre ou un pot vous posez la planche dessus comme ça (elle montre le mouvement de bascule)
483	E2	Si c'est plat dessus ça va basculer
484	EB	Ça va basculer quand même mais il ne faut pas que ce soit trop large (le pot), mais si vous voulez, vous prenez une grande règle de classe et donc vous m'avez dit il vous faut des personnages c'est ça ?
485	les enseignants	Oui
486	EB	Alors regardez, j'ai préparé pour vous des petits lapins et des renards, en fait ce sont mes étudiants qui les ont faits.
487	un enseignant	C'est des masters ?
488	EB	Non c'est des licences, je n'ai pas de masters
489	EB	Alors le début de l'histoire, le lapin est, donc on met le lapin tout au bord de la planche et puis qu'est-ce qu'il se passe, le renard s'approche et quand le renard s'approche ça bascule de quel côté ?
490	les enseignants	Du côté du lapin
491	EB	Du côté du lapin, est-ce que ça bascule du côté du lapin ?
492		*Manipulation des enseignants 43:19 - 43 : 24*
493	EB	Oui tout le monde y arrive ? Vous noterez que l'on a fait des implications là… vous n'avez pas tout à fait les mêmes lapins, vous n'avez pas tout à fait les mêmes renards. Si on travaille avec les enfants, il faut les mêmes, identiques. Ben oui si on veut que ce soit reproductible il faut les mêmes. Comment ça on ne peut pas faire ça ? On ne peut pas faire cela tout de suite, il faut les mêmes couleurs les mêmes machins (fin de la vidéo 43:51)
494	EB	Et ensuite on va changer, est-ce que si je change la couleur ça change quelque chose ? Non. Reproductible c'est tout pareil. Sauf si on a considéré dès le départ que la couleur ça changerait quelque chose. Si on a considéré dès le départ avec les enfants que la couleur ça changeait quelque chose, on change les couleurs. Ca va ? Alors est-ce que vous avez fait reculer le renard et est-ce que maintenant ça penche du côté du renard ? On ne touche pas le lapin. Oui, donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire maintenant ? Oui on peut faire comme dans l'histoire, est-ce que maintenant on peut essayer d'avoir un équilibre horizontal ?
495	EB	Oui, vous avez essayé, tout le monde y arrive ? Et avec l'autre planche, parce qu'avec l'autre planche ça pourrait pencher un peu
496	les enseignants	Ça ne change rien du tout
497	EB	Ça ne change rien du tout. Donc est-ce que l'histoire est possible ? On peut faire comme dans l'histoire.
498	E1	Ça tournoie avec les figures
499	EB	Alors on va s'arrêter, on va en rester là de ce qu'on peut faire avec l'histoire parce qu'après c'est plus compliqué, on n'y arrivera plus. On peut rajouter les corneilles aussi quand vous avez l'équilibre horizontal, les corneilles appuient de quel côté ? Les corneilles, ça peut être des petites mains qui appuient sur quelque chose. Alors allez-y, appuyez sur la planche et qu'est-ce qui se passe ? Est-ce que ça bascule du côté du renard ?
500	E2	Yes
501	EB	Est-ce que vous pensez aussi que si à la place de la pâte à modeler je prends ceci (elle montre deux objets) ça change quelque chose
502	E3	Non
503	EB	Comment peut on savoir ? On essaye, toujours pareil, et donc là on commence à introduire l'idée que ce qui compte finalement ce n'est pas la nature de l'objet c'est sa position, effectivement la position du renard est
504	E3	Une masse
505	EB	Oui, avec les petits je préfère utiliser la notion de poids, poids parce ce qu'on ressent c'est un poids. Donc voilà et donc vous pouvez changer les objets, et vous allez constater toujours la même chose et là, à partir de là, vous allez dire quoi ? Vous allez dire que pour avoir un équilibre horizontal qu'est-ce qu'il faut ? Pour avoir un équilibre horizontal, il faut un pivot

		au milieu de la planche et deux masses différentes de poids différents et le poids le plus lourd doit être près du pivot. Alors vous n'êtes pas, vous n'allez pas arriver jusque là avec vos petits parce que de toute façon, le problème c'est par rapport à quoi on regarde. Donc ça c'est à vous de décomposer, on va regarder par rapport au pivot, les enfants regardent par rapport au bord. Regarder par rapport au pivot c'est un regard d'expert.
506	EB	Les enfants regardent par rapport au bord, nous on va leur proposer de regarder quelque chose par rapport au pivot et donc on l'introduit. On va regarder par rapport au pivot quel objet est plus loin, quel objet est plus près du pivot, puisque de toute façon il y a en a un qui est au bord de la planche
507	E2	On peut utiliser ces termes
508	EB	Oui vous pouvez utiliser ces termes pas de problème
509	E2	De l'équilibre horizontal
510	EB	Ils ne savent pas forcément, mais vous pouvez utiliser le terme et ils vont l'intégrer ce sont des éponges. Pas penché, horizontal, cela signifie, pas penché.
511	E1	Intervention d'un enseignant inaudible
512	EB	Alors là qu'est-ce qui se passe ? Effectivement les enfants vont le faire aussi, regardez ce qu'on fait les collègues.
513	E1	La planche est en équilibre sans les animaux
514	EB	Alors effectivement la planche est en équilibre c'est la 1ère étape, la 1ère étape c'est mettre la planche sans les animaux et ça c'est la 1ère page, et du coup il y a aussi les berges et donc quand les berges s'effondrent on revient à l'équilibre sans les personnages et on ne touche plus la planche. Est-ce que l'histoire est possible ?
515	E2	Alors ce serait mieux de faire avec ça qu'avec la balançoire déjà prête
516	EB	Ben ça dépend. Si vous êtes en classe entière, là pour montrer c'est mieux, on peut faire vivre l'histoire en la montrant. Alors, au fur et à mesure, on a les images, vous avez les images. Au fur et à mesure des images, on peut mettre un rond de couleur, un rond vert ou un rond rouge si l'histoire n'est pas possible, et là si l'histoire est possible qu'est-ce qu'on peut faire, on… (05:07)
517	EB	Rien n'empêche de… une fois que vous avez fait ça, de continuer, c'est-à-dire de changer les objets, c'est-à-dire un renard et un lapin, qu'est-ce qui se passe si le renard marche sur la planche etc.
518	E5	Et qu'est-ce qui se passe s'il y a deux lapins ?
519	EB	Alors qu'est-ce qui se passe s'il y a deux lapins, ça c'est vous qui le décidez, si vous mettez deux lapins qui sont pareils que les trois d'avant ou pas. Ce que je peux faire aussi, j'ai des gros lapins, j'ai prévu le coup, ça veut dire, vous voyez, ça veut dire aussi que vous allez l'anticiper tout ça et comment vous l'avez anticipé ? Et bien vous l'avez anticipé parce que vous avez essayé, vous, et que ces questions là ont surgi ou parce que vous l'avez vu dans un bouquin. Mais effectivement, alors vous n'avez pas pensé à un truc et les enfants vous le proposent qu'est-ce qu'on fait dans ce cas là ? C'est une excellente idée : est-ce qu'on peut essayer ? Non, là on ne peut pas essayer, donc on va attendre la prochaine séance. Et si on ne peut vraiment pas… est-ce qu'on peut le faire avec un vrai lapin et un vrai renard ?
520	les enseignants	Non. A moins de les assommer !
521	EB	Est-ce que ça va ça ? Est-ce que vous voyez comment on peut jouer ? Là, qu'est-ce que je travaille avec les enfants ? Là, c'est si les enfants donnent des indices comme quoi ils sont conscients qu'il y a le monde réel et une représentation, et bien là je joue, je navigue entre le monde et ses représentations et là ce que vous avez fait, c'est qu'avec vos mots à vous on a modélisé.
522	E5	Donc sur le livre il n'y avait pas d'arnaque
523	EB	Donc là, l'histoire est possible. On va passer à "Plouf" maintenant. Donc il y en a sans doute qui l'ont certainement déjà entendue ou des collègues qui en ont parlé. Qui ne connait pas "Plouf" ? Tout le monde connaît "Plouf" ? Ok, donc on va expliquer l'histoire. Attendez, je rappelle l'histoire pour tout le monde.
524	EB	Alors "Plouf". Donc "Plouf" c'est l'histoire d'un loup qui a très très faim, etc.
525	EB	Il se moque d'eux en disant ah ah ah il est bon le fromage, il n'y a pas de fromage ici, par contre il y a des lapins. Evidemment le loup oubliant toute prudence s'accroche à la corde et hop il descend et hop les lapins remontent. Alors la question que l'on se pose c'est : est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ? Est-ce que c'est possible de faire en sorte que d'abord le loup descende puis qu'il soit remonté par les cochons, puis que le cochon soit remonté par les lapins, puis que les lapins soient remontés par le loup ?
526	EB	Donc question est-ce que c'est possible ? A vous maintenant

527	E1	Oui c'est possible jusqu'à la fin parce que le loup
528	EB	Attendez vous me répondez oui ou non. Est-ce que c'est possible de faire tout comme dans l'histoire ?
529	E1	Non
530	E2	Il faut tester
531	E1	Le 2ème oui mais pas le 3ème
532	EB	Donc est-ce que c'est possible ? Vous ce que vous me dites c'est que c'est possible de faire descendre le cochon et remonter le loup, vous me dites que c'est possible de faire descendre les lapins et remonter le cochon et vous dites que ce n'est pas possible de faire descendre le loup et remonter les lapins ?
533	E2	Non c'est le 2ème qui n'est pas possible
534	plusieurs enseignants	Ça dépend du poids des bêtes
535	EB	Alors la question que l'on va se poser c'est, alors vous voyez vous êtes déjà en train de partir. Ca veut dire que là je n'ai même pas besoin de poser des questions, les questions elles sont implicites et c'est lancé. Avec les petits vous aurez toujours des questions et de toute façon on va se mettre d'accord sur ce qu'on cherche. Donc moi la question que je vous pose c'est : 1/ est-ce qu'on peut essayer de modéliser l'histoire, c'est à dire, est-ce qu'on peut essayer de faire les différentes étapes comme dans l'histoire et 2/ comment faire, de quoi vous avez besoin pour essayer de faire comme dans l'histoire ? Comme on a fait là avec Bascule. Donc de quoi on aurait besoin pour essayer de faire autant que possible comme dans l'histoire ? Et si vous avez déjà effectivement une idée sur ce qui est possible ou pas possible, c'est le moment aussi d'en parler entre vous. Mais, comment on peut faire pour modéliser cette histoire, comme on a fait avec Bascule ? A vous !
536	EB	Je vous laisse réfléchir et pendant ce temps là je ramasse le matériel
537	travail de groupe	*Les enseignants parlent entre eux*
538	EB	Allez on fait un bilan. Alors la question que l'on se pose c'est comment, de quoi on a besoin pour essayer de faire comme dans l'histoire ? Donc on va partir de, on était parti de ce groupe là tout à l'heure, on va partir de ce groupe là. Alors de quoi vous avez besoin pour essayer de faire comme dans l'histoire ? Si on veut modéliser l'histoire de quoi on a besoin ?
539	groupe 2	Un gobelet attaché à une ficelle autour d'un axe et après, prendre trois objets par rapport au poids, si on définit le poids, ou alors est-ce qu'on part du constat que la question est est-ce que la fin est possible ou est-ce que toute l'histoire est possible ? Oui les collègues derrière disaient si on part du constat que le cochon va pouvoir descendre parce qu'effectivement il est plus lourd que le loup, qu'il va pouvoir remonter parce que les lapins sont plus lourds on part là dessus, il faut que 3 lapins soient plus lourds que le cochon
540	un enseignant	La question est : est-ce que la fin est possible ou est-ce que l'histoire est possible ?
541	un enseignant	Il faut faire plusieurs scénarios
542	un enseignant	Il n'y a qu'un saut
543	plusieurs enseignants	Parlent c'est inaudible de 14:52 à 14:58
544	EB	Alors la question que j'ai posée. Svp la question que j'ai posée c'était est-ce que l'on peut essayer de faire comme dans l'histoire c'est-à-dire est-ce que l'on peut essayer de reproduire ce qui se passe dans l'histoire autant que possible ?
545	E2	Par contre, c'est le poids. Un cochon c'est plus lourd qu'un lapin, mais ce n'est pas ça le but de l'histoire.
546	EB	La question que j'ai posée, c'est une question sur monter et descendre. Donc la question que j'ai posée c'est : est-ce que l'on peut s'arranger pour, la question c'est : est-ce que je peux m'arranger pour avoir comme dans l'histoire le cochon qui remonte le loup, puis ensuite les lapins qui remontent le cochon et ensuite les lapins qui sont remontés par le loup. La question c'est : est-ce que je peux m'arranger pour essayer de faire comme l'histoire… autant que je peux le faire
547	EB	Comment vous faites pour faire ça ? De quoi vous avez besoin pour essayer de faire ça ?
548	E1	Si on veut vraiment coller à l'histoire il faut une poulie
549	EB	Donc vous dites qu'il vous faut une poulie

550	E1	Oui si on veut vraiment coller à l'histoire
551	EB	Les autres vous êtes d'accord avec ça ?
552	E3	Ben on peut essayer sans poulie mais le problème c'est que plutôt que de rester accroché ou coincé, il va tomber, si on prend juste un axe et qu'on accroche deux seaux à un moment donné le seau il va passer de l'autre côté, ça risque de tomber
553	EB	Ça dépend sans doute de la taille
554	E3	Ça risque mais il y a possibilité de le faire. Nous on a pensé à une espèce, c'est quelque chose pour grimper en motricité c'est quelque chose qui est en fer, qui a une forme comme on va dire triangulaire, qui a un axe en fer au milieu qui est assez gros qui a un diamètre d'à peu près ça, on peut effectivement mettre une corde et après accrocher un panier en plastique qui nous sert à faire du lancer on peut l'accrocher aux extrémités, à nous de déterminer après un objet lourd, qui sera plus léger que l'objet cochon, qui sera plus léger que les lapins voilà
555	EB	Donc pour vous ce qu'il faut c'est un seau une corde
556	E3	2 seaux
557	EB	D'accord vous accrochez un seau des 2 côtés c'est plus facile comme ça
558	E3	Oui
559	EB	Ok donc deux seaux , une corde et un axe et puis les objets , un axe pour que la corde fasse quoi ?
560	E2	Pour qu'elle coulisse
561	E3	Pour qu'elle puisse descendre et remonter
562	E4	Dans ce cas la poulie elle n'a aucun intérêt la poulie, il y a le fait de tirer, ça va faire coulisser mais ça va pas aider à.. en fonction du poids
563	EB	Alors la poulie elle sert à quoi ? A autre chose dans l'histoire ou pas ?
564	E4	Oui comme un axe
565	E5	Je ne suis pas sûre que ça marche
566	E1	Axe ou poulie je ne vois pas trop la différence, la poulie ça va fonctionner plus facilement il y a plus de frottement je ne vois pas de différence plus importante
567	EB	Bon comment on va faire pour savoir ?
568	E3	On essaye
569	EB	Alors le poids des personnages, vous dites qu'il faut un objet qui soit plus léger que le cochon
570	E3	Alors une brique de lego, deux briques de lego pour le cochon, trois briques pour les lapins
571	E5	3 briques pour les lapins, 2 pour le cochon
572	E3	Non mais on en met deux, l'avantage des lego c'est que les briques on peut les emboiter. Le personnage du loup c'est 1 brique, le personnage du cochon c'est deux briques, si tu veux une brique bleue pour le loup et deux briques oranges pour le cochon. Le coup des briques c'est juste pour montrer que le loup il pèse 1 brique, que le cochon il pèse 2 briques, que les lapins ils pèsent 3 briques, ils sont plus lourds à chaque fois, ça nous permettra de voir à la fin
573	EB	Ça vous permettra de voir qu'à la fin… ?
574	E3	Ben il y aura un souci, puisque 3 briques ne pourront pas faire remonter 1 brique
575	E1	1 brique ne pourra pas faire remonter 3 briques
576	EB	Ok donc vous êtes partis sur le fait que la fin de l'histoire n'est pas possible j'ai l'impression
577	E6	Moi je ne suis pas sûre
578	EB	Vous n'êtes pas sûre
579	E2	Oui c'est possible puisque le cochon est plus lourd que le loup, et le loup ne va pas monter quelque chose qui est plus lourd que le cochon
580	E1	Ça c'est le côté magique des albums
581	E3	Ah oui mais alors là l'album tu ne t'en sers pas pour le côté scientifique tu t'en sers juste pour la magie
582	E1	Je ne m'en sers pas pour le côté scientifique, pour l'illustration, le plus lourd fait monter le moins lourd, on ne peut pas aller jusqu'au bout de l'histoire
583	E3	Et après il faut savoir se limiter, ne pas se servir des albums pour faire des expériences
584	EB	Et pourquoi on n'irait pas jusqu'au bout ?
585	EB	Alors on travaille sur quoi ? Je vous ai dit qu'on allait travailler sur quoi, faire des sciences c'est quoi ?
586	E2	Ben le réel

587	EB	C'est confronter le monde physique à ses représentations et qu'est-ce qu'on a dit, on a dit que si il y avait conflit entre les deux, alors déjà on teste évidemment, et si on a conflit entre les deux
588	E3	On se base sur le réel
589	EB	Voilà et donc on se base sur le réel, ça veut dire quoi ? Ça veut dire que l'histoire elle est fausse ?
590	les enseignants	Imaginative, elle n'est pas réelle
591	EB	C'est quoi la question de départ ?
592	les enseignants	Elle n'est pas scientifique
593	EB	Non plus. Elle n'est pas possible. Ce n'est pas la même chose. Une histoire, vos histoires elles sont forcément fausses, une histoire ce n'est pas vrai. Une histoire ce n'est pas vrai, même une histoire qu'on vous raconte, même le machin, l'histoire des sciences, enfin il n'y a qu'une partie il n'y a jamais tout, on va essayer d'être aussi proche qu'on peut du réel mais n'empêche, on n'y sera pas. Et puis de toute façon on sait bien que c'est un monde imaginaire, enfin il y a tout les indicateurs pour les enfants. Il n'y a pas le il était une fois, mais il y a les personnages qui parlent ça on sait bien que ce n'est pas vrai. On sait bien qu'un lapin ça ne porte pas de pantalon, mais ce n'est pas ça qui nous intéresse, dans l'histoire ce qui nous intéresse c'est l'enjeu sur ce qui monte et ce qui descend, à un moment l'auteur joue avec ça. Regardez le format, le format est fait pour ça et donc il joue avec ça et au final est-ce que l'histoire est possible ? Non. Et quand vous dites que l'histoire n'est pas possible ce que vous faites en disant ça c'est que vous vous basez sur ce que vous faites pour dire par rapport à ce que je fais, il ne se passe pas la même chose dans l'histoire et il ne se passe pas la même chose dans l'histoire donc je valide ce qui ce fait là avec moi et donc l'histoire n'est pas possible par rapport au réel. Vous êtes d'accord ? Et là avec vos enfants vous naviguez entre deux mondes et vos enfants sont, j'ai envie de dire forcés mais en tout cas il faut déjà qu'ils prennent conscience que ce n'est pas pareil. Il faut faire le lien entre les deux, et distinguer que ce qu'on va faire en classe, ce que vous avez proposé comme manipulation et l'histoire. Mais si …
594	E2	Je ne vois pas comment on va trouver les objets qui vont permettre de leur montrer
595	EB	Alors vous m'avez dit qu'il fallait des seaux, voilà des seaux. 2 seaux c'est la solution de facilité parce que c'est plus pratique pour mettre les choses. Maintenant, si on veut coller absolument à l'histoire, on va mettre un seau, une corde et de l'autre côté on accrochera les personnages à la corde. Alors pour accrocher les personnages à la corde, on peut mettre une pince ou utiliser des personnages qui peuvent s'accrocher à la corde, au choix vous faites comme vous voulez. Donc la corde, les seaux, ensuite vous m'avez dit quoi ? Vous m'avez dit des personnages de poids différents. Alors déjà les seaux (elle distribue les seaux) les seaux sont tous les mêmes, alors on a dit quoi, on a dit qu'il vous fallait un axe (elle les distribue). En classe, vous avez ce matériel (elle montre du matériel d'EPS)
596	E1	Il faut un truc en plus
597	EB	Ah vous me dites qu'il faut un truc en plus ? Vous me dites quoi, il faut un puits ? Est-ce qu'il faut un puits ? Alors on peut simuler un puits avec une poubelle par exemple. Vous m'avez dit qu'il fallait juste un axe, il y en a qui m'ont dit qu'il fallait une poulie
598	E2	Ça glisse pas
599	EB	Ça ne glisse pas (EB distribue les personnages)
600	EB	Alors qu'est-ce qu'il se passe ? Ça frotte
601	E1	Non mais on s'est trompé le loup c'est pas ça
602		EB distribue le loup
603		*Expérimentation de 27:40 à 29 : 47*
604	EB	Alors vous avez constaté quoi ? Vous avez constaté que.. il nous reste très peu de temps on va accélérer d'autant plus que j'aimerais que vous me répondiez à quelques questions, on va prendre 5 mn pour répondre aux questions mais j'aimerais bien que vous le fassiez aussi. Alors est-ce que l'histoire est possible jusqu'à la fin ?
605	les enseignants	Non
606	EB	Non effectivement c'est lié au poids des personnages, vous avez bien prouver ça, vous avez dit qu'il faut une poulie parce que sans la poulie ça frotte trop et ça marche pas et dans l'histoire il y a une poulie, donc si vous tournez l'album on voit bien la poulie. Donc avec les

		enfants on va pas faire comme j'ai fait là, avec les enfants, on va fournir le matériel. Le matériel pour construire, on va leur fournir les personnages déjà avec les bons choix, on fournit et ensuite on en discutera d'accord. Donc on fournit tout ça. C'est à eux de construire les choses alors qu'est-ce qu'on travaille là ? Vous avez pu constater que vous n'aviez pas tous les mêmes poulies, donc au début évidemment tout le monde a le même matériel ensuite on peut jouer la robustesse, on change la taille du matériel, on change la couleur des personnages, on change les personnages plutôt que de prendre de la pâte à modeler on prend autre chose etc. Mais attention, faites gaffe, vous préparez et vous testez avant parce ce n'est pas tout, si vous ayez les trois lapins qui sont moins lourds que le cochon, là, après, les enfants ils explosent, ils ne comprennent plus rien.
607	EB	C'est toujours pareil : on construit les choses d'abord et une fois que, et bien voilà maintenant ils y sont arrivés (en montrant le groupe 4) ils ont fait des micros lapins et du coup, on peut quand même faire comme dans l'histoire, on peut faire monter le cochon
608	un enseignant	Il n'y a pas de détail il n'y a rien
609	EB	Oui c'est bien ce que je suis en train de dire, on construit, on compose avec du matériel qui permet de faire comme dans l'histoire, autant qu'on peut le faire, autant qu'on peut le faire c'est à dire 3 lapins qui sont plus lourds qu'un cochon et ça ne pose absolument aucune difficulté à ce niveau là aux enfants. Ce qui est important c'est quoi avec vos enfants ? C'est qu'on se mette d'accord sur le puits de l'histoire et ce que l'on a fait dans la classe, qu'on puisse identifier terme à terme quasiment les différents éléments sinon est-ce que l'on peut tester ? Ben non, si on n'est pas d'accord c'est juste un truc, ça, c'est une expérience en soi et l'histoire c'est une autre chose. Ce qui nous intéresse c'est de faire le lien entre les deux,
610	EB	Et de naviguer entre les deux. Et là quand vous faites ça vous introduisez vos élèves à la notion de modélisation l'air de rien, vous n'allez pas dire exactement ça comme ça mais c'est exactement ce que vous faites et puis, évidemment, d'un point de vue physique, d'un point de vue du contenu, et bien quand j'ai une poulie et que j'ai mes deux objets, c'est l'objet le plus lourd qui descend. Attention aux implications lorsque vous m'avez dit et bien le loup est plus léger que le cochon, le cochon est plus léger que les lapins donc le loup est plus léger que les lapins, ça ce n'est pas accessible aux enfants la plupart du temps. Mais on s'en fiche de ça, ils vont constater que c'est pas possible et c'est pas possible donc comment on va faire. Evidemment ils vont avoir l'idée de tirer la corde.
611	EB	Est-ce que l'on peut tirer sur la corde, est-ce qu'il y a une main dans l'histoire ? Non il n'y a pas de main dans l'histoire donc est-ce que l'on peut faire comme dans l'histoire ou non ? Après comment on pourrait faire pour etc...Alors je vais vous montrer des petits bouts de film, j'étais partie pour vous montrer une vidéo mais ça ne va pas le faire. Je vais vous montrer des petits bouts de ça. Donc je vous montre des étapes de ce que je vous ai dit (des images sont projetées au tableau). Alors c'est une classe de M/G section et donc vous allez voir ce qu'il se passe, ils sont en train de construire leur ..... D'accord. Le son n'est pas très bon, je n'ai pas les baffes donc soyez attentifs.
612	projection du film	*(Il est impossible de retranscrire la video (34 : 01 à 34 : 35)*
613	EB	Donc là il s'est joué énormément de choses. L'enseignant n'a rien dit mais vous avez entendu les enfants peut être discuter, ceux qui étaient au fond n'ont peut être pas bien entendu. Ils sont en train de discuter de la valeur de leur puits. C'est quoi ce puits ? Qu'un puits ça ressemble à un puits, c'est un puits, c'est pas un puits qu'il vous dit, si c'est un puits, et ils négocient et il se mettent d'accord sur c'est un puits, c'est pas un puits que l'on a construit avec des briques et c'est un puits fabriqué donc on s'est mis d'accord là dessus, donc là ils ont construit le puits
614	projection du film	35:11- 35 :21
615	EB	Regardez les mains regardez ce qu'ils montrent
616	projection du film	35 : 21 - 35 : 38
617	EB	Alors là qu'est-ce qu'il se passe, il s'est passé beaucoup de choses. L'enseignant est en train de faire un travail terme à terme, ils ont mis quasiment tout, mais ils n'ont pas mis, ils n'ont pas mis le saladier. Pour certains enfants, ce n'est pas clair, on le voit "montre moi Eva où il est" mais Eva ne sait pas trop et Charlotte, elle, pointe du doigt la poulie, ce qui veut dire que pour elle ce qui est important dans le puits c'est quoi ? C'est la poulie c'est pas le reste et il y a une autre gamine qui va y aller, vous l'avez vue se lever pour toucher et puis bon ils ont vu l'enseignant venir, l'enseignant a un beau saladier, ben le saladier il manque pour le puits, on met le puits et du coup la gamine dit "d'accord dans ce cas là si tu veux mettre un saladier, il faut de l'eau" : si on fait comme dans l'histoire et qu'on met le saladier on met de l'eau dedans.

618	EB	Donc la il y a une navigation entre les deux alors on continue un peu plus loin
619	projection du film	36 : 37 - 37 : 03
620	EB	Donc dans cette expérience, est-ce qu'on aurait pu faire comme dans l'histoire on n'a pas pu faire comme dans l'histoire parce que le loup il ne descend pas, donc je n'ai pas le moment exact où ils arrivent, où ils trouvent qu'il ne descend pas, mais les enfants s'immobilisent littéralement. C'est à dire qu'ils font un truc et ah surprise, ça ne descend pas alors qu'ils s'attendent à ce que ça descende et tout de suite après poum, ils prennent à la main la poulie pour le faire descendre, pour faire comme dans l'histoire. Donc le maître reprend la main, dans l'histoire est-ce qu'il y avait la main etc
621	projection du film	Bon ça c'est-ce que je vous ai dit 37 : 40 - 38 : 11
622	EB	Bon attendez je vais passer directement sur les transcriptions, j'ai fait les transcriptions. Ce sont les enfants, 6 mois après je reviens voir les enfants est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ou pas. Vous avez une gamine qui dit "moi au début je pensais que c'était possible mais là, comme on a vu, maintenant je dis que ce n'est plus possible parce qu'on a fait". Comment on fait pour savoir ? Ben on essaye. Et on essaye, quand on essaye qu'est-ce qu'on peut savoir, et bien on peut savoir si c'est possible ou pas. Comment on pourrait aider les plus petits à comprendre ?
623	EB	On leur montre, on leur dit ça c'est pas possible parce qu'ils voient. Donc là on développe la primauté de l'expérience. Alors là ce que je vais vous montrer maintenant c'est un gamin (essayez de tendre l'oreille) c'est un gamin qui m'a dit ça, c'était 7 mois après quand je lui demande si c'est pas possible voilà ce qu'il me répond
624	l'enfant	Ben avec tous les lapins il devrait remonter alors qu'il ne remonte pas, et après le cochon il ne va pas descendre (le reste est inaudible)
625	EB	Alors qu'est-ce qu'il dit ce gamin ? Avec tous les lapins il devrait remonter, alors qu'il ne remonte pas, ça c'est pas possible ben non, il faut faire un énorme loup et après le cochon il ne va pas descendre alors on peut pas. Il navigue il a compris que pour faire, enfin pour que le loup descende il faut qu'il soit plus lourd que les lapins, donc il conçoit un loup plus lourd que les lapins, mais une fois que le loup est plus lourd que les lapins, il réinjecte dans le début de l'histoire et dans ce cas là le début de l'histoire ne marche plus parce que le cochon (elle ne finit pas la phrase) c'est pas possible, donc il continue… ou sinon on rajoute de la pâte à modeler à la fin mais le loup il est pareil alors donc.....(impossible de comprendre)
626	E1	Non mais il peut y en avoir comme ça mais c'est assez rare
627	EB	C'est rare
628	E1	C'est rare parce que là il y a vraiment un esprit de déduction poussé
629	EB	C'est rare, c'est très rare, mais ça existe
630	E1	Oui il y en a
631	EB	Alors les négociations sur les animaux
632	projection du film	40:29 - 40 : 57 EB : alors écoutez bien, là c'est la fin c'était pas possible et l'enseignant leur demande pourquoi c'est pas possible
633	projection du film	41:07 - 42:34
634	EB	Et vous avez vu les arguments qu'ils donnent c'est ça : les lapins sont trop gros, trop nombreux, trop lourds pour faire remonter le loup. Donc on a testé ça. Trop nombreux, ben mes trois lapins au lieu d'avoir trois lapins je les fusionne en un gros, ça en fait un, est-ce que ça change quelque chose ? Non, donc le nombre, ce n'est pas ça. Trop gros, alors gros et lourd là si on travaille avec la même matière ben forcément quand il y en a plus en volume, il y en a plus en masse aussi, donc on peut changer de matière éventuellement on peut prendre des matières qui sont justement on revient sur le flotte coule, on peut prendre un objet qui est petit mais lourd pour faire les lapins et un objet qui est gros et léger pour faire le loup et voir que c'est pas gros qui compte et ce qui compte c'est lourd. Mais les enfants, il ne fait rien le maître, il pose la question et il laisse les enfants discuter entre eux et ça sort. C'était à Saint-Laurent, ce n'était pas les enfants les meilleurs de la classe, alors c'était fin du mois de juin, les autres enfants étaient en activité, ils travaillaient derrière avec l'ATSEM et en autonomie.
635	EB	Alors je ne vous ai pas montré, on n'a pas eu le temps, je ne vous ai pas montré ce qu'on peut faire (fin de la vidéo)
636	EB	Petit glaçon et sur le roman de renard, alors c'est facile "petit glaçon" c'est un glaçon qui fond donc vous le lirez c'est facile et roman de renard c'est les changements d'état de l'eau et ce qui compte toujours, et là c'est la queue du loup qui se retrouve coincée dans la glace mais c'est toujours la même chose, comment on va voir si c'est possible, on va essayer, donc on va

		modéliser l'histoire, on va modéliser un lac, on va modéliser une queue du loup avec un bout de laine et puis il va falloir faire un modèle de tout ça. Donc pour ceux qui ont le bouquin, dans le bouquin tout est écrit dedans sinon c'est quelque chose d'un peu classique vous trouvez cela sur le site "de la main à la pâte". La différence entre ce que je vous dis et la main à la pâte, c'est que moi j'insiste vraiment, et je pense que vous comprenez pourquoi maintenant, j'insiste sur une question que eux n'utilisent jamais et qui est : est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ? Comment fait-on pour savoir ? Ce qui est complètement différent de dire « on va faire comme dans l'histoire ».
637	EB	Ce qu'on trouve souvent dans les bouquins qu'on utilise c'est « on va faire comme dans l'histoire ». Non, la preuve avec *Plouf* on ne peut pas faire comme dans l'histoire et par rapport au collègue : est-ce que l'on s'arrête au moment où l'on ne peut plus ou est-ce qu'on va jusqu'au bout de l'histoire ? On va jusqu'au bout de l'histoire, on constate qu'elle n'est pas possible et c'est ça qui est riche. Et si on joue sur des histoires qui sont possibles et des histoires qui ne sont pas possibles avec les enfants et bien forcément ça les amène à réfléchir. Ca va ?
638	EB	Je voudrais avoir vos retours sur ce que je vous ai expliqué sur les critères, je vous ai parlé de reproductibilité, primauté de l'expérience, robustesse recul et il y en a un autre aussi c'est l'agilité, la facilité à naviguer entre du général et du particulier. Là, on a vu plus lourd moins lourd c'est à dire que l'on ne s'est pas préoccupé de l'objet.... Est-ce que vous pensez que poser ces critères, en tout cas les avoir en tête quand vous allez faire des choses avec vos élèves peut vous aider à savoir si vous faites des sciences ou pas, et peut vous aider dans la mise en œuvre de ce que vous faites ?
639	EB	Oui ? Non ? Et ce que vous pensez, ça sert à rien finalement ?
640	E2	Sûr, pour l'expérience, j'avais besoin de savoir. On est toujours pressé de faire avancer les choses je pense, trop, malheureusement.
641	E3	C'est plus clair. C'est sûr.
642		D'un point de vue pratique, nous on n'a pas tout à fait la même démarche que les enfants, on l'a peut être quand on la prépare la séance mais…
643	E4	C'est un exercice
644	EB	C'est un exercice pour vous, ça apporte des choses de parler de ça ou pas ?
645	E5	Oui. Ça nous dérange un peu, parce qu'on va voir les choses un peu différemment je pense.
646	E7	Je trouve que ça simplifie moi du coup. Moi je pense que j'allais trop loin, l'histoire des graines ça se voit.
647		En même temps oui. Ça clarifie pour moi.
648	E3	Ça part dans tous les sens sinon.
649	E2	Si vraiment on cherche vraiment avec eux, ça simplifie.
650		On cadre plus les choses.
651	E3	Sans aller très loin. Enfin, on pense qu'on ne va pas très loin mais en fait pour les enfants cela peut être plus clair pour eux. Parce qu'on n'a pas l'impression d'aller loin mais eux ils n'ont pas de représentation.
652	E4	C'est très très bien. Ça permet d'avancer, ça dérange et ça réveille
653	EB	En quoi ça dérange ?
654	E3	Parce qu'on ne le faisait pas de cette façon là, en tout cas moi. Parce qu'on veut tout de suite arriver au résultat, en tout cas moi. On ne se pose pas toutes ces questions.
655	échanges entre enseignants	On mélange. On est à la fois dans l'automatisme et dans le raisonnement d'adulte, on veut aller trop vite on laisse pas assez tâtonner les enfants. On ne laisse pas assez le raisonnement des enfants. C'est la façon dont nous on a été enseignées aussi parce qu'on était plus dons le guidage.
656	EB	Si sur ces critères, je vous demandais ceux qui vous ont le plus marqués, ceux que vous allez essayer de mettre en place dans votre classe eux qui vous semblent plus facile à mettre en place dans votre classe, là tout de suite, quand vous allez partir, vous diriez quoi ?
657	un enseignant	Les critères ou les situations ?
658	EB	Les critères. A quoi vous allez faire attention : expérience, primauté, robustesse, recul…
659	les enseignants	Reproductibilité, et robustesse aussi, c'est-ce qui manque le plus
660	les enseignants	Tout. L'ensemble.
661	E1	Tout, enfin moi j'avais tendance à faire de l'expérience et puis à passer à autre chose, alors

		que là effectivement il va falloir multiplier les expériences effectivement pour arriver à la robustesse à la reproductibilité
662	E2	Voilà. Et surtout ne pas affirmer de généralités, dire je ou nous observons dans la classe…. (ça va être dur). Parce que cela je ne fais le fais pas du tout, on globalise souvent.
663	échanges avec les enseignants	Impossible de comprendre de 05:22 à 05:32
664	un enseignant	Essayer de faire avec plusieurs groupes, exploiter ça, constater que les quatre groupes sont arrivés au même résultat donc… Moi, je ne le voyais pas comme cela, je ne le faisais pas faire aux quatre groupes pour arriver à cela. Puisque les quatre groupes sont arrivés à la même conclusion… c'est plutôt moi qui faisais cela.
665	échanges avec les enseignants	Impossible de comprendre de 05:35 à 05:40
666	un enseignant	C'est plutôt nous qui faisions
667	EB	Les enfants, souvent on a l'impression qu'on refait pour mieux retenir. Quand vous demandez à des enfants si c'est important de refaire, ils vous répondent oui et vous leur demandez pourquoi c'est important de refaire ce qu'ils vous répondent souvent c'est parce ce que ça nous permet de mieux retenir
668	un enseignant	Comme le chant ?
669	EB	Comme le chant, comme les exercices de français peu importe. Ici, le fait de reproduire a une autre valeur, ce n'est pas comme
670	un enseignant	Ce n'est pas la même chose
671	EB	Disons que si l'on reproduit pas tout à fait la même chose c'est qu'on n'a pas reproduit, c'est qu'il y a quelque chose qui cloche. Vous avez d'autres remarques à me faire. C'est dommage, parce que la collègue qui était un peu …est partie. D'autres retours ? Est-ce que si je refais cette animation avec d'autres collègues, je fais pareil est-ce que je change quelque chose ? Est-ce qu'il y a des choses que vous auriez voulues et que je n'ai pas données ?
672	E1	Non c'est bien.
673	échanges avec les enseignants	Peut être lister les expériences. Faire une deuxième animation en biologie.
674	EB	Alors attention au bio, la physique c'est pas casse gueule. La bio c'est beaucoup plus compliqué. Les paramètres en physique il n'y en a pas beaucoup, on joue sur pas beaucoup de paramètres donc finalement c'est assez facile. C'est lourd pas lourd, c'est loin pas loin, c'est gros pas gros, c'est-ce genre de choses. Quand on travaille sur le vivant on parlait de cela tout à l'heure, des graines, mais il y a des graines qui germent, des graines qui ne germent pas,
675	un enseignant	Pourquoi ça germe et ça ne germe pas, parce qu'il n'y a pas la même température…
676	EB	Voilà il y a plein, plein de choses
677	un enseignant	La quantité d'eau
678	EB	Et puis les graines sont différentes, il y a des graines différentes. Même vous prenez deux graines qui se ressemblent comme deux sœurs, n'empêche qu'elles ne se comporteront pas forcément de la même façon parce qu'à l'intérieur il y a des choses qui ne sont pas pareilles et auxquelles on ne peut pas penser. Donc quand vous faites ce genre de choses faites attention aux critères pour dire oui/non les graines ça pousse. Si vous dites une graine et une plante ça pousse ben vous allez vous retrouver avec des graines qui ne poussent pas et des graines qui poussent ou alors vous dites du vivant mais en tout cas il y a un problème sur la formulation. Donc restez sur des choses assez particulières et généralisées uniquement ou que vous sentez que vous pouvez généraliser
679	EB	Et c'est ça aussi tester la robustesse. Là j'ai pris de la pâte à modeler, je l'ai prise verte, je l'ai prise rouge donc la couleur ça n'a rien changer. Si je remplace la pâte à modeler par des masse marquées…... il va se passer la même chose etc, etc on va tester mais on ne peut pas dire ça tout de suite. Et pour les graines c'est pareil. Voilà c'est une attention mais ce n'est

		pas facile, je sais bien.
680	une enseignante	Pose une question inaudible 09:08 - 09:10
681	EB	Vous avez les différentes images avec des petits ronds, c'est vert ou c'est rouge et donc ça va être les couleurs et on a réussi à faire cette histoire ou on n'a pas réussi à faire cette histoire.
682		Les enseignants se lèvent pour partir, EB continue à parler mais c'est inaudible 09:30 à 09:40
683	EB	Au fait, les poulies "opitec" ça s'appelle pas poulies ça s'appelle des roues avec une gorge et il y a un tout petit trou, il faut percer.
684		Les enseignants s'en vont 09 : 56

ANNEXE 6.M.

Transcription de la formation continue "Maternelle" 2011/2012, groupe 52

Formation réalisée à l'IUFM de Nice, centre Stephen Liégeard avec un public de 35 enseignants de maternelle ayant choisi de participer à cette formation de 6h sur le Plan Académique de formation.

Contenu de la formation :

— questionnement initial sur ce qui distingue science et non-science
— introduction des différents éléments de scientificité (refus de l'argument d'autorité, primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, recul)
— utilisation des albums jeunesse et présentations de différentes déroulements en démarche d'investigation (engrenages, toucher, son, sabliers, ombres et lumière) suivies d'un retour en termes de mise en œuvre ou non de ces éléments dans le déroulement
— Bilan

Les enseignants en formation ont participé à des moments de D.I. extraits des séquences en Annexe 2.A. suivantes : M-03, M-04, M-06, M-07, M-08, M-11, M-13, M-15.

1	Estelle	Alors, je vais vous donner une petite feuille pour faire ça, comme ça je les récupérerai après. La question est simple, vous pouvez déjà y réfléchir. La question c'est "pour vous, qu'est-ce qui fait, avec vos enfants…". Quels sont ceux qui sont en petite section ? Quels sont ceux qui sont en moyenne section ? Quels sont ceux qui sont en grande section ? (Les enseignants lèvent la main). Donc j'aimerais bien que vous me mettiez sur votre feuille si vous avez des GS, MS ou PS, parce que ce que vous allez répondre dépend beaucoup de l'âge de vos enfants. C'est une partie réflexive qui prend une dizaine de minutes. Normalement c'est chacun pour soi, mais on est comme des enfants, on commence à regarder sur la copie du voisin, mais essayez quand même d'écrire ce qui compte pour vous. Donc je vais vous poser deux questions. La première c'est "pour vous, qu'est-ce qui distingue quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ?" Alors vous voyez le "quelque chose", il est vague, ça peut être un discours, à la télévision, un documentaire... Qu'est-ce qui fait pour vous que c'est scientifique ou que ça ne l'est pas ? Qu'est-ce qui vous permet d'identifier ça comme quelque chose de scientifique ? Vous lisez un article de journal, vous écoutez quelqu'un parler, vous faites des manip, qu'est-ce qui vous permet d'identifier que c'est scientifique ou pas ? Vous voyez ce que je veux dire comme question ? Donc là c'est vous en tant qu'adultes. Quels sont les critères, les indices que vous récupérez qui font que vous vous dites ça c'est scientifique, ou ça, ça ne l'est pas ?
2	A3	Donc dans la vie, pas dans la classe ?
3	Estelle	Pas dans la classe. Donc ça c'est la première question. Et la deuxième question, là c'est dans la classe, c'est "avec vos enfants, quand vous faites des choses, comment vous identifiez si vous faites des sciences ou pas dans votre classe ? Qu'est-ce qui vous permet de dire "là j'ai fait des sciences" ou "là j'en ai pas fait", pour vous dans la classe ? Et j'oserai une troisième et dernière question qui est la suivante, c'est différent, c'est moi, si moi je vais dans votre classe, et que j'interview vos enfants en leur disant "pour toi, c'est quoi faire des sciences ?" Alors petite section, faut pas rêver. C'est pour ça que je veux que vous m'écriviez votre niveau.
4	A2	C'est-à-dire que nous, dans la terminologie de l'Education Nationale, on ne parle pas de sciences mais de découverte du monde.
5	Estelle	Alors si je posais la question à vos enfants… Mais ceci dit, les sciences, ils en entendent parler, ils ont entendu le mot. Donc si je leur pose la question "pour toi, c'est quoi faire des sciences ?", qu'est-ce que vous voudriez qu'ils répondent ? Donc je réécris mes questions (Estelle écrit les questions au tableau.) La question 1 c'est "Comment vous faites pour distinguer ce qui est de la science et ce qui n'en est pas ?" La question 2 : "dans votre classe, comment faites-vous pour savoir que vous faites des sciences ?" Question 3, aux enfants : "c'est quoi faire des sciences ?", qu'est-ce que vous voudriez qu'ils répondent ? Ça va assez vite. (Tout le monde réfléchit individuellement et répond aux questions.) Vous avez fini ?

6	A1	Oui.
7	Estelle	Est-ce que vous avez tous fini ?
8	Groupe	Non.
9	Estelle	Ah ! Toujours ce problème d'hétérogénéité à gérer ! (La réflexion continue.) Alors je conclus, de ce que je vois, qu'il y a un petit groupe qui est en train de se former ici. (Estelle place les dictaphones.) Je considère qu'il y a un autre groupe qui est en train de se faire ici. Alors, vous avez fini d'écrire, plus ou moins ? Je voudrais que vous preniez 3 ou 4 minutes pour discuter ensemble de ce que vous avez mis sur les deux premières questions. Et puis votre mission, c'est qu'il y en aura un qui sera le porte parole du groupe, et qui fera remonter ce que vous en dites. (Tous les groupes discutent).
10	Groupe 1	(Audio WS320189 à partir de 00:01:46 jusqu'à 00:10:23) Personne 1 : Déjà, qu'est-ce qui distingue le scientifique du non-scientifique ? Qu'est-ce que vous avez mis ? Personne 2 : Moi j'ai mis que c'était émettre des hypothèses à partir d'une situation que l'on veut expliquer. On fait des expériences, des tests, des analyses sur une certaine durée, avec un échantillonnage important, on vérifie ces hypothèses, on tire des conclusions, des règles, des lois. Tu as quelque chose à ajouter ? Personne 3 : Non, moi j'ai mis tout ça mais en plus simple, en délayé. Personne 4 : Moi, j'avais mis, effectivement, tout ce que tu dis, le questionnement, l'expérimentation, la problématique à résoudre, et aussi le scepticisme, c'est-à-dire remettre en question parfois des savoirs déjà acquis, pour aller vers d'autres découvertes. Parce qu'un scientifique c'est aussi ça, c'est celui qui, à un moment, dit "non, je ne suis plus d'accord pour ça", pour aller plus loin dans la connaissance. Personne 5 : Ou "je ne suis pas d'accord sur l'explication", quand tu cherches, des fois ils te disent "non, je ne suis pas d'accord". Personne 4 : Oui, c'est le scepticisme. Alors deuxième point, vous voulez aborder le deuxième point ? Personne 6 : C'est la remise en cause de l'explication précédente. Personne 5 : Tout à fait. Alors deuxième point : "dans la classe, comment savoir si je fais des sciences ou pas ?" Qu'est-ce que vous avez mis ? Personne 2 : Observation, expérimentation, mise en commun... Personne 3 : Hypothèses, questionnement... Personne 1 : Voilà, pourquoi, comment, après on fait des expérimentations, on met en commun, et on fait une synthèse. Personne 2 : Oui, et après ils dessinent, voilà, c'est tout. Personne 4 : Ce qui est d'ailleurs très délicat... Personne 2 : Oui, mais c'est pas grave, tu les fais dessiner quand même. Personne 5 : Expérience, observations, poser une problématique, se poser des questions, chercher, réfléchir, trouver des pistes pour vérifier les hypothèses, élucider, et ensuite compte rendu. Personne 4 : C'est bon pour le deuxième point ? Alors, troisième point maintenant, si on posait la question à l'élève, "c'est quoi faire des sciences ?", qu'est-ce qu'on aimerait, nous en tant qu'enseignant, qu'il réponde ? Personne 2 : Ah c'est ça ? Moi je n'avais pas compris ça, j'ai compris "qu'est-ce qu'il te répondrait ? Pas "qu'est-ce que tu veux qu'il te réponde". Personne1 : Si, si c'est ça, elle a bien compris. Personne 3 : ils répondraient "je cherche, je regarde, je touche", moi c'est ce qu'ils m'ont répondu. Et les petits je n'ai pas eu de réponse, mais bien sûr c'est chercher, s'interroger. Parce qu'à ce niveau là, c'est que chercher. Personne 4 : Moi j'ai mis quelque chose qu'ils ne diraient jamais, donc je vais essayer de simplifier, c'est "mieux comprendre ce qui nous entoure, la nature", mais déjà c'est trop compliqué ça. Mais peut être mieux comprendre, expliquer... Après c'est difficile de mettre des mots dans la bouche d'un enfant alors qu'on est pas un enfant. Personne 1 : Il faut qu'ils trouvent des solutions qu'ils arrivent à expliquer. Chercher ils peuvent le dire, essayer de comprendre, oui je pense. Personne 5 : Tu poses la question, moi je suis sûre que j'y arrive. Mais il y en a un ou deux qui vont répondre comme ça, qui vont utiliser des mots aussi abstraits. Personne 3 : Et bien on dira "c'est quoi des sciences ?" Personne 2 : Oui, déjà le terme "science"... Personne 3 : **Parce qu'on ne dit pas qu'on fait des sciences. On dit "on va jouer avec" ; tu dis quoi toi ?** Personne 4 : "On va faire une expérience", ce mot là, je l'utilise. Moi je leur parle comme ça... L'expérience c'est un mot qui colle bien au raisonnement scientifique en fait. Et je leur parle du cahier de sciences, je dis le mot, il faut quand même le dire. Personne 6 : Oui, moi aussi je dis un cahier de sciences. Mais est-ce que ça a un sens pour eux ? C'est peut être qu'un cahier... Personne 2 : C'est un cahier mais dessus il y a écrit l'expérience, tu vois un enfant avec une loupe qui recherche... Personne 6 : Oui... Personne 4 : Même quand tu fais les expériences sur les cinq sens, bon, pour eux ça revient à sentir de la fraise et du chocolat. Personne 1 : Après on utilise des mots comme "on va découvrir", "on va essayer de comprendre", il y a quand même des mots clés qui font partie de la démarche. On va se poser des questions, on va essayer de comprendre pourquoi, peut être qu'on ne va pas trouver, on n'a pas toujours toutes les réponses... Personne 3 : Parce que je pense que dans la démarche scientifique il y a ça, il y a cette dimension qu'on n'est jamais au bout de toutes les réponses. Personne 5 : Ben je pense qu'avec les enfants ce n'est pas ça qui est important, ce n'est pas de trouver des réponses, c'est déjà leur montrer qu'on peut chercher, manipuler, poser des questions... C'est déjà bien d'avoir la curiosité de se poser des questions... Personne 4 : Et quand tu fais le flottaison, ils ne peuvent pas trouver, parce que quand tu en arrives à la différence, par exemple, entre un

		objet concave, la matière, etc., ils sont paumés quoi. On a fini par faire flotter la pâte à modeler mais... Et puis ce n'est pas parce que c'est concave que ça flotte. C'est difficile, après tu ne peux pas poser une solution, tu sais qu'il y a autre chose après donc... Personne 5 : Non mais l'important ce n'est pas d'avoir des réponses, c'est de chercher, de manipuler, pour ouvrir l'esprit, c'est tout. L'important c'est d'avoir cette démarche, cette curiosité, de réfléchir, de chercher, de se poser des questions... Personne 1 : En fait, je pense sincèrement que la science et la philosophie sont liées, on se pose des questions et on n'a pas forcément les réponses. Mais certains enfants demandent toujours "pourquoi, pourquoi, pourquoi", c'est bien déjà s'ils se demandent pourquoi. Après il faut essayer de répondre "parce que".
11	Groupe 2	(Audio WS320220 à partir de 00:00:04 jusqu'à 00:05:38) Personne 1 : Alors, c'est quoi les sciences ? Qui a mis quoi ? Personne 2 : C'est quand on les met en situation de problème, avec expérimentation. Personne 3 : Non mais là c'est dans la vie, nous. Personne 4 : Qu'est-ce qui te fait dire que t'es dans le domaine scientifique en fait quand tu lis quelque chose ? Personne 5 : Moi je dirais recherche, expérimentation. Personne 3 : Des fois on nous fait croire que c'est de la science et en fait c'est à partir d'expériences, on argumente en fonction de phénomènes observés... Personne 2 : Il faut expérimenter pour que ce soit de la science. Personne 4 : Moi j'ai mis domaines qui nous entourent, tu as l'air, le vivant. Personne 3 : Moi j'ai mis démarche expérimentale. Personne 2 : Oui mais ça c'est la démarche... Personne 3 : Non mais parce que, un journaliste peut très bien expliquer des trucs mais ce n'est pas des sciences, c'est pour ça qu'il faut qu'il y ait une démarche expérimentale. Personne 4 : Donc qui s'appuie sur des prérequis... Personne 3 : Moi j'ai mis que c'est chercher à comprendre, par l'expérimentation, le monde qui nous entoure, les êtres vivants, et la nature. Ça c'est les sciences naturelles. Mais il y a aussi les sciences humaines, les sciences physiques, les sciences politiques (rires). Mais il y a cette histoire d'expérimentation en fait. Personne 5 : Il faut vraiment qu'au départ on se pose une question, qu'on fasse une expérience, une observation, et le résultat d'une recherche. Personne 3 : Le point de départ ça doit être une question, une situation de recherche, une situation problème en fait. Personne 2 : Comme les maths en fait ! Les maths c'est des sciences. Donc un questionnement, un problème, une analyse, une recherche et une observation, et résultat de l'analyse. Personne 1 : Mais on n'est jamais sûr de rien en fait, c'est en fonction des connaissances que l'on a. Donc c'est pas forcément la vérité. Après on part sur un débat philosophique ! Estelle : Quand je pose cette question là, on est sur ce qu'on appelle de l'épistémologie, c'est "comment savoir comment je sais les choses", et la science c'est une des façons clés de savoir les choses. Personne 3 : Ben à partir de nos connaissances... Estelle : Comment vous les avez ces connaissances, comment vous les validez, comment vous les construisez ? Personne 3 : Ben en faisant des expériences. Estelle : Pas toujours. Mais peut être qu'en sciences oui.
12	Groupe 3	(Audio WS320231 à partir de 00:01:15 jusqu'à 00:10:09) Personne 1 : Moi scientifique j'ai mis que c'était recherche-hypothèses, recherche-déduction, vie des animaux, vie des êtres vivants, explication du système solaire, etc. Personne 2 : Moi j'ai mis qu'une démarche scientifique c'était reconnaître un évènement, une découverte, qui ont été expérimentés avec des critères définis. mais ça c'est la démarche scientifique de l'adulte, après il y a celle de l'enfant. Personne 3 : Moi j'ai mis démarche scientifique, vocabulaire scientifique. Personne 4 : Moi j'ai mis que c'était scientifique lorsque ça nous expliquait le fonctionnement, comment ça marche. Et non pas lorsqu'on montre seulement... Personne 5 : Moi j'ai mis que déjà, on se pose une question, et on essaye de donner des hypothèses, ça nous demande de la recherche, de la manipulation, et à la fin, qu'on puisse dire ce qu'on pense, donc qu'il y ait une conclusion de notre recherche. Personne 6 : Moi j'ai parlé de découverte, et connaître tout ce qui concerne les objets, la matière, le vivant, les éléments. Personne 7 : Moi j'ai dit qu'on part d'une hypothèse, on met en place des expérimentations, on tire des conclusions sur les expériences menées et on pose des constats. C'est ça une démarche scientifique. Personne 2 : On passe à la deuxième question ? Personne 1 : Dans la classe, recherche-déduction, vocabulaire spécifique. personne 2 : Moi j'ai mis qu'une activité scientifique avec les enfants c'est quand ils ont réalisé une activité demandant de l'observation, de l'expérimentation, et qu'ils en énoncent le ou les résultats. Personne 3 : J'ai mis découvertes et hypothèses, recherche, et vérification des hypothèses. Personne 4 : Oui moi je fais des sciences pour que les enfants comprennent comment fonctionnent le corps, une balance ; faire des expériences et des manipulations. Personne 2 : Et ils peuvent quand même ne pas comprendre le mécanisme mais expérimenter. Par exemple avec les aimants, un enfant de 4 ou 5 ans ne comprend pas le principe du magnétisme, par contre il peut constater des faits. Personne 5 : Moi dans la classe, déjà il y a une question, puis il y a observations et manipulations, sinon ce n'est pas des sciences. Et puis ils faut qu'ils soient en situation d'inventer. et je pense que la conclusion de l'expérience est importante, surtout au point de vue langage. Personne 6 : Moi j'ai mis à peu près pareil. Personne 7 : Moi j'ai mis qu'en classe on part d'un questionnement, on cherche à faire des hypothèses, à vérifier

		avec des expériences, et on aboutit à un constat, un fait admis et vérifiable, par exemple le passage de l'eau liquide à solide ou l'inverse. Il faut vraiment que ça soit un fait reconnu. Personne 2 : On fait la troisième question ? Personne 1 : Alors moi j'ai mis qu'ils ne donneraient aucune réponse. Personne 3 : Moi j'ai écrit "c'est chercher". Personne 2 : Moi ils répondent "c'est découvrir", "on a pu toucher", "il s'est passé ça". Par exemple pour la glace, ils vont me dire "l'eau est devenue dure". Mais je ne leur ai jamais posé la question générale. Par contre "qu'est-ce que tu as découvert ?", "pourquoi là ça marche et là non ?". C'était intéressant quand je faisais ça avec la lumière et les miroirs.
13	Groupe 4	(Audio WS320187 à partir de 00:01:40 jusqu'à 00:09:55) Personne 1 : Moi j'ai mis observation du monde environnant, des lois de l'univers. Personne 2 : Quelque chose de scientifique c'est quelque chose qu'on a vérifié empiriquement, il y a eu recherche, vérification et explication. Personne 3 : Moi j'ai mis que c'est quand il y a une problématique et qu'on essaie d'y répondre. Personne 4 : Moi j'ai juste mis que c'est selon le thème que tu abordes, si on parle de littérature, de sciences ou... Personne 5 : Cela dit, même dans la littérature et la philo, selon ce que tu abordes tu peux retrouver des sciences. Personne 2 : Oui mais c'est vrai que quand on entend "science", souvent c'est tout ce qui est en rapport avec les maths, les sciences naturelles ; là je pense qu'elle se limite à la science telle qu'on l'imagine. Personne 6 : Moi j'ai marqué : tout ce qui fait appel à l'expérimentation, la découverte, etc. Quand on utilise des objets technologiques comme les aimants, les pinces... Et tout ce qui est affirmé comme étant scientifique. Manipulations, hypothèses. Parce que c'est tellement vaste comme sujet ! Et en 3) j'ai marqué que je ne pense pas que mes élèves puissent répondre à cette question. Personne 2 : Oui, moi non plus. Personne 3 : Moi j'ai été prétentieuse... J'ai mis que j'aimerais que mes élèves répondent "c'est faire des expériences". Personne 1 : Oui moi aussi j'ai mis ça ! Personne 4 : Je ne sais même pas s'ils ont déjà entendu ce mot. Personne 1 : Moi oui parce qu'on décloisonne, il y a la maîtresse des petites sections qui les prend en demi-groupe, elle travaille sur l'eau, sur flotte ou coule, sur les aimants... Personne 2 : Moi quand je fais des sciences, ils le savent parce qu'ils me voient arriver avec du matériel. Alors je fais flotte ou coule, d'abord je les interroge, est-ce qu'ils pensent que ça va flotter ou couler ? Et après on vérifie. Personne 6 : Et c'est là d'ailleurs que ça devient intéressant parce qu'il y a un questionnement, avec une émission hypothèses, au moins les enfants sont actifs.
14	Estelle	Alors, ce que je vais proposer c'est la même chose que quand on fait la démarche d'investigation avec les petits, c'est-à-dire que si tout le monde dit tout ce qu'il a fait, il y a 80% qui va être pareil, et les enfants comme les adultes s'ennuient très vite quand ils entendent trois fois la même chose. Donc on va tourner et à chaque fois, j'interrogerai en premier un groupe différent, comme ça tout le monde pourra s'exprimer. Donc on va bien écouter et on ne va pas redire ce qui est pareil. On va commencer par vous, allez-y !
15	A16	(A16 est porte parole du groupe). Alors pour le premier point, on a soulevé l'aspect questionnement et expérimentation, problématique à résoudre, remettre en question des savoirs pour faire des découvertes, d'où la nécessité du scepticisme.
16	Estelle	Donc ça veut dire que quand vous lisez quelque chose, vous identifiez ça comme de la science si une question est posée, si une recherche est menée, et si les à-priori sont remis en cause. C'est ça ?
17	A16	Oui, ça fait partie de la démarche scientifique. Après on n'a pas parlé des domaines sur lesquels elle porte.
18	Estelle	D'accord, mais c'est bien ! Et dans votre classe ?
19	A16	A partir d'une situation concrète d'expérience, poser une problématique ou laisser l'observation se faire de manière spontanée, amener les enfants à verbaliser sur les questions qu'ils peuvent avoir, réfléchir, trouver des pistes de réponse, vérifier des hypothèses, élucider une réalité, et faire ensuite un compte rendu.
20	Estelle	Donc vous estimez que quand les enfants font ça avec vous, vous faites des sciences ?
21	A16	Voilà.
22	Estelle	D'accord. Et la dernière question ?
23	A16	Troisième point, on aimerait qu'un enfant réponde que faire des sciences, c'est chercher, poser des questions, essayer de comprendre le monde qui nous entoure.
24	Estelle	D'accord. Merci beaucoup à vous. Les collègues ?
25	A12	(A12 est porte parole du groupe). Alors pour la question "c'est quoi les sciences ?", on a mis que c'est chercher à comprendre, par l'expérimentation le monde qui nous entoure, les êtres vivants et la nature. Et la réponse attendue de l'enfant, ce serait "faire des sciences c'est comprendre comment les choses marchent, et comment elles sont faites".
26	Estelle	Et au niveau des adultes ?
27	A12	Il y a une question problème, puis recherche, tâtonnements, c'est pareil que ce qu'ont dit les

		collègues en fait.
28	Estelle	D'accord, merci. A vous !
29	A9	(A9 est le porte parole du groupe). Tout ce qu'ont dit les autres nous semble parfait, on aurait peut être rajouté l'utilisation d'objets technologiques quand on est dans un certain champ de sciences, quand on utilise par exemple des loupes, des aimants, des pinces...
30	Estelle	Au niveau de quelle question ?
31	A9	Au niveau de la deuxième question.
32	Estelle	Donc dans votre classe ?
33	A9	Oui.
34	Estelle	Faire des sciences c'est aussi utiliser des objets technologiques.
35	A9	Oui.
36	Estelle	D'accord. Et vous ?
37	A7	(A7 est le porte parole du groupe). Alors pour la première, on a mis que c'est à partir du moment où l'on ne comprend pas, sinon c'est aussi, pour les émissions, tout ça, en fonction de la source où elle émane, qui a écrit ou fait ce reportage ? En fonction de la source, ça peut être validé comme scientifique ou pas. Parce qu'on n'a pas toujours les connaissances pour vérifier. Et pour la deuxième, c'est un peu pareil, quand on répond à une question à des enfants par des observations, des représentations. Et pour la troisième question on ne s'est pas trop concertés, moi je n'ai jamais posé la question aux enfants, mais j'aimerais qu'ils me répondent quelque chose du genre "c'est quand je regarde quelque chose, que j'observe, que j'essaie de comprendre comment ça marche, comment c'est fait".
38	Estelle	Merci à vous. A vous !
39	A3	(A3 est le porte parole du groupe). Pour la première question, je pense que tout a été dit, nous on a quand même insisté sur le fait qu'il faut absolument une conclusion. Si on est dans une démarche scientifique, c'est qu'il y a une conclusion, une réponse, ou un constat. Pour la deuxième, en plus de ce qui a été dit, il faut que les enfants soient dans une démarche qui leur permette d'inventer, même des choses que nous on n'a pas pensé, pour avoir un côté "les petits inventeurs". Et pour la troisième, c'est difficile de faire une synthèse parce qu'on n'a jamais posé cette question. Enfin moi si je posais la question aux élèves, ils me diraient "c'est observer, manipuler".
40	Estelle	D'accord.
41	A4	Moi je voudrais juste rajouter une chose. Une fois je leur ai posé la question et ils m'ont répondu "maîtresse c'est quand tu arrives avec beaucoup de matériel, quand tu as tous tes gros cartons".
42	A5	Et il y a aussi un vocabulaire spécifique je trouve.
43	Estelle	Oui.
44	A2	Et une démarche où on leur demande d'observer, de comparer, au niveau du langage, du vocabulaire…
45	Estelle	On le fait en maths aussi oui.
46	A5	Et d'arriver à schématiser aussi, pour arriver à une conclusion.
47	A3	Moi je pense que plus un enfant est petit, plus il est dans les sciences. Comme il découvre, il se questionne tout le temps.
48	Estelle	Effectivement, les enfants ont plein de questions et remettent en permanence en cause, parce qu'au fur et à mesure qu'ils avancent, les choses se mettent en place ; donc oui, je pense comme vous, qu'ils doivent l'être plus qu'un adulte qui est un peu blasé de tout. Je vous remercie beaucoup, je pense que c'est un moment qu'on oublie souvent de faire. Je vais vous demander de rassembler vos petites feuilles. (Les groupes rassemblent les feuilles.) Maintenant, moi je vais vous proposer des critères, je vais vous donner ma réponse à moi par rapport à ces questions. Donc je vais vous donner ma réponse à la deuxième question en fait.
49	A16	Et pourquoi pas la première question ?
50	Estelle	Et tout à la fin de la journée on finira par la première question. Une première chose, qui pour moi est essentielle, quand on fait des sciences avec les petits dans la classe, on va refuser l'argument d'autorité. L'argument d'autorité c'est quand c'est comme ça parce que c'est vous qui le dites, c'est le livre qui le dit. Il y a des matières où vous fonctionnez comme ça parce que vous n'avez pas le choix. Je vais peut être reformuler des choses que vous avez dites, et je vais en rajouter. Mais quand on va faire la démarche d'investigation avec les enfants, la première chose qu'on va se refuser, c'est l'argument d'autorité. Mais vous allez voir que ce n'est pas si facile que ça non plus, parce qu'avec les petits on va construire des choses, il y a plein de choses qu'ils ne savent pas. Donc on va être amenés aussi à dire des

		choses. Donc refuser l'argument d'autorité, ça veut dire qu'il faut trouver un autre moyen de fournir la réponse, et l'autre moyen, c'est donner la primauté à l'expérience. C'est-à-dire que quand je vais dire quelque chose ou quand un enfant va dire quelque chose, on va essayer. Comment va t-on faire pour savoir ? On va essayer. On va donner la primauté à l'expérience et si j'ai dit quelque chose, et quand je fais, si ce que je fais contredit ce que j'ai dit, ce que je vais considérer comme ayant la primauté, comme étant la bonne réponse, ça va être ce que nous donne l'expérience. Donc entre un discours et une expérience, s'il y a contradiction entre les deux, on garde l'expérience et on change le discours. Donc ça c'est ce que je mets derrière le mot "primauté de l'expérience". Et ça déjà avec des petites sections, ce n'est pas évident.
51	A13	Parce qu'ils le voient mais ils maintiennent leur avis.
52	Estelle	Donc voilà, on va donner la primauté à l'expérience. Donc là vous voyez, vous allez peut être, vous, avoir à faire appel à votre autorité. C'est-à-dire que d'autorité, vous allez poser qu'entre le discours et ce qui est vu, et bien c'est ce qui est vu qui a la priorité. Il y a un troisième point que je n'ai pas entendu dans ce que vous me disiez, c'est la notion de reproductibilité. C'est si plusieurs fois je fais la même chose, j'obtiens le même résultat. C'est aussi que tout le monde dans la classe peut voir la même chose, tous les observateurs sont d'accord sur ce qu'ils ont vu. Ça peut être aussi dans le temps, je l'ai fait un jour, je l'ai fait le lendemain, et j'ai trouvé le même résultat. Ça peut être une expérience où tout le monde a vu la même chose, ou différentes expériences où je pense que j'ai fait la même chose et je trouve la même chose à chaque fois. Ça c'est la reproductibilité. Alors ensuite, vous en avez parlé, moi j'ai mis ça sous le mot "recul". Le recul, c'est être capable de distinguer entre ce que je dis et le monde qui nous entoure. Quand je dis ou représente des choses, je ne représente jamais la totalité des choses, je vais prendre des éléments et juste regarder ces éléments là, et pas tout le reste. Quand je vais regarder un objet qui tombe par exemple, je ne vais pas regarder la couleur de l'objet, parce que je sais que ça ne va pas être important, mais n'empêche qu'elle existe cette couleur. Donc à chaque fois que je parle de quelque chose, que je dessine ou que je schématise quelque chose, je n'en garde qu'une partie du monde qui est autour de moi, et c'est faire cette distinction entre le monde qui nous entoure, et ce qu'on en dit, ce qu'on en représente.
53	A1	On le réduit forcément.
54	Estelle	Voilà, on le simplifie. On travaille toujours sur des parties du monde. Quand on fait des sciences on fait toujours ça parce que le monde est trop complexe pour qu'on puisse travailler directement dessus, donc on va en extraire des éléments qui nous semblent importants, et on va travailler dessus. Mais le recul, c'est quand les enfants en ont conscience, quand ils comprennent qu'ils ne travaillent pas sur tout, mais sur une petite partie. La robustesse, ça vous n'en avez pas parlé du tout. C'est justement l'histoire de la couleur. C'est-à-dire que quand je vais dire quelque chose, quand je vais construire quelque chose avec les enfants, ça va continuer à marcher même si je change un petit quelque chose. La reproductibilité c'est si je fais la même chose, je trouve le même résultat ; la robustesse c'est si je fais quelque chose d'un tout petit peu différent, en changeant juste un petit quelque chose, ça continue à marcher. Je change quelque chose qui n'est pas essentiel et ça ne fait pas exploser mes résultats. La cohérence, vous parliez de vocabulaire tout à l'heure, la cohérence c'est ça. Si j'utilise un mot et que je lui donne un sens, après, à ce mot là, je vais toujours lui attribuer le même sens. Le sens ne doit pas changer au fur et à mesure que je fais les choses.
55	A2	Il faut aussi enlever à l'enfant, cette notion qu'il a, de magie.
56	Estelle	Voilà, là pour ça on va jouer sur la reproductibilité. Ce n'est pas magique puisqu'on peut le refaire. Il y a aussi dans la cohérence, le fait de ne pas faire d'erreur de logique. Je ne peux pas dire une chose et son contraire en même temps. Et là, vous allez sans doute avoir à beaucoup intervenir avec les petits, parce qu'ils ne se rendent pas forcément compte qu'ils disent une chose et son contraire en même temps. Donc il y a cette notion de cohérence. Et puis ça je l'ai vu apparaître dans ce que vous disiez donc je l'ai rajouté sur le tableau, c'est l'économie et l'exhaustivité. L'économie, c'est quand je vais construire mon discours, vous vous rappelez quand on a dit qu'on prenait du recul et qu'on simplifiait les choses, on simplifie les choses mais il ne faut pas oublier quelque chose d'important, donc l'économie c'est tout ce qui est important pour pouvoir expliquer les choses. Par exemple la couleur je ne vais pas la mettre sur un objet parce que ce n'est pas important quand ça tombe, par contre, peut être que le poids de l'objet c'est important. Et puis l'exhaustivité, c'est "j'ai mis tout ce qui était important", je n'ai pas oublié quelque chose d'important. Donc l'économie c'est "rien que ce qui est important", et l'exhaustivité c'est "tout ce qui est important, et ne pas en oublier au passage". Donc ce que je vous propose, c'est qu'on va faire des choses, on va vivre des démarches d'investigation, et à la fin de chaque démarche d'investigation, on s'arrêtera 5 minutes et vous me direz ensemble ce qu'on a vérifié ou pas. Il n'y aura sans

		doute pas tout à chaque fois, mais qu'est-ce qu'on a vérifié quand on a fait les choses ?
57	A6	Mais vous, quelles réponses vous apporteriez aux trois questions que vous avez posé au début ?
58	Estelle	Alors au niveau des petits, "c'est quoi faire des sciences ?", ce n'est pas facile, je dirais qu'il y a un premier niveau, pour moi ce premier niveau c'est le refus de l'argument d'autorité, et comment faire pour savoir ? On essaye. Si un enfant me dit, même en fin de cycle 3, que pour savoir quelque chose, il faut essayer, je ne suis pas mécontente, parce que là il a acquis quelque chose d'essentiel. C'est le rapport au monde, pour un discours en tant que tel, il faut le tester, il faut le confronter au monde.
59	A2	Scientifique ou…
60	Estelle	Ça je garde ça pour toute la fin. Mais déjà "comment fait-on pour savoir ? On essaye", si on part avec cette idée en tête, on est bien. Alors moi je vais partir d'albums, parce que souvent ça marche bien. Sur la glace vous avez deux choses, vous avez le passage du solide au liquide, et le passage du liquide au solide. Et vous savez que pour les enfants souvent, c'est magique.
61	A1	Ah oui, ça ils adorent !
62	Estelle	Donc on peu les faire travailler sur des albums et les faire réfléchir par rapport à l'album. Alors "Petit glaçon", il est très beau cet album. (Estelle raconte l'histoire de "Petit glaçon".) Voilà, donc ça c'est l'histoire de "Petit glaçon", c'est les éditions Gauthier-Languereau, par Emmanuelle Advenier et Antoine Guilloppé. L'histoire est belle et les dessins sont très sympas.
63	A5	Et puis tout est dit sur les états de l'eau.
64	Estelle	Tout est dit mais on reste sur de la fiction, et c'est ça qui m'intéresse. Donc là, que va-t-on faire par rapport à cette fiction ? Qu'est-ce qu'on peut se poser comme question ?
65	A2	Sur les états de l'eau…
66	A8	Est-ce que ça peut arriver…
67	Estelle	Est-ce que ça peut arriver ? Est-ce que c'est possible ? Ça, quand vous allez travailler avec des albums, c'est toujours cette question là que vous allez poser.
68	A3	Donc, la première démarche scientifique c'est de partir de quelque chose d'imaginaire ?
69	Estelle	Alors, pas forcément mais c'est un moyen d'accès facile.
70	A3	Je pensais par exemple, aux enfants, si on leur fait observer des insectes par exemple, la coccinelle ils vont vachement mieux la respecter parce que derrière, il y a tout un mythe là-dessus quoi.
71	Estelle	Donc là ce qu'on va faire c'est qu'on va utiliser la fiction, déjà comme source de motivation, comme support, et puis surtout aussi parce qu'en maternelle on est toujours en train de travailler sur la langue, et donc là on a vraiment le moyen de faire l'aller-retour. Simplement pour basculer sur les sciences, sur notre monde à nous, parce que là ce n'est pas notre monde à nous vous êtes d'accord ? Donc pour basculer sur notre monde à nous, la question qu'on va poser c'est "est-ce que c'est possible ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire". Mais il va falloir préciser, parce qu'il se passe plein de choses dans l'histoire. Nous vous voyez bien ce qui nous intéresse. Est-ce que comme dans l'histoire, le glaçon peut devenir tout petit ? Il pleura, pleura, en flaque tu te transformeras, est-ce que ça c'est possible ? On va rester sur une partie de l'histoire ; est-ce que, comme dans l'histoire, le petit glaçon peut se transformer en flaque ?
72	A4	Ah mais là c'est vous qui amenez la conclusion, c'est vous qui amenez le questionnement.
73	A2	Et non, parce qu'on peut le vérifier, mais c'est qu'un glaçon.
74	A7	Moi ça me perturbe un peu de mélanger le réel et l'imaginaire.
75	Estelle	Justement, on va séparer, c'est-à-dire que, on a l'histoire, on va bien comprendre et séquencer l'histoire. Dans l'histoire il y a un personnage qui dit "attention petit glaçon, tu peux te retrouver en flaque, en nuage, en esquimau au chocolat", et puis dans l'histoire, petit glaçon devient de plus en plus petit ; vous voyez, si on regarde les images, il devient de plus en plus petit, puis il n'est plus très froid, puis on le croque à la fin. Donc est-ce possible que le glaçon devienne de plus en plus petit ? Est-ce que c'est possible, comme le dit le personnage dans l'histoire, que petit glaçon se transforme en flaque ?
76	A10	Et si tous les enfants répondent "ben oui, c'est possible, il va se transformer en flaque", est-ce qu'on vérifie ou pas ?
77	Estelle	Alors voilà, là ce qu'on fait c'est qu'on laisse les enfants s'exprimer par rapport à ça. Est-ce que c'est possible ? Oui / Non. Que ce soit oui, non, oui collectif, non collectif, ou entre les deux, si c'est entre les deux on est pas d'accord. Si on n'est pas d'accord, qu'est-ce qu'on va faire pour savoir ? On essaye. Si on est tous d'accord, on va essayer. De quoi va t-on avoir

		besoin pour essayer ? Ben on va avoir besoin d'un glaçon. Donc là, on apporte les glaçons dans la classe. Et qu'est-ce qu'on va faire ? On va leur ficher la paix à ces glaçons, et on va regarder ce qu'il se passe. Alors ça, les petites sections ne vous laisseront pas les glaçons en paix. Avant ça, avec les petites sections, on va leur apporter des glaçons et on va leur ficher la paix à eux, et on va les laisser manipuler. Donc ils auront le droit de toucher, de mettre à la bouche, donc un glaçon chacun ; et on doit le faire même plusieurs fois. La première fois que vous faites ça avec les petites sections, je suis sûre qu'il y en a plein qui l'ont fait parmi vous, la seule chose sur laquelle ils vont se focaliser, très souvent, c'est sur le froid. C'est pas que c'est mouillé, mouillé ils ne le voient pas, ils ne sont pas là dessus. La première chose qu'ils vont vous dire c'est que c'est froid. Donc un glaçon c'est froid. Et puis pour peu que vous ayez une ATSEM maniaque qui essuie tout de suite les tables à chaque fois qu'il y a de l'eau dessus... Donc c'est froid, c'est la première étape, et on va leur redonner des glaçons une deuxième fois, et là, le "c'est froid" est passé, donc comme il est passé, on peut regarder autre chose, et les focaliser sur autre chose : "c'est froid mais regarde ce qu'il y a dans ta main maintenant". Et ils vont forcément s'essuyer les mains puisque c'est mouillé. Et donc là ils vont se rendre compte que c'est mouillé, il y a de l'eau. Donc on fait ça avant, on lit l'histoire, "est-ce que c'est possible l'histoire ?", ils l'ont vu. Ils doivent vous dire "ben oui, parce qu'on l'a fait". Mais peut être qu'il y aura des oui, peut être qu'il y aura des non. Et là, "comment va t-on faire pour savoir ? On essaye", et là ils vont pouvoir laisser le glaçon tranquille, parce qu'ils auront manipulé des choses, pour qu'ils soient d'accord de le laisser tranquille. Et qu'est-ce qu'on va voir ? On voit le glaçon qui se rétrécit et comme on a mis ça dans une assiette, dans l'assiette on voit une flaque.
78	A2	Ou dans un verre en plastique.
79	Estelle	Ou dans un verre en plastique, on peut faire les deux. Dans le verre, on est sûr qu'ils ne vont pas trop le tripatouiller, et on voit le niveau d'eau qui monte. Donc voilà, on a la premier étape. "Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?" Et bien oui, là oui, le petit glaçon se transforme en flaque, et il devient de plus en plus petit. Alors il y a le reste, on peut décider de travailler dessus ou pas. Je pense que nous, à notre niveau, on en reste là. Mais si vous voulez travailler sur les nuages, ça c'est du cycle 3.
80	A2	Non mais on peut travailler sur la vapeur avec une bouilloire tout simplement, on voit que ça bout, on voit la vapeur qui sort.
81	A12	Ou alors on peut mettre un verre au milieu de différents glaçons et regarder comment le verre réagit et voir les gouttelettes sur le verre.
82	Estelle	Oui mais est-ce que les gouttelettes viennent de la glace ? Là les petites gouttelettes que vous voyez, elles ne viennent pas du glaçon, elles viennent de l'air qui est autour. Et la bouilloire vous avez un autre problème…
83	A2	C'est une source de chaleur extérieure…
84	Estelle	Voilà, et surtout, ce que vous appelez de la vapeur, moi j'appelle pas ça de la vapeur, j'appelle ça du nuage. Là, quand je parle, il y a de la vapeur d'eau qui sort de ma bouche, on ne la voit pas. La vapeur d'eau ne se voit pas.
85	A13	Ça dépend de la température extérieure ?
86	Estelle	Et oui. Alors, ce qu'on va poser comme définition de la vapeur d'eau, c'est qu'elle ne se voit pas dans l'air. Vous savez tous qu'il y a de la vapeur d'eau dans l'air actuellement, mais on ne la voit pas. Donc quand je vais être dehors, et que je vais souffler, vous pourrez le faire pendant la pause, vous verrez qu'au niveau de votre bouche, les premiers centimètres, on ne voit rien, et ensuite on voit quelque chose. Si vous regardez votre bouilloire ou votre cocotte minute, à 2 cm de votre bouilloire ou de votre cocotte, vous ne voyez rien mais au-dessus, vous voyez cette espèce de volute blanche. Et bien l'endroit où vous ne voyez rien, ça c'est de la vapeur. La vapeur je ne la vois pas. Et ce que je vois après, je ne vais pas appeler ça de la vapeur, puisque la vapeur je ne la vois pas...
87	A11	C'est de la condensation.
88	Estelle	Alors oui, c'est de la condensation, c'est des toutes petites gouttelettes de liquide…
89	A15	Qui ne sont plus en vapeur, mais qui sont en buée.
90	Estelle	Alors, ça serait de la buée si elle était déposée sur une vitre, mais là, comme ça, c'est du nuage, c'est du brouillard. Donc ce qui sort de ma casserole, ce que je vois, c'est du nuage, ce n'est pas de la vapeur. Vous voyez, les mots ont un sens précis, et si je donne un sens à un mot, je ne vais pas le changer quand ça m'arrange. Et là on a une difficulté parce qu'il y a ce qu'on dit dans la vie quotidienne, et il y a ce qu'on dit quand on fait des sciences. Et donc on doit être attentif à ça.
91	A16	Donc on s'arrête là, on constate qu'il a fondu et maintenant ?
92	Estelle	Donc la formulation de la réponse, parce que c'est très important de toujours formuler ensemble la réponse, si la question était "dans l'histoire, le petit glaçon devient de plus en

		plus petit, est-ce que c'est possible ?", la réponse, on peut faire des photos, maintenant avec les appareils photos numériques c'est ultra facile, on a les séquences et oui, on a vu que le glaçon devenait de plus en plus petit, c'est possible. A la question "est-ce que le petit glaçon peut se transformer en flaque ?" La réponse est "oui, le petit glaçon s'est transformé en flaque, c'est de l'eau liquide."
93	A3	Moi je trouve ça super, c'est très bien, mais j'ai une petite réticence, surtout pour les petits, sur la question de l'émotion. Je m'explique. Il y a eu la neige mardi et mercredi derniers, avec ma fille qui a trois ans, on a fait un bonhomme de neige, elle est partie faire la sieste, et elle est revenue et il n'y avait plus rien. Le problème du glaçon, c'est que là on le personnifie, et l'enfant, même si on va lui dire que ça n'a pas disparu, ça va être difficile de lui dire que la matière s'est transformée, et qu'elle n'a pas disparu. Pour le bonhomme de neige, c'est pareil.
94	Estelle	Alors, on parlait de recul, de distanciation, on va travailler cela aussi. C'est-à-dire que là, c'est une histoire, et dans l'histoire, le petit glaçon est un personnage, comme le bonhomme de neige, mais nous, dans notre monde à nous, le petit glaçon ne parle pas, ne vit pas. Donc on va travailler aussi cette distanciation là. Mais vous avez raison, il y a de l'émotion ; et puis là il se fait croquer à la fin.
95	A2	Mais ça c'est comme tous les personnages, les animaux qu'il y a dans les histoires, qui parlent, qui s'habillent et tout, je pense que les enfants, au bout d'un certain âge, font la différence.
96	Estelle	Alors ça, il y a des recherches qui ont été faites là-dessus, vous avez des enfants qui sont dedans et d'autres qui ne sont pas dedans. A partir de 3 ans en général, les enfants sont capables d'identifier ce qui relève de l'imaginaire. C'est-à-dire que le petit glaçon qui parle, le loup qui est habillé, tout ça, c'est des codes pour eux quelque part. Dans les histoires il y a ça qui se passe, dans un conte, les personnages parlent, et je sais que ce n'est pas possible dans la réalité. Ceci dit, ça on va pas le tester vous voyez, parce qu'on ne peut pas le tester. Comment peut-on savoir si mon petit glaçon parle ? Et puis ce n'est pas parce que le petit glaçon que j'ai apporté ne parle pas, que tous les petits glaçons ne parlent pas. Mais en général, les enfants, à partir de 3 ou 4 ans, la petite section on est en limite, ça ne pose pas de problème à ce niveau là. Effectivement il y a de l'émotion, mais c'est aussi l'occasion d'en parler, mais il ne faut pas le laisser dans l'implicite.
97	A9	Et est-ce qu'à propos du petit glaçon justement, on peut aller vers, avec des grandes sections ou plus jeunes, vers la température, etc. ?
98	Estelle	Alors avec les enfants déjà, on ne va pas poser de question en "pourquoi ?". Eux les posent en "pourquoi ?", mais nous on ne peut pas, parce que ces question amènent aux réponses verbales, et là les réponses verbales, on est dans l'argument d'autorité. Donc nous on va surtout poser des questions en "comment ?", et en "que se passe t-il ?" Parce qu'en "que se passe t-il ?", la réponse est "comment fait-on pour savoir ? On essaye". Alors la question de la température, on peut poser cette question là avec les grandes sections, on peut se poser la question "comment se fait-il qu'un glaçon reste glaçon ou ne reste pas glaçon, ou fond ?" Et souvent, l'idée qu'ont les enfants derrière ça c'est qu'il y a du froid.
99	A2	Et on fait parfois l'expérience de mettre de l'eau…
100	Estelle	Alors ça c'est l'étape suivante, et là j'ai un autre album pour vous. Donc là on va se poser la question du froid, le petit glaçon est devenu de l'eau ; alors il y a des enfants pour qui la glace se transforme en eau, ça a un côté magique et ils ne voient pas que c'est la même matière. Ce n'est pas parce que j'avais de la glace et que maintenant c'est de l'eau, que l'eau et la glace, c'est la même chose. Il y a un gros travail à faire là dessus. Mais donc on va commencer à le faire mais on n'a aucun moyen, vraiment aucun moyen…, vous pouvez le dire autant que vous voudrez ce n'est pas pour ça que ça percutera. Donc il faut des manip, il faut essayer, faire des aller-retour entre les deux et au bout d'un moment on y arrivera.
101	A10	Et si, une fois que le glaçon est de l'eau, pour leur montrer que c'est la même chose, mais sous une forme différente, on remet l'eau au congélateur, avec la même forme exactement, le même contenant.
102	Estelle	Alors ça, c'est ce qu'on va faire avec une autre histoire, mais effectivement, il y a un problème avec le congélateur, c'est qu'il est ailleurs et qu'il peut s'y passer plein de choses, et ça a un côté très magique. Donc nous arrivons avec le roman de Renart. Pour info, j'ai un autre bouquin avec la glace, qui est un peu rigolo, je ne sais pas s'il est adapté aux petits, c'est "Esquimau". C'est une histoire sans parole, je vous la montre. En gros vous avez un esquimau qui part à la pêche, et il va faire un trou dans la glace, il se prépare à pêcher, il y a des pingouins qui débarquent et crac. Il se retrouve séparé du reste avec un pingouin et vous voyez au fur et à mesure, la taille du glaçon qui devient de plus en plus petit, et il arrive sur un rivage.
103	A7	L'histoire ne dit pas ce que devient l'esquimau…

104	Estelle	On peut imaginer. Donc voilà, dans le style glaçon qui devient de plus en plus petit, vous avez ce livre, "Esquimau" de Olivier Douzou. Et donc, on parlait de l'eau qui se retransforme en glace, là c'est le grand classique, c'est le roman de Renart, et c'est "La pêche à la queue". Alors là c'est la version pour les plus grands, je n'ai pas la version pour les petits. (Estelle lit l'histoire.)
105	A5	C'est horrible cette histoire !
106	Estelle	Ah oui c'est horrible, mais les enfants aiment beaucoup quand c'est horrible ! Et quand vous leur demander de dessiner l'histoire, ils vont dessiner une queue avec du rouge partout. Donc là on est dans l'émotion. Le loup a eu sa queue coupée, et c'est là dessus qu'ils vont se focaliser. Nous évidemment ce n'est pas là dessus, on veut se focaliser sur le fait qu'au départ il y avait de l'eau, et puis qu'ensuite il n'y en a plus. Mais c'est facile de basculer de l'émotion à ça, parce que "pourquoi la queue a été coupée ?" Elle a été coupée parce qu'elle était coincée, et elle n'était pas coincée au début. Et du coup, toujours pareil, toujours la même question "est-ce que c'est possible ?", "est-ce que c'est possible que la queue qui n'était pas coincée au début se retrouve coincée dans la glace à la sortie ?" "Oui !" "Ah bon ? Comment fait-on pour savoir ? On essaye". Alors il faudrait un loup pour faire ça, on a pas de loup. Mais voilà, on peut fabriquer une queue de loup (Estelle montre un fil de laine). Une queue de loup avec de la laine, alors si la laine est grise, c'est pas mal. Donc on va dire que ce qui est important pour nous c'est d'avoir la queue du loup, et la queue du loup, on peut la remplacer par un brin de laine, ça ne posera pas de problème aux enfants. Il nous faut quoi d'autre ? Il nous faut un trou, pour qu'il mette sa queue dedans. Il nous faut de l'eau, ça les enfants nous le disent tout de suite ; et puis il faut aussi un lac. Alors le lac on ne l'a peut être pas mais il faut de l'eau. Regardez j'ai pris des petits pots et dedans j'ai mis un tout petit peu d'eau, juste de quoi recouvrir le fond. Et puis il faut quoi d'autre ? Il faut du froid. Alors on va leur amener du froid.
107	A3	Pourquoi un tout petit peu d'eau ?
108	Estelle	Parce que sinon ça prend beaucoup de temps à geler. Il faut que ça aille vite pour les enfants. Tenez, je vous fais passer la glace pilée. (Estelle donne un récipient avec de la glace pilée à chaque groupe.) Alors là pour le moment, vous avez juste de la glace pilée, sa température va être de 0°C à peu près. Ce n'est pas suffisant pour faire geler la queue du loup. Et en plus, ça va fondre très vite. Donc on va faire ce qu'on appelle un mélange réfrigérant. On va se faire notre propre congélateur. Et pour se faire un congélateur qui descend à -18°C, ça va descendre à -18°C, on a besoin, tout simplement, de rajouter du sel.
109	A2	Comme les glaces de Louis XIV à Versailles !
110	Estelle	Exactement ! Alors, on va rajouter du sel, et on va touiller avec un crayon, pas avec les doigts parce que ça va descendre à -18°C, et -18°C, les doigts ils souffrent ! Je vais vous mettre du sel fin. Pour que ça marche bien, le mieux c'est de la neige si vous en avez ; sinon, vous prenez de la glace pilée. Faire de la glace pilée chez soi, c'est facile, vous mettez des bouteilles d'eau au congélo, une fois qu'elles sont congelées, avec un cutter vous coupez le plastique, et vous fracassez la glace avec un marteau.
111	A2	Et si on a une sorbetière ?
112	Estelle	Alors voilà, oui, si vous avez une sorbetière. Là c'est la version… Vous prenez un linge, vous mettez votre bouteille dedans et vous tapez.
113	A1	Pourquoi vous avez dit de fendre la bouteille ?
114	Estelle	Pour pouvoir enlever la glace.
115	A14	Mais ça va descendre à -18°C ?
116	Estelle	Oui, oui !
117	A14	Et même sur les routes ?
118	Estelle	Même sur les routes ! Alors le sel j'en mets une grosse poignée et je prends du sel fin, et je touille. Donc vous allez touiller ! Je vous verse le sel, il faut être généreux. (Estelle distribue le sel.)
119	A2	(Parle à son groupe.) On va mettre du sel et tu vas touiller. Le sel ça fait fondre la glace, et ça dégage du froid. C'est le principe du sel. Ça fait descendre la température, ça fait fondre la glace et ça dégage du froid. C'est comme ça qu'ils faisaient des glaces au temps de Louis XIV, il n'y avait pas de congélo !
120	Estelle	Alors attention quand on manipule, il y a une règle absolue à respecter ! A l'intérieur de votre petit pot, il ne faut jamais qu'il y ait de sel. J'ai mis un petit pot parce que comme ça les enfants peuvent toucher l'intérieur du petit pot, mais on ne peut jamais toucher l'eau salée, enfin la glace et le sel, et mettre le doigt dans le petit pot. Il faut s'essuyer le doigt. Alors, pendant que ça va se faire, les enfants ont le droit de toucher, c'est important qu'ils aient le droit de toucher. Avec les enfants, moi là j'ai utilisé des saladiers parce que c'est pratique, mais vous pouvez utiliser les barquettes de la cantine, et c'est top, par contre il

		faut bien mélanger, il faut beaucoup de glace et beaucoup de sel. Ça descend aux alentours de -18°C, je vais vous apporter des thermomètres, pour que vous regardiez la température à l'extérieur, parce que je suis sûre que vous êtes très curieux, et que vous n'y croyez qu'à moitié ! (Estelle distribue les thermomètres.) Vous êtes à combien vous ?
121	A9	A -20°C !
122	Estelle	Ils sont à -20°C ici ! Et vous ?
123	A15	Nous ça descend, on est à -15°C.
124	Estelle	Ils sont à -15°C ici. Donc déjà, je vais répondre à une question d'une collègue qui est "comment on explique aux enfants qu'on met du sel ?" On n'explique pas. C'est-à-dire que, soit on apporte le mélange réfrigérant tout fait, "voilà, je vous ai apporté ça, c'est comme un congélateur, c'est un endroit où il y a du froid", c'est une première façon de faire, et c'est sans doute la meilleure parce que vous n'allez pas avoir le temps avec tous vos bambins au milieu. Donc ça vous le faites avant, et ça tient trois heures à peu près. Donc vous pouvez le faire pendant la récréation par exemple, et quand ils reviennent de la récréation, on fait l'expérience. On a raconté l'histoire avant, on l'a même racontée la veille, puisqu'on la re-raconte, il faut vérifier qu'ils comprennent bien l'histoire et qu'ils savent bien pourquoi on fait les choses. Ce n'est pas évident pour les petits. Donc il faut bien revenir sur "on a raconté une histoire, il se passe ça, et est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?"
125	A1	Mais maîtresse, pourquoi hier, le glaçon il a fondu dans la classe et aujourd'hui il ne fond pas ?
126	Estelle	Ah non, là, la glace que vous voyez est en train de fondre. D'ailleurs, quand vous avez mis du sel dessus…
127	A2	Et oui, elle s'est transformée en eau !
128	Estelle	Voilà ! Vous avez vu que quand vous avez touillé, avec le sel qui était dessus, une partie de votre glace s'est transformée en eau. D'ailleurs c'est beaucoup plus liquide maintenant. Et en même temps, il faisait plus froid. Donc, pourquoi met-on du sel sur les routes ?
129	A2	Et bien pour faire fondre la neige.
130	A11	Pour descendre la température à laquelle la glace plus le sel, l'eau plus le sel, puissent geler.
131	Estelle	Bravo ! Vous avez actuellement de l'eau salée dans votre saladier, et il fait -18°C, et vous avez de l'eau salée liquide. Donc on sale les routes parce que, alors si on salait juste les routes, il ne se passerait pas grand-chose, les voitures qui roulent mélangent le sel à la glace, elles écrasent un peu la glace, elles transforment un peu la glace en eau. Et cette eau là, avec le sel, ça donne de l'eau salée. Et l'eau salée, à -18°C, elle est encore liquide, elle ne gèle pas. Donc sur les routes, vous avez de l'eau salée qui ne gèle pas quand il fait -10°C, et du coup, quand on roule, alors qu'il peut faire -5°C ou -10°C à l'extérieur, sur la route elle-même il fait -18°C ! Mais ils s'en fichent qu'il fasse -18°C sur la route, ce qui nous intéresse nous, c'est que ça ne se transforme pas en glace.
132	A6	Mais moi je n'ai pas compris pourquoi ça fait descendre la température…
133	Estelle	Je n'ai pas donnée d'explication. Vous n'avez pas compris, mais je n'ai pas donnée la réponse à cette question là (rires).
134	A6	Mais on peut l'expliquer facilement ?
135	Estelle	Ah non ! Le phénomène est très compliqué, et vous trouvez sur internet, des tas d'explications qui sont fausses. Donc ne cherchez pas sur internet. J'ai posé la question à des tas de personnes, mais on ne trouve pas de réponse simple. Mais pourquoi on ne trouve pas de réponse simple à cette question ? Alors, d'une part le phénomène est compliqué, mais d'autre part, là, on travaille avec une certaine quantité de glace, une certaine quantité de sel, et tout ça en contact avec l'air, c'est-à-dire qu'on ne maîtrise rien. Il y a plein de choses qui peuvent changer en même temps.
136	A7	C'est magique un petit peu finalement !
137	Estelle	Alors, pour les enfants, pour vous, oui. Mais simplement c'est reproductible, vous voyez que dans tous les saladiers il s'est passé la même chose, donc il y a un phénomène qu'on peut expliquer. Simplement là, avec cette mise en place là, c'est très difficile de dire quelque chose proprement, parce qu'on fait varier plein de choses en même temps. Et les physiciens, s'il y a bien un truc qu'ils détestent c'est de faire varier plein de choses en même temps. Parce que quand on fait varier plein de choses en même temps, on ne peut pas savoir à quoi est dû ce qu'il se passe. Donc les physiciens ne font pas tout varier en même temps, ils se mettent dans un calorimètre, c'est-à-dire un machin où on n'échange pas de chaleur avec l'extérieur, puisque là vous avez de l'air qui chauffe. Regardez sur les bords extérieurs, ça condense, c'est même glacé déjà. Donc il se passe des choses avec l'extérieur. Donc le physicien déjà, il va éviter ça, et ensuite il va mettre une certaine quantité d'eau, une certaine quantité de sel et il va baisser la température doucement.

138	A8	Oh elle est prise la queue là !
139	Estelle	Alors est-ce que la queue est prise ?
140	A8	Ben oui.
141	Estelle	Est-ce que chez tout le monde, la queue est prise dans la glace ?
142	Groupe	Oui !
143	Estelle	Est-ce que tout le monde voit la même chose ?
144	Groupe	Oui !
145	Estelle	Donc tout le monde a constaté que l'eau qu''il y avait au début s'est transformée, s'est changée en glace. Alors pour revenir à mes physiciens, ça ils ne vous l'expliqueront pas. Une histoire que je peux vous raconter pour vous aider à comprendre le truc, c'est que vous avez vu que, si tôt qu'on mettait le sel sur la glace, on avait une partie de la glace qui se transformait en eau liquide. Vous l'avez vu ça ?
146	Groupe	Oui…
147	Estelle	Et bien ça comment l'expliquer ? Une façon d'expliquer les choses c'est que la glace, c'est une histoire attention...
148	Estelle	Ma glace, elle aime bien, au-dessus d'elle, avoir de l'eau pure. Pas de l'eau salée. Or là, ce que vous lui imposez, c'est de l'eau salée. Donc elle, elle n'en veut pas de ce sel, donc comme elle n'en veut pas, la seule chose qu'elle puisse faire c'est le diluer. Donc la glace va produire de l'eau pour diluer l'eau salée qui est au-dessus d'elle, de façon à ce qu'elle soit la moins salée possible. Et pour faire cela, vous savez que quand on fait passer quelque chose de la glace à l'état liquide il faut chauffer, il faut fournir de la chaleur. C'est notre main qui la fournit, c'est l'air qui la fournit. Là, la glace, pour faire ça, elle la trouve où la chaleur ? Un peu dans l'air autour, c'est pour ça que si vous regardez autour de vos récipients, et si vous mettez vos mains autour, c'est bien froid. L'air est froid autour, donc la glace prend cette chaleur là à l'air, et également, et c'est là où tout se joue, à la glace elle-même. Vous avez une partie de la glace, qui est à 0°C, qui donne cette chaleur à une autre partie de la glace. Et quand la glace à 0°C donne sa chaleur, sa température baisse.
149	A1	C'est l'explication alors.
150	Estelle	C'est une façon d'expliquer des choses mais si ce que je disais était tout à fait correct, j'ai raconté ça avec du sel. Moi, l'explication que je donne, la raison que je donne, c'est que la glace a envie de n'avoir que de l'eau liquide au-dessus d'elle, pas d'eau salée. Si je mets du sucre ? Et bien si je mets du sucre ça ne marche pas. Donc vous voyez, ça va plus loin.
151	A2	C'est pour ça qu'on dit que dans les mers froides, l'eau la plus salée est au fond ?
152	Estelle	Alors ça c'est encore autre chose, ça c'est lié à la densité. Mais dans l'eau de mer, l'eau de mer ne va pas geler à 0°C. Elle va geler à une température inférieure à 0°C. Et plus l'eau est salée, plus elle gèle à une température basse, d'où le fait qu'on mette du sel sur les routes.
153	A3	Le fait que ça dure trois heures c'est parce que, justement, elle a épuisé toute la chaleur qu'elle pouvait…
154	Estelle	Non, n'essayez pas d'inventer des histoires, c'est juste que ça prend, enfin si vous voulez, c'est le temps qu'il faut pour que toute la glace ait fondu. Et puis que le liquide, qui était à -18°C, se réchauffe. C'est à peu près ça. Donc on va le laisser en place. On peut le laisser en place là, et faire certaines choses. Alors, comme vous, vous êtes des grands et pas des petits, on va pouvoir continuer. Avec les enfants ce qu'on fait c'est qu'on démoule.
155	A4	Aller, tu démoules.
156	Estelle	Non mais avec les enfants vous n'allez pas le faire, c'est juste moi, parce que moi je suis un grand enfant.
157	Groupe	Mais nous aussi !
158	Estelle	(Estelle démoule le glaçon et montre que la queue du loup, représentée par la ficelle, est emprisonnée à l'intérieur.) Et les enfants évidemment, la première chose qu'ils vont faire, c'est mettre les mains dessus. Et donc ils vont constater que leur main est mouillée. Mais du coup, vous l'avez perdu votre glaçon. Donc nous ce qui va nous intéresser, c'est "est-ce que ça peut se refaire ?" Donc là j'ai de la glace ; mon loup là, qui était coincé, plutôt que de lui couper la queue, pourrait-on pas faire autre chose ? On peut le mettre dans la main, on peut le laisser tranquille. Si on le laisse tranquille, qu'est-ce qu'on va constater ?
159	A5	Et bien ça va dégeler.
160	Estelle	Ça va dégeler, on va se retrouver avec de l'eau. Ça ce n'est pas une surprise normalement, s'ils ont travaillé avant sur "Petit Glaçon". Et puis cette eau, qu'est-ce qu'on a envie de faire ?
161	A6	La mettre au congélateur.
162	Estelle	Et bien, est-ce qu'on peut le refaire ? Et donc on va la remettre dans le mélange réfrigérant, et on va la recongeler. Et donc on va voir qu'on peut faire plusieurs fois la même chose,

		c'est-à-dire que l'eau se change en glace et se change en eau. Et puis en même temps tout le monde voit la même chose.
163	A7	Mais les enfants peuvent être amenés à dire que dans l'histoire ça ne peut pas se faire. Qu'il faut couper autour, décongeler le lac, ou je n'en sais rien…
164	Estelle	Alors voilà. Comment on pourrait faire pour aider le loup dans l'histoire ? Là, nous on l'a décollé et on l'a mis ailleurs, on ne l'a pas mis dans la froid. Donc qu'est-ce qu'il faudrait pour aider le loup ? On pourrait imaginer faire un grand feu à côté.
165	A2	Ou scier la glace autour.
166	Estelle	Voilà, on pourrait scier autour. Mais on peut faire un feu, chauffer, et si on chauffe un petit coup, la glace va fondre, et puis si elle fond, le loup pourra se libérer.
167	A2	Ça va fondre partout et il va tomber dans le lac gelé.
168	Estelle	C'est une autre possibilité. Mais nous, ce qui nous intéresse là, c'est "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?" On peut faire comme dans l'histoire, la queue reste coincée. Donc on va écrire qu'on peut faire comme dans l'histoire, première chose. Et deuxième chose, on va dire que quand il fait froid, l'eau peut se changer en glace. Et on laisse au cycle 2, le soin de remplacer le petit pot par un petit tube, glisser le thermomètre dedans, et mesurer la température. Et tant qu'il y a de l'eau et de la glace, la température est à 0°C. Par contre, je sors un glaçon de mon congélateur, mon congélateur est à -18°C, à quelle température est mon glaçon ?
169	A9	A -18°C ?
170	A10	A 0°C ?
171	Estelle	J'ai mis de l'eau dans mon congélateur, puis j'ai attendu que ça se transforme en glace, j'attends un petit moment. (Estelle prend un thermomètre de l'expérience précédente). Là je vais le nettoyer parce qu'il y a un peu de sel dessus. Je prends la glace qui sort de mon congélateur, et puis je mesure sa température.
172	Groupe	(Discussion sur la température, certains disent 0°C, d'autres -18°C, chacun lance son idée, tout le monde parle en même temps))
173	Estelle	Ah vous n'êtes pas d'accord, vous voyez.
174	A2	Est-ce que la glace continue à se refroidir ?
175	Estelle	Alors comment on fait pour savoir ?
176	A2	Comment on fait pour mesurer exactement la température de la glace ?
177	Estelle	Alors voilà ce que je vous propose. On met l'eau, le thermomètre, le petit tube (Estelle place l'ensemble dans un récipient à -22°C de l'expérience précédente). Je vais regarder ce qu'il va se passer au niveau de la température. Vous voulez bien me passer une pince à linge ? Alors redites-le très fort de façon à ce que tout le monde vous entende. Ce que je fais c'est que je mets une pince à linge de façon à ce que ça ne touche pas le fond, parce que sinon je vais mesurer la température du fond. Et vous allez me dire ce qu'il se passe.
178	A8	La température entre 0°C et -1°C c'est entre le liquide et le solide, mais après…
179	Estelle	Non, non. Je prends la température de la glace.
180	A8	Mais la glace qui est dans l'espace, elle est à la température spatiale, entre 0°C et -265°C ?
181	Estelle	Alors, ce que vous me dites, c'est que tant qu'il y a de l'eau et de la glace, je reste à quelle température ?
182	Groupe	0°C.
183	Estelle	0°C, et puis une fois que je n'ai que de la glace, ça descend en dessous de 0°C. Ça veut dire qu'on va atteindre une température de l'ordre de, si c'est -22°C, de l'ordre de -20°C.
184	A2	Mais par exemple, la glace qui est sur la lune, à quelle température est-elle ?
185	Estelle	Ah ! Alors… Comment faire pour savoir ? On essaye. Alors on va essayer ce que je vous propose.
186	A7	Mais l'eau quand je mets le thermomètre, elle peut être à 1°C, elle peut être à 10°C, elle peut être à 20°C, elle peut être à 30°C…
187	Estelle	D'accord.
188	A7	On a plusieurs mesures pour l'état liquide, si je mets mon thermomètre dans l'eau, elle ne fait pas que 1°C. Elle est entre 1 et 100°C. Mais peut être que pour l'état solide, ce n'est pas la même chose.
189	A9	Et bien on n'en sait rien puisqu'on a jamais plongé le thermomètre dans la glace (rires).
190	Estelle	Donc vous voyez ce que je fais c'est que j'en mets au congélateur, il n'y en aura pas pour tout le monde, mais il y en aura au moins trois. Donc ça, c'est cycle 2. (Estelle fait l'expérience). On va regarder ce qu'il se passe. Ceux qui ont le tube, vous mesurez combien dans votre tube ?

191	Groupe	Ça descend, on est à 6°C.
192	Estelle	Ah oui mais ça ne descend pas beaucoup là… Vous avez quelle température dans votre récipient ?
193	Groupe	On a -16°C.
194	Estelle	Bon ok, on va laisser faire alors… Alors vous voyez, là on est sur autre chose, mais ça vient tout seul cette question là finalement. La question de la glace, quelle est sa température ? Bon je vous ai un peu aidés. Il y a deux versions. Il ya la version "c'est 0°C parce que j'ai appris que l'eau se change en glace à 0°C". Mais ce que vous avez appris c'est un changement d'état.
195	A11	Mais une fois qu'elle a changé d'état, elle reste dans le même état donc elle ne baisse pas.
196	A2	Mais non regarde, l'eau liquide, qui est dans le même état, varie de 100°C !
197	Estelle	Je prends de l'eau liquide qui est dehors, si j'ai laissé mon eau liquide dehors, elle est à quelle température ? S'il fait 6°C dehors mon eau liquide va être à 6°C. Et quand je la rentre à l'intérieur, s'il fait 20°C à l'intérieur, sa température va progressivement monter jusqu'au moment où elle va se retrouver à 20°C. C'est-à-dire la même température que ce qui est autour d'elle. Donc là, si je fais de la glace, si autour d'elle j'ai -20°C, est-ce que ce qu'il se passe pour l'eau se passe aussi pour la glace ?
198	Groupe	Non.
199	Estelle	Et bien on va voir.
200	A12	Mais les aliments qui contiennent de l'eau ne descendent pas à -18°C. Les aliments qu'on congèle.
201	Estelle	Oui mais est-ce que vous avez de l'eau et de la glace encore ? (Estelle regarde l'avancement de l'expérience pour un groupe). Bon déjà, vous voyez, c'est gelé. Si on regarde bien il y a encore un peu d'eau liquide. Donc on va attendre. Bon, on va faire une petite pause. Juste avant la petite pause, je voudrais qu'on revienne sur tout ça (Estelle montre le tableau). Je voudrais qu'on prenne 5 minutes pour voir ce qu'on a fait et ce qu'on a travaillé. Alors est-ce que j'ai utilisé l'argument d'autorité ?
202	Groupe	Non. Enfin oui, pour le sel.
203	Estelle	Effectivement, pour le sel, quand j'ai commencé à vous raconter mes histoires, mon explication sur la glace, là, j'étais dans l'argument d'autorité. Vous deviez me croire sur parole.
204	A8	Et on vous a cru (rires).
205	Estelle	Mais pour le reste, est-ce que j'ai joué de l'argument d'autorité ?
206	Groupe	Non.
207	Estelle	Est-ce qu'on a la primauté d'expérience sur le discours ?
208	Groupe	Oui.
209	Estelle	Oui, à quel moment ?
210	Groupe	(Tout le monde parle en même temps donc réponse inaudible).
211	Estelle	Voilà, dans "comment on fait pour savoir ?" On a des enfants qui disent "oui c'est possible", d'autres qui disent "non c'est pas possible", donc ce qu'on fait c'est qu'on essaye et qu'à la sortie, on va répondre tous "oui c'est possible". C'est-à-dire que les discours qui étaient en "non", ces discours là sont éliminés par l'expérience. Et puis là on est en train de le refaire puisqu'il y a des collègues qui disent "oui moi je pense que ça va rester à 0°C, ça ne va pas descendre" ; qu'est-ce qu'on fait pour savoir ? On essaye. Est-ce qu'on a la reproductibilité locale ?
212	Groupe	Oui, on a tous eu pareil. On a fait tous la même expérience.
213	Estelle	Vous avez fait tous la même expérience, et vous avez tous constaté la même chose : l'eau s'est changée en glace. Vous avez tous vu que tous les observateurs présents ont eu la possibilité de voir la même chose.
214	Groupe	Oui.
215	Estelle	Est-ce qu'on a joué de la distinction entre discours et éléments qui nous entourent ? Est-ce qu'on est conscient que ce que l'on dit et ce que l'on fait c'est différent ? C'est pas la même chose, c'est pas la même nature. Difficile ?
216	Groupe	(Réponse inaudible)
217	Estelle	Vous avez du mal à comprendre ça.
218	A13	Mais si par exemple avec la dernière expérience puisque certains d'entre nous ont dit que la glace était à 0°C et d'autres à -18°C. Donc pour certains, ceux qui se sont trompés, le discours ne sera pas cohérent avec ce qu'ils observeront.
219	Estelle	Alors ça c'est la primauté d'expérience. Là c'est par exemple, si vous voulez, ce qu'on dit là,

		on le dit en parlant sur un petit pot, on a simplifié, et on s'est restreint sur des choses qui étaient pour nous, essentielles. Ce qui comptait dans l'histoire, c'est le fait qu'il y ait de l'eau, le fait qu'il y ait un objet dans l'eau, mais ce n'est pas forcément un loup, là c'est une queue de loup. Donc ce que je fais c'est que je modélise. Je fais une représentation. Donc je représente l'histoire. Et puis, en même temps, c'est mon monde réel, je travaille sur le monde donc je vais confronter ça à mon histoire et je vais voir ce qui est vrai des deux, ce qui est possible. Robustesse est-ce qu'on a joué là-dessus ?
220	Groupe	Il n'y a pas la même quantité de sel partout.
221	A8	Alors on pourrait dire qu'on n'a pas mis la même quantité de sel partout et qu'on a trouvé à chaque fois…
222	A2	On n'avait pas les mêmes quantités dans les récipients…
223	Estelle	Je ne suis pas sûre que cela soir accessible aux élèves. Je ne suis pas sûre qu'on ait travaillé sur la robustesse. Si on avait voulu essentiellement travailler sur la robustesse, bon, là ce qu'on peut voir par exemple, c'est qu'il se passe la même chose dans un petit pot et dans un tube en plastique. C'est-à-dire que le fait que ça soit un petit pot en plastique ce n'est pas grave, ce qui compte c'est que ça soit un récipient. On pourrait se dire "est-ce que c'est la même chose si c'est un pot en porcelaine, en terre, etc., tout à fait. Et là, effectivement, ce que je vois c'est que j'ai changé quelque chose, j'ai changé la nature du récipient, mais il se passe la même chose. Donc c'est robuste. Mais là, pour le moment on ne l'a pas fait. Mais si on changeait les pots, effectivement on pourrait dire que c'est robuste.
224	A2	Alors cette fameuse glace elle prend de la température négative ?
225	Estelle	(Estelle demande la température de l'expérience à un groupe). Vous êtes à combien ? A -10 °C dans le tube ?
226	A2	Mais quand on a un sorbet dans le congélo, il n'est pas à 0°C…
227	A6	Mais il n'est pas à -20°C non plus, sinon on ne l'avalerait pas ! (rires)
228	Estelle	Alors j'ai besoin d'au moins quatre témoins... Vous êtes à -14°C et vous, vous êtes à combien ?
229	Groupe	Il doit y avoir du sel qui est rentré dedans…
230	Estelle	Il y a du sel qui est rentré dedans ? Alors laissez-le tranquille, on va laisser faire. Et vous il y a encore du liquide, donc il faut attendre. J'ai un congélo à côté, donc on pourra aller voir, ce qui veulent, pendant la pause. Là-bas (dans un groupe) on a -14°C, donc de toutes façons, la glace peut être à -14°C.
231	A2	Donc la glace, dans l'espace, elle est à -200°C…
232	Estelle	Il y a des chances, oui. Est-ce qu'on a joué sur la cohérence ?
233	A2	Oui puisqu'on a fait la distinction glace / non glace. Il n'y a pas de contradiction.
234	Estelle	Il n'y a pas de contradiction. Nous on a eu des discours qui étaient cohérents et qui étaient logiques donc on n'a pas eu à travailler dessus, mais sinon on aurait pu le faire. J'ai travaillé la cohérence quand j'ai parlé de vapeur. Mais ça, j'étais dans autre chose, j'étais dans du cours, je n'étais pas dans la démarche d'investigation, j'étais dans de l'autorité.
235	A2	C'est vrai que ce mot "vapeur", moi je le vois dans mes fiches sur l'eau, c'est employé comme vapeur… nuage ou…
236	Estelle	Attention donc aux mots que vous utiliserez avec les petits.
237	A2	Oui parce qu'un nuage c'est de la vapeur d'eau condensée…
238	Estelle	Oui donc c'est-à-dire que c'est de l'eau liquide. Alors je vous propose qu'on fasse la pause, 5 ou 10 minutes. (Les enseignants partent en pause.)
239	Estelle	(Retour de la pause). Aller on y retourne. Est-ce que tout le monde est là ? Tant pis pour les absents ! Bon j'en parle tout de suite, ceux qui sont intéressés, ce livre là, c'est mon livre que j'ai sorti…
240	A5	Ah on l'a reçu dans les écoles.
241	Estelle	Il y en a qui l'ont reçu, ça dépend où. Si vous êtes sur Carros, toutes les écoles en ont un. Sur Vence, il y en a pas mal qui l'ont, donc ça dépend des endroits. Dans ce bouquin, vous avez pour les maternelles, 16 séquences où tout est écrit dedans, comme celle-là, ou d'autres. La plupart des choses que je vais vous montrer sont dedans, logique, et il y a d'autres choses qui sont dedans mais que je ne vous montrerai pas parce que je n'ai pas le temps. Si vous êtes intéressées par ce bouquin, pour le moment je négocie avec l'éditeur à chaque fois que je fais une formation, un acheté, un gratuit. Il coûte 25 euros, je ne touche rien dessus, et il faut vous dépêcher d'en profiter parce que dans pas longtemps il va passer chez un grand éditeur, et là, il va être cher. Donc si vous le voulez, vous faites un chèque de 25 euros à l'ordre de l'association de la physique à Nice". Vous me donnez le chèque, et en échange je vous donne deux bouquins. Maintenant je reprends la formation et à midi vous pourrez le regarder. Alors, je vous ai montré un travail sur l'eau. Regardez la température de votre

		tube et faites passer aux autres, pour que tout le monde puisse voir les températures que vous avez. Quelle température avez-vous ici ? -14°C. (Estelle passe dans les rangs pour montrer à tout le monde le thermomètre.) Et ici ?
242	Groupe	On a -11°C.
243	Estelle	Elles ont -11°C dans leur tube, et -11°C dans le mélange réfrigérant qui est autour. Et vous là-bas ?
244	Groupe	On est à -15°C.
245	Estelle	Donc, la conclusion : la glace prend la même température que le milieu ambiant. On a vérifié. Alors, là on a travaillé sur la matière, cet après-midi il va faire beau, on travaillera un peu sur la lumière. Je vais vous montrer autre chose que j'aime beaucoup, c'est de travailler sur les sabliers. Alors travailler sur les sabliers, avec les petits... Non en fait je fais "Plouf !", on fera les sabliers après. Je vais vous raconter une autre histoire, on se fait une matinée histoire ! Je vais vous raconter l'histoire de "Plouf !" Vous la connaissez non ?
246	Groupe	Oui !
247	Estelle	Alors quels sont ceux qui ne la connaissent pas ? Vous ne la connaissez pas ? Alors "Plouf !" c'est Philippe Corentin, l'école des loisirs. (Estelle raconte l'histoire avec le livre). Voilà l'histoire de "Plouf !" Alors vous voyez bien ce qu'on va poser comme questions par rapport à ça. C'est quoi la question ?
248	A6	Est-ce qu'on peut faire la même chose ?
249	Estelle	Voilà. Est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ? Alors, qu'est-ce qui va nous intéresser ici ? Vous voyez, tout se passe autour d'un puits avec sa poulie. Donc on met les différentes images ; on a l'image où on a le loup qui tombe, l'image où le cochon fait remonter le loup, l'image des lapins qui font remonter le cochon, et comme dernière image, le loup qui fait remonter les lapins. On a ces images là, on s'assure que les enfants ont bien compris la chronologie de l'histoire. Et puis la question qu'on va se poser c'est "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?" C'est une question que je vous pose. Alors vous réfléchissez 30 secondes chacun pour soi, vous vous mettez en petits groupes comme tout à l'heure, vous en discutez 3 minutes, et par petits groupes, vous me donnez votre réponse. Donc réflexion personnelle, on en discute, et ensuite je reprends la main. A vous !
250	Groupe 1	(Audio WS320190 à partir de 00:12:05 jusqu'à 00:13:58). Personne 1 : Alors ma réflexion personnelle les filles, c'est que le loup ne peut pas faire remonter les lapins. Personne 2 : Pas assez lourd ? Personne 1 : Ben parce qu'au début, le loup descend, mais il fait remonter... Qui c'est qu'il fait remonter ? Non c'est le cochon qui fait remonter le loup. Donc le cochon est plus lourd, ensuite c'est les lapins ; les lapins sont plus lourds que le cochon. Ensuite à la fin, c'est le même loup qui revient mais le même loup peut faire remonter les lapins. Donc le loup est censé être plus lourd. Alors qu'au démarrage c'est lui le moins lourd. A chaque fois, pour faire remonter, il faut toujours quelqu'un de plus lourd. Personne 3 : Mais là le loup est plus lourd que les trois lapins ? Personne 4 : Peut être qu'il y avait quelque chose dans le seau. Personne 1 : Non il n'y avait rien dans le seau. On te dit que l'histoire n'est pas possible, si tu fais le test ce n'est pas possible. Puisque c'est le même loup qui est au début et qui est à la fin. Personne 2 : Tout à fait. Personne 3 : Mais au début, c'est pas les lapins qui le remontent. Personne 1 : Au début, c'est le cochon, mais après, qui c'est qui remonte le cochon ? Les trois lapins ! Les trois lapins sont censés être plus lourds que le cochon. Sinon ils ne le feraient pas remonter ! Personne 3 : Ah oui c'est vrai. Donc après, le... Personne 1 : Et après, le loup revient, il fait remonter... Personne 4 : Il fait remonter les trois lapins. Personne 1 : Voilà ! Donc c'est là où on te dit que c'est pas faisable. Mais bon ils peuvent s'amuser à le faire. Tu prends un poids c'est le machin, ensuite il faut un autre plus lourd pour pouvoir faire remonter le premier poids, le plus lourd pour faire remonter et ensuite l'autre revient en premier. Tu vois bien qu'en mettant le premier, il ne peut pas remonter le dernier. C'est pas possible. Personne 4 : C'est pas possible que le loup retourne dans le puits, il faut qu'il soit plus lourd à chaque fois. (Discussion hors sujet.)
251	Groupe 2	(Audio WS320221 à partir de 00:11:53 jusqu'à 00:15:30). Personne 1 : Est-ce que tu peux reproduire les mêmes choses ? Personne 2 : C'est une question de poids. Personne 3 : Il faut toujours que celui qui descend soit plus lourd que celui qui monte. Personne 4 : Et oui, c'est ça le problème. Au niveau du poids... Parce que le cochon, il faut qu'il soit plus lourd que le loup. Personne 1 : Est-ce qu'on peut faire la même chose que dans l'histoire ? Personne 5 : Est-ce que forcément, il faut qu'il soit plus lourd ? Personne 3 : Ben oui ! Personne 4 : Donc en fait, ce qu'il faut qu'on trouve, c'est qu'il faut qu'il soit plus lourd. Que celui qui descende fasse remonter celui qui remonte. Personne 5 : Oui mais le loup, c'est le même que celui du début ? Personne 4 : Oui mais il y a trois lapins ! Personne 5 : Oui mais il est plus lourd que le cochon, qui est plus lourd que le loup. Tu vois ce que je veux dire ? Personne 4 : Oui. Personne 5 : Donc obligatoirement le loup devrait être plus lourd que... Personne 3 : Les lapins. Personne 5 : Oui donc voilà, mais c'est pas possible puisqu'il est moins lourd que le

		cochon ! Personne 3 : Alors attends. Le cochon, il est plus lourd. Personne 4 : Qu'est-ce qui te dit qu'il est moins lourd que le cochon ? Personne 5 : Et bien parce que le cochon doit être plus lourd que le loup, donc obligatoirement les trois lapins sont plus lourds que le loup ! Personne 4 : Ah oui c'est vrai. Personne 2 : Il y a une répartition des forces. Personne 4 : Il y a une répartition comme tu dis. Personne 3 : Donc c'est pas possible ! Personne 5 : Donc il y a la poulie. Personne 4 : L'histoire de la poulie qui fausse tout. Personne 5 : La poulie, quand tu travailles sur la voile et tout ça, je sais que ça décuple la force. Personne 3 : Est-ce que la force qui descend n'est pas multipliée par rapport au poids qui remonte ? L'apesanteur tout simplement ? Personne 5 : Avec ce qu'on dit c'est pas possible que le loup arrive à la fin. Personne 3 : C'est pas possible que le loup retourne dans le puits. Personne 5 : Voilà, s'il faut qu'il soit plus lourd à chaque fois. Personne 3 : Et les lapins, ils ont mangé plein de carottes ! Personne 2 : Il n'y a pas de carottes ! Personne 5 : Et après, une poulie, est-ce que c'est suffisant ? Parce que quand tu es sur la voile, c'est plusieurs poulies. Personne 4 : Oui mais là une ça suffit. Personne 5 : Alors qu'est-ce qu'on fait ? Personne 4 : Oui mais vous oubliez un truc, il y a le seau là dedans. Personne 3 : Mais qu'est-ce qu'on veut ? On veut montrer que ce n'est pas possible, que l'histoire est fausse ; ou que s'il y a un poids plus lourd ça fait remonter celui qui est en bas ? Qu'est-ce qui est important ? Est-ce que c'est pas de montrer que le poids qui va descendre fait remonter celui qui est en bas ? Personne 4 : En fait c'est que le poids, il va être plus léger que le loup. Personne 3 : Oui mais qu'est-ce qu'on veut montrer aux enfants ? Est-ce qu'on veut leur montrer que l'histoire est fausse ou est-ce qu'on veut refaire le système ? Personne 4 : Est-ce qu'ils ont le même poids tous, le cochon par rapport au loup, on met une bouteille ? Personne 3 : D'abord peut être quel système on utilise pour faire l'expérience ? Qu'est-ce qu'on prend pour faire l'expérience ? Personne 2 : Une bouteille à moitié vide, une autre remplie et on voit... Personne 1 : Oui mais qu'est-ce qu'on prend ? On prend une poulie avec une corde ? Qu'est-ce qu'on fait ? Personne 3 : Et oui c'est ça, qu'est-ce qu'on met en place pour faire l'expérience ?
252	Groupe 3	(Audio WS320232 à partir de 00:12:11 jusqu'à 00:15:45). Personne 1 : Tout est possible parce que les poids sont de plus en plus lourds, et pour que le loup redescende à la fin, il faut qu'il donne un élan très fort. Personne 2 : Non mais avec quoi on va pouvoir réaliser cette expérience ? Personne 1 : Ah c'est ça qu'elle demande ? Personne 2 : Et oui ! La question c'est comment réaliser l'expérience ? Estelle : Ma question c'est "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?" C'est-à-dire est-ce que le cochon peut faire remonter le loup, puis les lapins faire remonter le cochon, puis le loup faire remonter les lapins ? Personne 2 : Mais pour répondre à cette question il faut donc refaire l'expérience. Estelle : Par exemple. Mais déjà, est-ce que c'est possible ? Personne 3 : Ben non parce que les lapins sont trop lourds, le loup ne peut pas les faire remonter. Personne 2 : Trois lapins ça pèse pas le poids d'un loup hein. Personne 3 : Non, non parce que le cochon est plus lourd que le loup... Personne 4 : Un gros cochon... Personne 1 : Non mais dans le livre ! Personne 3 : Le cochon est plus lourd que le loup. Personne 5 : Oui puisqu'il est remonté. Personne 3 : Les trois lapins sont plus lourds que le cochon, donc le loup est trop léger pour faire remonter les lapins. Personne 1 : Sauf s'il donne un grand élan. Et sauf s'il fait du rappel (rires). Mais c'est vrai que ça bloque. Personne 4 : Non mais la seule chose qui pose problème, c'est que trois lapins pour faire remonter un gros cochon... Personne 2 : Oui mais ça, ça fait partie de l'histoire. Personne 1 : La chronologie est comme ça donc à la fin, le loup est trop léger pour faire remonter les cochons. Personne 3 : Non les lapins ! Personne 2 : Mais est-ce qu'à poids équivalents, celui qui descend fait remonter l'autre ? Oui ? Personne 4 : Non, à un moment donné ça s'arrête au milieu. Personne 2 : Mais il y a la vitesse qui joue dans la descente parce qu'à chaque fois on dit "il descend rapidement". Est-ce la vitesse ? Personne 4 : C'est l'élan. Personne 2 : Oui mais l'élan... Personne 4 : Oui, ça ne suffit pas forcément. Personne 2 : Mais la seule façon c'est de le créer pour vérifier, c'est pas de répondre oui, non, c'est de l'expérimenter ! Et dans l'expérimentation, comment on peut l'expérimenter ? Avec quoi ? Personne 1 : Ben ça se trouve facilement, trois lapins, un cochon et un loup. Tu peux prendre des personnages. Ce qu'il faut c'est fabriquer des poulies... Personne 2 : Parce que ça il faut l'expérimenter, ça ne sert à rien de répondre au hasard en fonction de nos connaissances. Personne 4 : A priori, pour nous ça ne marcherait pas pour le loup quoi. C'est ça qu'elle veut savoir. Personne 2 : Mais non, non. Personne 4 : Mais si, c'est ce qu'elle veut savoir ! Personne 2 : Qu'est-ce qu'il faut faire pour vérifier si ça marche ? Il faut essayer de fabriquer une poulie avec... Moi c'est ce que je ferais avec les enfants, j'essaierais de fabriquer une poulie, je sais pas, avec un bouchon creux, mettre une ficelle, mettre un récipient, un bouchon de bouteille, qui ferait le seau, et mettre des petits personnages et voir si ça marcherait. Avec des petits jeux genre jeux de légo, ou des petits jeux de la ferme. Il faut l'expérimenter pour voir. Personne 5 : Oui mais à priori, je pense, comme tu disais, que ce n'est pas possible.
253	Groupe 4	(Audio WS320188 à partir de 00:11:45 jusqu'à 00:15:36). Personne 1 : Le loup descend, après il y a le cochon qui vient, et le cochon, il descend, donc le cochon est plus lourd que le loup.

		Après, qui est-ce qui vient ? Après ils viennent les lapins, ça descend, donc normalement ils sont plus lourds que le loup. Et après, c'est le loup qui revient et il descend. Et c'est pas possible parce que tout à l'heure, quand il y a avait le loup et les lapins, c'est les lapins... Personne 2 : Et entre les deux... Non c'est pas possible. Personne 1 : Quand il y a les lapins et le loup, les lapins sont plus lourds parce qu'ils descendent, et après quand c'est le loup qui se pointe, il descend aussi... Personne 3 : Les lapins sont plus lourds que le cochon, mais ils ne peuvent pas être plus lourds que le... Le cochon était déjà plus lourd que le loup donc ça ne peut pas marcher ! Voilà ! Personne 4 : Donc il n'y a pas de logique. Personne 5 : C'est juste une histoire, il n'y a rien de scientifique dans une histoire. Personne 2 : Au niveau scientifique c'est pas juste en tous cas. Personne 1 : Ben justement voilà, c'est ça qui est intéressant finalement, c'est est-ce que c'est possible ? Est-ce qu'on peut le faire ? Personne 3 : Ça on s'en fiche que ça soit possible, c'est l'histoire qui va les intéresser. Personne 1 : Oui ça c'est sûr mais nous, on peut vérifier que ce n'est pas possible. Le loup ne peut pas descendre à la fois avec les lapins, et... Personne 4 : J'avais même pas pensé à ça. Personne 1 : Tu vois ? Tu t'en fous complètement dans l'histoire ! Personne 5 : Ça veut dire qu'on est pas restés enfants parce que moi j'y ai pensé tout de suite. On est plus des enfants... Personne 2 : Mais c'est vrai qu'au niveau des masses, c'est pas juste. Estelle : Alors, est-ce que vous pensez que c'est possible ou pas ? Personne 1 : Non. Estelle : Pourquoi vous pensez que ce n'est pas possible ? Personne 3 : Parce que nous on évalue déjà le poids de l'animal. Donc on a déjà une idée du poids. Estelle : Et pour que le cochon fasse remonter le loup, il faut quoi ? Personne 2 : Qu'il soit plus lourd. Estelle : Il faut que le cochon soit plus lourd que le loup. Donc vous voyez, à chaque fois, j'insiste sur "il faut … plus lourd que quelque chose". Et donc ensuite, pour que le cochon remonte, il faut que les lapins soient plus lourds que le cochon. Donc les lapins sont plus lourds que le cochon, le cochon est plus lourd que le loup, donc les lapins sont plus lourds que le loup. Personne 1 : Oui, mais seulement, à un moment, le loup, et les lapins, et c'est... Estelle : Donc si les lapins sont plus lourds que le loup, est-ce que le loup peut faire remonter les lapins ? Groupe : Non. Estelle : Comment on va faire pour savoir ? Personne 2 : On va essayer ! Estelle : Ben voilà ! Personne 4 : Attends j'ai un doute là... Personne 5 : Regarde, au début tu as le loup et le cochon, le cochon descend, donc le cochon est plus lourd que le loup, après tu as le cochon... Personne 4 : Oui, oui ça y est j'ai retrouvé mon fil là, ça y est c'est bon. Personne 5 : Tu as les lapins, ils sont plus lourds, et après tu as les lapins qui ne peuvent pas être plus lourds que le cochon et en même temps, plus lourds que le loup... Donc le loup ne peut pas faire descendre les lapins !
254	Groupe 5	(Audio WS320140 à partir de 00:12:25 jusqu'à 00:16:02). Personne 1 : C'est une histoire de poulie ou c'est une histoire de poids ? Personne 2 : Non, moi je vous le dis pas, je l'ai déjà fait avec elle (rires). On peut le faire en mettant deux seaux, et en remplissant des petites bouteilles pour faire les différents animaux. Personne 3 : Est-ce que la queue du loup peut faire remonter le loup ? (rires) On mélange tout ! Personne 4 : Donc dans l'histoire il y a le loup, après il y a les lapins ? Personne 3 : Le cochon. Personne 4 : Le cochon fait descendre le... Personne 3 : Donc ça veut dire que le cochon est plus lourd que le loup ? Personne 5 : Ça je suis d'accord, mais moi ce qui me pose problème c'est les trois lapins et le loup. Les trois lapins... Personne 1 : Mais ça tu vérifies, tu prends une poulie, mais c'est la poulie mais c'est aussi le poids de chaque truc. Personne 2 : Mais à la fin, il y en a un qui reste au fond quoi... Personne 4 : Et oui, donc c'est pas possible. Donc l'histoire est fausse. Personne 5 : Et est-ce que tu peux pas symboliser chaque animal par une bouteille ? Une petite bouteille et tu mets de l'eau, du sable, ou un sirop. Admettons que tu mettes une bouteille à moitié, et tu prends une autre bouteille tu dis que c'est le cochon, et si tu mets la même quantité... Alors il faut que la quantité d'eau soit rapportée à un poids. Personne 2 : Et ouais. Et si on met le loup au fond, pour faire remonter le loup... Personne 5 : Si tu mets deux bouteilles pareilles... Personne 3 : Le cochon est plus lourd ! C'est sûr. Personne 5 : Mais si tu mets un cochon, à la limite tu mets un bouchon noir, rose sur l'autre, et si tu mets tes deux bouteilles, en disant "ça c'est le loup, et ça c'est le cochon, la seule différence c'est la couleur". Personne 1 : C'est pas possible. Personne 5 : Tu les mets sur ta poulie, ils vont s'apercevoir que c'est pas possible. Et après on peut dire "comment on peut faire pour que le loup monte et que le cochon descende ?" Après ils vont pouvoir faire des hypothèses ; que le cochon, il faut qu'il prenne un caillou, ou je sais pas moi... Pour arriver à observer que le cochon est plus gros... Personne 1 : Non plus massif. Personne 5 : Et oui mais ça c'est pas évident, parce que, eux, moi j'ai une petite section, plus lourd ils ne connaissent pas. Ils vont dire "c'est plus gros". Mais si tu prends une grosse bouteille, et que tu mets la même hauteur d'eau, ça va marcher, il sera plus lourd. Personne 4 : Ben pour des petits je pense que ce n'est pas adapté. Personne 5 : C'est difficile. Personne 4 : Oui, ce n'est pas adapté, c'est trop complexe. Ça amène des notions de masse et... Personne 2 : Oui, complètement.
255	Estelle	Alors. S'il vous plait ! On va commencer par ce groupe ci, on va les écouter nous donner leur réponse, est-ce qu'ils pensent que l'histoire est possible ou pas ? Et puis ensuite si d'autres veulent rajouter des choses, ils rajouteront. Règle absolue, c'est plus difficile avec

		des adultes qu'avec des enfants, c'est que tout le monde s'écoute. Aller, on vous écoute.
256	A8	On s'est questionné sur "est-ce que c'est possible de faire que le loup remonte avec le cochon, avec le lapin et le loup ?" On a pensé à un système, on avait dit que le cochon devait être plus lourd que le loup, on avait parlé de poids, et puis en fait c'était pas possible puisque le loup arrive en dernière position donc il devrait être du même poids qu'au début. Donc il y avait ce souci là, et qu'est-ce qu'on met en place dans la classe ? Quel matériel pour arriver à faire l'histoire ?
257	Estelle	Alors, vous n'avez pas répondu à ma question.
258	A8	Et bien est-ce que c'est possible ou pas et qu'est-ce ça amène aux enfants ?
259	Estelle	Alors, est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ? Votre réponse à cela c'est quoi ?
260	A9	Ah, de faire comme dans l'histoire, ou est-ce que l'histoire est possible ?
261	Estelle	Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire, est-ce que l'histoire est possible ? Ça revient au même.
262	A10	Et bien on peut faire une partie de l'histoire.
263	Estelle	Vous me dites qu'on peut faire une partie de l'histoire. On peut faire quelle partie de l'histoire ?
264	A10	La première, jusqu'à ce que le loup revienne.
265	Estelle	Alors, on va laisser le groupe suivant fournir leurs idées. On va voir si on va avancer.
266	A6	Alors, par rapport au poids, on s'est dit que puisque le cochon descend, quand il y a le loup et le cochon, c'est que le cochon est plus lourd que le loup. Donc déjà, le cochon est plus lourd que le loup. Ensuite, c'est quand on a les lapins et le loup, non, le cochon, c'est les lapins qui descendent, donc les lapins sont plus lourds que le cochon. Et que le loup du coup. Mais seulement, quand on a à nouveau le loup avec les lapins, le loup descend, donc maintenant il serait devenu plus lourd que les lapins, alors que tout à l'heure...
267	Estelle	Mais il n'a rien mangé puisqu'il a toujours faim. Donc est-ce que l'histoire est possible ?
268	A6	Non.
269	Estelle	Est-ce qu'il y en a qui…
270	A12	Ben on a peut-être une ruse, il a eu la ruse de mettre quelque chose dans le seau, des cailloux.
271	A14	Non il ne peut rien mettre dans le seau puisqu'il y avait les lapins dans le seau.
272	A8	Ah oui, lui il descend à la corde !
273	Estelle	(Estelle montre la page du livre qui correspond à la situation.) Donc ce que je vous dis c'est quoi ? Pour vous quand vous dites que l'histoire n'est pas possible, c'est la dernière étape qui n'est pas possible parce que les lapins sont…
274	A2	Plus lourds que le cochon, et le loup.
275	A12	Sauf si le loup a mis des fourchettes et des couteaux dans sa poche pour descendre.
276	Estelle	Mais le seau il est en bas. Bon, comment va-t-on faire pour savoir ?
277	A2	Et bien il faut expérimenter !
278	A14	Mais est-ce que les enfants vont aller jusqu'à se poser la question de savoir si l'histoire est possible ?
279	Estelle	Alors, c'est nous qui allons poser la question "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?" On va laisser réfléchir les petits ; les petits n'ont pas ces idées là. Ils vont vous dire oui ou non sans forcément justifier. Mais on a les différentes images et la question qu'on se pose c'est "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?", c'est-à-dire, est-ce qu'on peut, avec un personnage cochon, faire remonter le loup ? Avec un personnage lapin, faire remonter le cochon ? Et avec le personnage loup du début, celui qui a très, très faim, faire remonter les lapins ? Oui, non, comment pourrait-on faire pour savoir ? Il faudrait faire comme dans l'histoire. De quoi a-t-on besoin ? On a besoin du puits, vous êtes d'accord ?
280	A7	Non.
281	Estelle	Non ? Pourquoi ?
282	A7	On pourrait très bien prendre la poulie sans…
283	Estelle	Ah, alors pour vous, ce qui compte dans cette histoire là, c'est la poulie. Alors vous avez des enfants qui vont vous dire qu'il faut la poulie, mais la plupart des enfants vont vous dire qu'il faut le puits.
284	A2	Oui, ils ne savent même pas ce que c'est qu'une poulie.
285	Estelle	Non mais on va leur dire, ça, ça s'appelle une poulie (Estelle montre l'image.) Alors comment on pourrait faire ? Il faudrait avoir un puits. Et puis il faudrait avoir un lapin, un cochon, et un loup. Donc moi je n'ai pas tout à fait ce matériel là, mais vous avez des plots

		de sport, dans lesquels on peut enfiler des barres dedans. Donc deux plots, deux barres, deux plots, une barre, ça vous fait un cadre. Pour faire un puits : une poubelle, un saladier, peu importe. Et puis il nous reste ensuite la poulie. Alors la poulie dans la barre, c'est quelque chose qui tourne autour. Vous savez les rouleaux de ruban, sans le ruban, ça vous fait une poulie. Si vous prenez une petite barre, un rouleau de fil à coudre vide, une bobine, ça vous fait une poulie. Vous n'avez ni l'un ni l'autre ? Un rouleau de scotch, vous collez dessus deux ronds en carton et vous faites un trou au milieu, ça vous fait une poulie. Après, il faut une corde, un bout de ficelle. Donc moi, ce que j'ai fait, ça a été fait avec les enfants aussi, je vous montrerai les photos après si vous voulez, on peut apporter le matériel pour fabriquer le puits. (Estelle apporte une poulie et une barre, elle enfile la barre dans la poulie.) Là, il me faut un support. Donc mon support ça va être deux collègues. (Deux personnes tiennent la barre de chaque coté.) Ensuite il nous faut un seau. Alors moi, pour faciliter les choses, j'ai mis deux seaux.
286	A4	Mais si on met deux seaux les enfants vont dire que ce n'est pas comme dans l'histoire.
287	Estelle	Oui, donc on peut ne pas mettre deux seaux, là c'est moi, pour la commodité. Et il nous faut quoi après ? Il faut le loup, les lapins et le cochon. Alors ça on arrive avec le loup, les lapins, le cochon qui sont tous faits.
288	A2	Mais dans l'histoire, la corde, donc le morceau qui n'a pas le seau, il est relié à l'autre ou il pend comme ça ?
289	Estelle	Il pend. Alors vous, vous pouvez mettre un trombone, si vous voulez faire vraiment comme dans l'histoire. Il y a des collègues qui utilisent, plutôt que des bouteilles, juste de la pâte à modeler. Ils font des objets en pâte à modeler, et ils pincent. Donc ils prennent une corde, et en pinçant la pâte à modeler sur la corde, ça marche bien. Mais il faut défaire, et refaire et c'est pas toujours pratique. Une autre solution, c'est que vous mettez un trombone, et vous utilisez comme masse, des poids de pêche. Parce que vous en avez de 50, 20 et 100 grammes , et vous mettez une petite étiquette dessus. Bon moi c'est des bouteilles.
290	A6	Oui mais au départ, on l'a déjà défini le poids de…
291	Estelle	Oui, vous l'avez déjà défini.
292	A6	Donc les enfants ne le savent pas.
293	Estelle	Non, ils ne le savent pas. C'est comme ça, c'est moi qui vous apporte les personnages. On va voir si avec ces personnages là on peut faire comme dans l'histoire.
294	A6	Oui mais vous, vous savez déjà…
295	Estelle	Ah ben moi, j'ai construit mes personnages, on va en discuter après.
296	A4	Mais ça serait pas plus intéressant justement de mettre…
297	Estelle	Non, vous allez voir. Aller, on essaye ! (Estelle fait l'expérience.) Donc je mets le loup. Le loup est tombé au fond du puits, le voilà bien coincé ! Le cochon arrive, je lâche le cochon. Alors il y a des enfants qui tiennent la corde, alors on va dire "est-ce que dans l'histoire, il y a quelqu'un qui tient la corde ?" Non. Donc on ne tient pas la corde, on essaye vraiment de faire comme dans l'histoire. Donc le cochon se retrouve au fond et le loup, au revoir le loup ! Et puis là arrive une famille de lapins. Donc les lapins arrivent, et hop les lapins descendent, et hop le cochon remonte ! Le cochon s'en va ! Et puis là, qui revient ?
298	A1	Le loup !
299	Estelle	Le loup du début, celui qui a très, très faim ! (Estelle le met dans le seau, et là, le loup ne descend pas.) Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Non. Avec les enfants, ce qu'on fait, c'est qu'on a fait des petites images, et on met un petit rond qu'on colorie en vert quand on peut et en rouge quand on ne peut pas. Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Non, on ne peut pas faire comme dans l'histoire. La réaction d'une grande section tout de suite par rapport à ça c'est "on peut pas faire comme dans l'histoire parce que les lapins sont trop gros, et ils sont trois", et il y en a un autre qui va dire "non, c'est parce qu'ils sont plus lourds" et ça va se discuter là dessus. Donc là, on arrête là la séance. Donc on ne peut pas faire comme dans l'histoire, et les différentes options c'est "parce qu'ils sont trois", "parce qu'il est gros", "parce qu'ils sont trop lourds". Alors "parce qu'ils sont trois", là c'est pas mal de travailler avec de la pâte à modeler, je fais trois lapins et avec les trois lapins, j'en fais un gros de lapin. Est-ce que ça change quelque chose si je fais un gros lapin ?
300	Groupe	Ben non.
301	Estelle	Non, donc c'est pas parce qu'ils sont trois, c'est parce qu'il est plus gros. Alors là, "plus gros", "plus lourd", vous allez éventuellement accepter "plus gros", parce que vous avez les mêmes matières. Et avec les mêmes matières, plus il y en a, plus c'est gros, et plus il y en a, plus c'est lourd. Et donc plus c'est gros, plus c'est lourd, c'est pareil. Si vous voulez aller plus loin, vous pouvez jouer avec des matières différentes. Donc vous allez prendre par exemple, un loup balèze (Estelle montre une grosse boule de polystyrène) et un lapin pas

		balèze (Estelle montre un poids de pêche). Mais n'empêche que c'est les lapins les plus lourds. Donc ce n'est pas parce que c'est gros, c'est pour autre chose, c'est parce que c'est lourd. Et ce que les enfants vont construire c'est que, pour que quelque chose remonte, il faut mettre quelque chose de plus lourd.
302	A9	Donc au début on accepte "plus gros" et après on leur montre que ce n'est pas possible ?
303	Estelle	Si vous voulez aller plus loin, vous pouvez y aller mais vous n'êtes pas obligés.
304	A5	Et à poids égal, qu'est-ce qu'il se passe ?
305	Estelle	A poids égal, (Estelle fait l'expérience) c'est ce que l'on appelle un équilibre indifférent. C'est-à-dire que si je le mets comme ça, ça reste comme ça. C'est l'ascenseur. Vous avez la cage d'ascenseur ici, le contrepoids de l'autre côté, ça c'est une tonne à chaque fois de chaque côté. Et vous, vous faites une toute petite différence, vous faites 60 / 70 kg, quelque chose comme ça, enfin bref, il y a un maximum autorisé qui est normalement de 400 kg, et ici plutôt qu'une poulie, vous avez un moteur, et votre moteur ne tracte pas 1 tonne et demie, il tracte uniquement vous. Donc équilibre indifférent. C'est pour ça que votre ascenseur, quel que soit l'endroit où il est stoppé, dernier étage ou premier étage, ça ne joue pas, ce n'est pas un problème. Donc effectivement, avec les enfants on peut aller jusque là, et quand les deux poids sont pareil, ça dépend de l'endroit où je vais. Donc au départ, j'ai construit et j'ai apporté mes personnages avec les poids adéquats. Alors ça, il faut savoir que même avec les cycles 2 ou 3 il vaut mieux arriver tout de suite avec les personnages comme ça sinon ça patouille dans la semoule. Donc on arrive avec les personnages comme ça. On voit qu'on peut faire comme dans l'histoire au début et pas jusqu'à la fin. Donc on l'a fait une fois. Mais pour améliorer la procédure, plusieurs groupes essayent, et je peux éventuellement avoir plusieurs fois le même type de matériel. Ça en général, vous le faites en petits groupes, en ateliers. Donc là, j'ai construit mes différents personnages, et à partir de cette construction, les enfants vont finalement être amenés à en conclure qu'il faut que ça soit plus lourd pour que ça fasse remonter le personnage qui est au fond. Là, on a construit juste sur ça, une généralité. Là vous voyez, le fait que ça soit des bouteilles, on s'en fiche. Ce qu'on est en train de dire c'est que ce qui compte pour mes personnages, c'est le poids.
306	A2	Et est-ce qu'on les laisse expérimenter en changeant le poids ou ça ne marche pas ?
307	Estelle	Alors, ça ne marche pas. Evidemment ce que vont avoir envie de faire les enfants, c'est que ça marche quand même comme dans l'histoire. Donc comment peut-on faire pour que ça marche comme dans l'histoire ? Et bien, on peut mettre deux loups, on peut mettre un loup et un cochon ; mais là, vous voyez, avec mon loup et mon cochon, on ne ferait sans doute pas remonter les lapins quand même. Alors je peux mettre un autre loup bien lourd, mais si je mets un autre loup bien lourd...
308	A13	Ça ne marchera pas au début.
309	Estelle	Voilà ! Est-ce que je peux refaire la même chose qu'au début de l'histoire ? Non. Donc quoi que je fasse, ça ne marche pas, je ne peux pas faire la totalité de l'histoire. Donc l'histoire de Corentin, est-ce qu'elle est possible ? Non.
310	A12	Mais c'est une histoire.
311	Estelle	Dans une histoire on raconte ce qu'on veut. Mais dans notre monde à nous, est-ce qu'on raconte ce qu'on veut ? Non. On ne raconte pas ce qu'on veut.
312	A3	Enfin ça dépend (rires).
313	Estelle	Ça dépend, mais on ne peut pas raconter ce que l'on veut, dans notre monde à nous, il semble qu'il y ait une règle que pour faire remonter quelque chose, il faut utiliser quelque chose de plus lourd. Mais ça on l'a juste fait avec du sable, on est un peu à la limite entre deux zones là. On a travaillé avec des bouteilles et on en a extrait tout de suite le plus lourd. Ça serait quand même bien de le vérifier ça. Alors pour vérifier ça...
314	A2	On pèse !
315	Estelle	Alors on pourrait peser, ou on peut utiliser d'autres objets. On l'a fait avec des bouteilles. Mais est-ce que c'est la même chose si au lieu de bouteilles j'utilise des petits poids ? Qu'est-ce que vous en pensez ?
316	Groupe	Ben oui.
317	Estelle	Oui. Comment fait-on pour savoir ? On essaye. Je vous passe la démonstration, et on constate que c'est la même chose avec des petits poids. Est-ce que c'est la même chose si je prends des petites boules et des grosses boules de pâte à modeler ?
318	A15	Ben oui.
319	Estelle	Alors pareil, comment fait-on pour savoir ? On essaye. Et après on peut laisser le matériel, avec plein de choses tranquilles dans un coin de la classe, et les enfants manipulent à volonté. Mais là on constate qu'au-delà du fait que ça soit des petits machins en métal (des poids de pêche), ou des bouteilles, ou des boules, ou ce que vous voulez ; et bien au delà de tout ça, ce qui compte c'est le poids. Alors pour les volumes égaux, il y a ça qui se vend,

		c'est sympa, ils ont tous le même volume, mais des poids différents. Ça coûte cher hein, ça coûte dans les 50 euros. Allez-y prenez-en deux. Il y en a deux de chaque à chaque fois. Donc vous voyez là on peut distinguer la notion de poids et de volume. Alors, vous n'avez pas ce matériel très cher...
320	A2	On peut le faire avec des boîtes identiques vides qu'on remplit avec différentes choses…
321	Estelle	Voilà, tout à fait, mais il faut cacher. Moi j'ai ça aussi (des petits tubes), je les remplis avec différentes quantités de sable. Ce sont des relais en sport, ou vous savez, des tubes qu'on met au fond de l'eau et qu'il faut aller chercher. J'ai trouvé ça dans un magasin où tout est à 1,50 euros. En plus il y a des couleurs différentes. Donc ils peuvent penser que ça dépend de la couleur. Est-ce que ça dépend de la couleur ? Comment fait-on pour savoir ? On a deux bleus qui ont deux poids différents, et on voit bien qu'ils sont de la même couleur mais qu'il ne se passe pas la même chose. Donc ce n'est pas la couleur qui y fait. Et donc là on est en train de généraliser sur la notion de poids et on est en train de simplifier notre monde. On s'en fiche que ce soit bleu ou rose, on s'en fiche que ça soit du sable ou autre chose. Ce qui va compter pour nous, c'est le poids. Et donc là, on extrait du monde qui nous entoure, une chose qui nous intéresse, et qui nous semble essentielle pour comprendre, et ce qui compte pour nous, dans ce qu'on fait avec la poulie, c'est le poids.
322	A1	Mais la bobine ne passera pas dans la barre.
323	Estelle	Non, non mais la barre, vous prenez une barre comme ça, un peu plus épaisse pour ne pas qu'elle se torde. Moi j'ai acheté des barres comme ça.
324	A1	Et que vous poseriez sur quoi ?
325	Estelle	Que vous enfilez dans les deux plots. Pour les bloquer, de chaque côté vous mettez des pinces à linge, des bouchons.
326	A8	Les plots qu'on a, ils sont livrés avec des barres en plastique.
327	Estelle	Oui mais les barres, souvent, sont trop… Avec un rouleau de scotch ça passe. Je vous montre une photo. Mais il y a un collègue qui l'a fait.
328	A6	Oui mais pas moi, quelqu'un de l'école.
329	Estelle	Et donc, ça se passe bien tout ça ?
330	A6	Oui.
331	Estelle	Vous pouvez leur raconter un peu pendant le temps que je branche tout ça. (Estelle projette, avec le vidéoprojecteur, une photo du dispositif.) Voilà, vous voyez le système ici ? Donc les plots, la barre, là c'était un rouleau de ruban, la corde, le seau, et la corbeille. Et là vous avez une autre version : les deux plots, les deux barres ; alors plutôt que des barres de sport, elle avait pris des barres de bois, elle avait percé un trou dans chaque barre, elle enfilait la petite tige dedans et pour la coincer elle mettait des pinces à linge. Donc il y a plein de systèmes différents. Et justement, ça aussi c'est intéressant, parce que là, on a vu que c'était des poids ; mais on parlait de la poulie tout à l'heure, là j'ai une poulie en bois mais je peux aussi en avoir d'autres : un ruban, une bobine... Donc il y a plein de poulies différentes mais à chaque fois il se passe la même chose. Là j'ai une vraie poulie mais ça ne marche pas bien parce que l'espace pour le fil est trop fin, et le fil saute en permanence. Donc c'est mieux quand on a des bords un peu larges.
332	A10	Est-ce qu'on pourrait envisager, alors ce serait du même ordre, l'expérience où on a ces balancelles, un enfant est debout pendant que l'autre…
333	Estelle	Alors ça c'est autre chose. C'est un effet levier. On va travailler sur les leviers, c'est l'histoire suivante que je vais vous raconter. Donc vous voyez, là on joue sur une histoire, et juste avant de passer sur l'autre, on va regarder. Est-ce qu'on a l'argument d'autorité ? Est-ce qu'on refuse l'argument d'autorité ?
334	A9	Oui, un peu.
335	Estelle	Parce qu'une fois qu'on a fourni les personnages, fournir les personnages c'est faciliter la compréhension "c'est le plus lourd qui…" Puis une fois que c'est construit les enfants vont rejouer avec. Donc finalement, ils vont tester plein de fois.
336	A1	Oui mais on peut très bien ne pas leur dire que parce que c'est plus lourd. On va leur dire que l'histoire n'est pas faisable, mais sans comprendre pourquoi.
337	Estelle	Oui, on peut le voir. De toutes façons s'ils arrivent juste à "l'histoire n'est pas faisable, on ne peut pas faire comme dans l'histoire", on peut s'arrêter là si on veut mais on va aller plus loin. Avec les grands on peut aller plus loin. Primauté de l'expérience sur le discours ?
338	Groupe	Ben oui.
339	Estelle	Sur quel discours ? Sur le discours de l'histoire. Reproductibilité locale, est-ce qu'on l'a faite ?
340	A5	Oui quand on change les poids.
341	Estelle	Je ne l'ai pas vraiment faite mais en vrai oui, voilà. Recul ? Distinction entre le discours et le

		monde qui nous entoure ?
342	Groupe	Oui.
343	Estelle	Ben oui, puisque là le discours c'est l'histoire, et ce qu'il se passe dans l'histoire n'est pas faisable dans la réalité, là on est en plein dedans. Robustesse ?
344	A2	Oui puisqu'on a changé le…
345	Estelle	Oui parce que ce qui compte c'est le poids et j'ai constaté que si je change des choses qui ne sont pas essentielles, il se passe la même chose. Cohérence ? Là on est entre adultes donc on a pas vraiment de difficulté ; et économie et exhaustivité ? C'est toujours un peu plus difficile. Economie c'est qu'il faut juste regarder le poids, le reste ne nous intéresse pas et on regarde le poids et rien d'autre.
346	Estelle	Donc ça c'était "Plouf". Quelle heure est-il ? Midi… On reprend à 13h, bon appétit ! (Départ en pause déjeuner. Pendant ce temps, une enseignante vient discuter avec Estelle.)
347	Ensei-gnante	C'est très intéressant en tous cas ce que vous avez fait.
348	Estelle	Merci.
349	Ensei-gnante	J'ai fait cette expérience il n'y a pas très longtemps avec des petits. Je leur avais dit la poésie de Jacques Prévert, avec le bonhomme de neige qui fond. Et ils m'ont demandé "pourquoi le bonhomme de neige est-il devenu une flaque d'eau ?" Alors je leur ai dit, vous allez voir, on va mettre un glaçon et on va regarder ce qu'il se passe. Ils sont revenus de la récréation, on avait mis le glaçon sur le chauffage, donc le glaçon avait fondu, effectivement. En plus le récipient s'était renversé, il y avait de l'eau par terre, donc il y avait une flaque, et c'était sympa. Après je me suis dit quand même qu'il fallait que je les prévienne qu'il fallait pas faire ça chez eux...
350	Estelle	Et oui !
351	Enseigna nte	Et je leur ai dit "ne faites pas ça chez vous, parce que vous pouvez avoir un chauffage électrique". Mais sur le coup, comme c'est venu comme ça…
352		(Quelques enseignants viennent chercher des livres d'Estelle : "Sciences à l'école, côté jardin, le guide pratique de l'enseignant")
353	Estelle	Alors cet après-midi, j'ai cinq choses à vous montrer, on va voir si j'y arrive.
354	Estelle	Donc on reprend. Et comme la collègue parlait de leviers, je vais vous raconter une dernière histoire, qui est l'histoire de "Bascule". Si on regarde la page de couverture, que voit-on ?
355	A13	Un plan incliné.
356	Estelle	Est-ce que c'est un plan incliné ? Regardez mieux.
357	A2	On voit une poutre en équilibre sur deux bâtons.
358	Estelle	Voilà ! Ça je préfère. C'est comme une balançoire. Alors, c'est un pont. (Estelle commence à raconter l'histoire.) Vous avez vu le matériel que je vous ai donné ? Je vous ai donné une petite planche. Est-ce que vous pensez qu'on pourrait faire comme le pont avec la planche et le petit poids ?
359	A2	Bien sûr !
360	Estelle	Bien sûr. Alors pour faire comme dans l'histoire il faudrait le mettre très haut, mais nous on ne va pas le mettre très haut, on pourrait, mais on va le mettre un peu plus bas. (Estelle continue l'histoire). Le lapin, à votre avis il est plus gros ou plus petit que le renard ?
361	A12	Plus léger.
362	Estelle	(Estelle finit l'histoire).
363	A1	Elle est sympa cette histoire !
364	Estelle	C'est "Bascule", aux éditions Didier Jeunesse. Alors, vous ne pouviez pas le voir, mais il y a des couleurs, quand le lapin parle, il y a une couleur, et quand c'est le renard, il y a une autre couleur, et quand c'est de la narration, il y a une couleur. Donc il y a trois couleurs suivant qui parle. Vous pouvez aussi utiliser cet album en arts visuels parce qu'il y a des projections d'encre, des dégradés de couleurs...
365	A5	Il est de qui ce livre ?
366	Estelle	C'est des japonais. Il est de Yuichi Kimura. Si vous avez mon livre, tout est écrit dedans. Qu'est-ce qu'on peut faire avec cet album ? Vous me voyez venir hein…
367	A15	Et si on faisait pareil ?
368	Estelle	Alors attention, il y a une différence entre "et si on faisait pareil ?" et "est-ce que c'est possible ?". La première question qu'on pose c'est celle là, "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?", "est-ce que le début de l'histoire est possible ?". Qu'est-ce que vous en pensez ?
369	Groupe	Oui.

370	Estelle	Bon, et comment on va faire pour savoir ?
371	Groupe	On va essayer.
372	Estelle	Alors vous voyez, on va essayer. Avec les enfants, mon lapin, mon renard, on va mettre des étiquettes sur les poids. J'ai des collègues qui font aussi de la pâte à sel ou de la pâte à modeler. Alors au début, la planche tient bien, et puis les berges s'effondrent. Quand les berges s'effondrent, le renard essaye de s'approcher. Est-ce qu'on peut avoir cette situation ? Je voudrais que vous me montriez.
373	A2	Non.
374	Estelle	On a la planche qui bascule du côté du lapin. Nous on a des bords, mais s'il n'y avait pas de bords ils tomberaient. Alors qu'est-ce que fait le renard ? Il recule. Regardez ce qu'il se passe.
375	A2	Il recule trop, et comme il est plus lourd ça…
376	Estelle	Alors est-ce que vous pouvez faire pareil ?
377	Groupe	Oui.
378	Estelle	Et du coup, qu'est-ce qu'il fait ? Il essaye de trouver une situation entre les deux, un équilibre horizontal. Est-ce que vous y arrivez aussi ?
379	Groupe	Oui.
380	Estelle	Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
381	Groupe	Oui.
382	Estelle	Ben oui.
383	A9	Mais ça on le fait soi-même devant les élèves ou c'est eux qui essayent ?
384	Estelle	Alors ça comment on le fait ? Il y a deux versions possibles. La première façon c'est : j'ai travaillé d'abord avec les enfants, avec ma planche et mes deux poids différents, et j'ai joué avec les enfants à faire basculer du côté du plus petit ou du plus gros, et à établir ce qu'on appellera un équilibre horizontal. Du moment que ça ne bouge plus c'est un équilibre, donc nous ce qui va nous intéresser c'est un équilibre horizontal. On peut avoir fait ça et ensuite seulement raconter l'histoire. Et une fois qu'on a lu l'histoire on dit "est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?". Comment faire pour savoir ? Et là on recommence.
385	A2	Est-ce que c'est différent de la fameuse balançoire avec une planche qui… ?
386	Estelle	Alors, on peut le faire en gros aussi avec les enfants, avec ça, peut être que vous l'avez en sport (Estelle montre un rolla-bolla). Et là on peut faire la même chose. Vous voyez que s'il se rapproche trop, ça bascule d'un côté. Donc il faut trouver l'équilibre.
387	A2	Et on ne peut pas prendre des choses plus lourdes ?
388	Estelle	Vous pouvez, bien sûr ! Là je fais avec les moyens du bord. Vous pouvez aussi prendre des peluches qu'on peut bourrer avec des trucs dedans, des marionnettes, dedans vous mettez du riz ou des petits cailloux, vous en mettez plus d'un côté et moins de l'autre. Donc il y a plusieurs approches possibles, on travaille d'abord avec notre planche et nos objets, et ensuite on lit l'histoire et on demande si on peut faire comme dans l'histoire, et les enfants sont peut être capables de réinvestir en disant" ah oui, c'est comme on a fait, nous", ça c'est la première approche. La deuxième approche c'est, je lis l'histoire, j'essaye de comprendre cette pauvre planche et ces machins qui basculent, et comment pourrait-on faire pour savoir si c'est possible ? Il faut faire pareil, et là on leur apporte le matériel. Donc ça, ça va se faire en petits ateliers, on lit l'histoire en collectif, éventuellement on a aussi le rolla-bolla en collectif, on fait l'histoire en même temps, et ensuite on va le refaire en ateliers et les enfants vont voir si on peut faire pareil. Et puis si on veut, après on peut travailler sur les mobiles et puis tout ça. On constate là, dans notre histoire, que pour avoir l'équilibre horizontal, il faut que l'objet le plus lourd soit le plus près du milieu. Alors le milieu, c'est l'endroit où ça bascule, on va appeler ça un pivot. Mais ça je ne l'ai fait qu'avec deux objets donc je vais reproduire ça, et plutôt que de prendre des poids, je vais prendre de la pâte à modeler, des pierres, plein de choses, et je vais constater qu'à chaque fois, c'est l'objet le plus lourd des deux qui est le plus près du pivot. Et là, on prépare le travail pour le cycle 2.
389	A5	J'ai juste une question par rapport au matériel que vous avez, le fait que le pivot soit large, c'est plus facile ?
390	Estelle	Ah oui ! Alors ça on peut le travailler avec les enfants, c'est une très bonne remarque que vous faites. On peut prendre un pivot en forme pointue, mais alors là, vous n'y arriverez pas. Par contre on peut aussi fournir aux enfants des pivots qui sont beaucoup plus larges, et on va se rendre compte que si le pivot est plus large, on peut beaucoup bouger et ça tient tout seul. Dans l'histoire si on regarde bien, c'est un petit rond, tout petit. Nous c'est pas tout petit comme dans l'histoire. Et si on fait très large, on peut ne pas faire comme dans l'histoire et ça tient quand même très bien en équilibre horizontal. Donc là, c'est les limites de notre modèle.

391	A5	Comme planche très peu large, on a le double décimètre.
392	Estelle	Oui, mais ça, ça bouge trop. Donc la largeur d'un doigt c'est bien.
393	A2	Ou alors il faut que les poids des deux…
394	Estelle	Même. Là c'est de la mécanique, vous êtes sur des équilibres instables. C'est stable si les poids sont accrochés dessous la planche, pas dessus. Donc de toutes façons il faut prendre un pivot suffisamment stable, mais c'est une très bonne remarque. Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? On peut faire comme dans l'histoire. Et on a même des oiseaux qui se posent, et ça bascule du côté du renard. Donc les oiseaux ça peut être des petites mains qui se posent et si la petite main se pose, ça bascule du côté du renard. Donc jusqu'au bout, on peut faire comme dans l'histoire. L'histoire est possible. Donc vous voyez il y a des histoires possibles et d'autres pas possibles.
395	A2	Il y a juste un petit point, c'est que quand ça commence à basculer, le temps de latence avant qu'ils refassent l'équilibrage…
396	Estelle	Alors oui, ça, c'est pas très..
397	A2	Parce que là j'ai vu que tout est tombé, pour qu'ils arrivent à rapidement…
398	Estelle	Alors là on est dans les limites, c'est une histoire. Et nous on a la table qui bloque.
399	A3	Je pense que si on prend une planche longue, on doit pouvoir bidouiller dessus.
400	Estelle	Tout à fait. Justement j'allais vous en parler. Plus la planche est longue, mieux c'est. Les planches vous les trouvez dans les magasins de bricolage, c'est les baguettes qu'on met en contre-plinthes. Et les pivots là, c'est des tasseaux.
401	A15	Et elles font quelle longueur ?
402	Estelle	Vous faites comme vous voulez. Je peux prendre différentes tailles et si je prends différentes tailles, est-ce que je constate la même chose ? A savoir que l'objet le plus lourd est le plus près du pivot ?
403	Groupe	Oui.
404	Estelle	Donc je peux prendre différentes tailles de bois, différentes largeurs de bois, différentes épaisseurs, je constate à chaque fois, que l'objet le plus lourd doit être le plus près du pivot pour tenir en équilibre horizontal. Si je fais ça avec les enfants, qu'est-ce que je travaille ici ?
405	A11	La reproductibilité !
406	A1	La robustesse !
407	Estelle	La robustesse. Vous êtes d'accord ? On travaille la robustesse là. Si je donne la même planche de bois à tout le monde, le même tasseau, les mêmes masses, on travaille la reproductibilité. Donc vous voyez, je peux travailler différentes choses. Je peux faire les deux, d'abord l'un, puis l'autre. Ce qui est intéressant c'est de leur faire remarquer, que même si c'est plus long, ils l'ont fait, ils constatent tous la même chose. Ce qui compte c'est quand j'ai, au départ, ma planche à l'équilibre horizontal, c'est que l'objet le plus lourd soit le plus près du pivot. Et ça veut dire que je n'ai pas fait ça qu'avec deux objets mais avec plein d'objets différents, parce que là pour moi c'est des objets métalliques, mais si je le fais avec des cailloux, de la pâte à modeler, ce qui compte c'est que ce soit lourd. Ça va là dessus ? Maintenant je vais vous faire travailler...
408	A2	Avec les boîtes à chaussures !
409	Estelle	Voilà. On va faire la version adulte et ensuite la version pour les tous petits. Là je vais vous donner une boîte, vous voyez, il y a deux choses qui sortent de la boîte, on n'a pas le droit d'ouvrir la boîte. Vous allez pouvoir bidouiller, tourner. Et ce que je voudrais c'est que vous me dessiniez ce que vous pensez qu'il y a dans la boîte, et comment ça marche. Donc vous allez dessiner, et ensuite vous expliquerez aux autres. (Estelle distribue les boîtes et les groupes réfléchissent.)
410	Groupe 1	(Audio WS320191 à partir de 00:26:04 jusqu'à 00:29:58, et audio WS320192 à partir de 00:00:00 jusqu'à 00:00:11). Personne 1 : Ben c'est les engrenages hein. Personne 2 : Oui c'est un engrenage, il y a deux roues dedans. Personne 3 : Ça c'est facile. Mais ils aiment bien les engrenages. Personne 4 : Qui c'est qui dessine ? Personne 5 : Tu fais deux petites roues avec des dents. Personne 6 : Tu fais une grosse et une petite puisqu'il faut qu'il y en ait une qui tourne plus vite que l'autre, donc là non, c'est deux grosses aller ! Personne 2 : Vous voulez deux grosses ? Qu'est-ce que tu penses ? Personne 6 : Oui, deux grosses. Personne 2 : Donc toi tu dis deux grosses, toi tu dis deux pareilles. Personne 3 : Est-ce que ça tourne à la même vitesse des deux côtés ? Personne 2 : Vous avez vu que ça ne tourne pas dans le même sens hein. Alors t'es d'accord pour la même grandeur de roue ? Personne 1 : Oui. Personne 2 : Aller, je dessine. Voilà. Alors ensuite, qu'est-ce que je rajoute ? Personne 4 : Oui, oui c'est largement suffisant, tu dessines ce qu'il y a dans la boîte.
411	Groupe 2	(Audio WS320222 à partir de 00:25:55 jusqu'à 00:30:35). Personne 1 : Ah ça c'est les engrenages ! Personne 2 : Est-ce que ça fait un tour en même temps ? Personne 3: Non

		regarde. (Discussion hors-sujet) Personne 4 : Est-ce que ça tourne dans les deux sens ? Personne 2 : Ben on va essayer. (Discussion hors-sujet).
412	Groupe 3	(Audio WS320233 à partir de 00:24:45 jusqu'à 00:29:25). Personne 1 : C'est les engrenages non ? Personne 2 : Alors celui là tourne beaucoup plus vite. Personne 3 : Donc il est plus petit alors. Plus petit ou plus grand ? Personne 4 : Là il y a un gros engrenage et là un petit. Celui là il va plus vite donc c'est une plus petite roue. Personne 5 : Est-ce qu'ils tournent dans le même sens ? Personne 1 : Ils tournent dans les deux sens mais en même temps. Personne 3 : Il y en a un qui tourne plus vite. Il est plus petit alors. Personne 4 : Il y en aurait trois alors. Personne 3 : Non deux ! (Ils dessinent.) Personne 1 : Et ça tient sur quoi ? Personne 2 : L'axe est fixé dans les roues. Les roues ne sont pas au sol, elles sont dans une plaque. Estelle: Ça y est vous avez dessiné ? Est-ce que vous êtes sûrs de ce que vous faites là ? Dans votre dessin quand il y en a une qui tourne dans un sens, l'autre tourne dans quel sens ? Personne 2 : Ah... Et oui, elles tournent en sens inverse. Personne 1 : Mais non elles tournent dans le même sens ! Personne 4 : Donc il doit y avoir une roue entre les deux. Personne 3 : Ah oui, donc il y en a trois.
413	Groupe 4	(Audio WS320141 à partir de 00:26:35 jusqu'à 00:30:00). Personne 1 : Engrenages ! Personne 2 : Alors ça tourne dans le même sens donc déjà il y a trois roues. Parce que quand tu tournes une roue, celle qui suit elle est en sens inverse. Il faut dessiner ce qu'il se passe dessous ? Personne 3 : Bon alors qu'est-ce qu'il se passe ? Personne 2 : Elles tournent toujours dans le même sens, donc il y a trois roues. Mais les enfants pourraient penser qu'il y a deux roues. Personne 4 : Et il y a une petite roue et une grande roue non ? Personne 5 : Une grande et deux petites non ? Personne 3 : Alors attends. Quand tu fais un tour avec celui là, l'autre ne fait qu'un demi tour. Donc à priori petite, et la roue là elle est plus grande. Personne 5 : Et au milieu ça n'a pas d'importance ? Personne 3 : Au milieu je sais pas si c'est important... Personne 4 : Pourquoi il y a trois roues d'après vous ? Personne 3 : Parce que quand tu fais tourner une roue et que tu en mets une autre, elle tourne dans l'autre sens, puisque tu la pousses. Personne 4 : Ah oui, oui.
414	Estelle	Alors ça y est ? Alors stop. On va faire un bilan. On va commencer par le groupe qui est là-bas. Ils vont nous montrer leur boîte et vont nous montrer ce qu'ils ont fait et ce qu'ils en ont déduit. Alors qui est le rapporteur ? On vous écoute.
415	A10	(A10 est le porte parole du groupe). Alors on a fait tourner l'arbre, et on en a déduit qu'il y a avait deux engrenages.
416	Estelle	Deux roues dentées…
417	A10	Deux roues dentées de même diamètre.
418	Estelle	Pourquoi de même diamètre ?
419	A10	Parce qu'à chaque fois on se retrouve à la même position, elles tournent à la même vitesse.
420	Estelle	Alors comment vous le savez ?
421	A10	Ben il y a un arbre qui fait un tour et un autre qui fait un tour aussi.
422	Estelle	Vous avez vérifié ça ?
423	A10	Oui.
424	Estelle	Comment vous avez vérifié ?
425	A10	Et bien j'ai fait un petit trait sur votre truc là, non je rigole c'est pas vrai !
426	Estelle	Alors regardez (Estelle fait la manipulation avec le groupe). Vous, vous regardez celui là, faites un tour. (Toute la classe observe et s'agite d'un coup, impossible d'entendre ce qu'ils disent).
427	A10	Donc les roues n'ont plus la même taille (rires). Celle-ci va plus vite que celle-là, donc on en déduit que celle-ci est plus petite que l'autre.
428	Estelle	Donc vous pensez que vous avez deux roues dentées, qui sont connectées l'une à l'autre dent à dent, c'est ce qu'on appelle un engrenage. C'est quand on a des roues dentées en contact, et quand l'une va entraîner l'autre. Donc là vous pensez que vous en avez deux, une qui est plus petite que l'autre et que la plus petite c'est celle qui est connectée à l'arbre.
429	A10	Oui, à l'arbre, pas au palmier.
430	Estelle	Voilà. Un palmier n'est pas un arbre.
431	A2	C'est une plante, c'est considéré comme un bananier, c'est considéré comme une plante.
432	Estelle	Voilà, bref. Vous dites que la petite roue est sur l'arbre parce quand il a fait un tour, l'autre n'a pas encore eu le temps de faire le tour. Et quand il y en a un qui tourne dans un sens, l'autre tourne dans le sens opposé. Vous avez vu ça ?
433	A10	Oui.
434	Estelle	A vous ! Vous allez nous raconter ce que vous en avez déduit de votre boîte, vous allez nous montrer votre boîte…

435	A3	Il pourrait y en avoir quatre non ?
436	Estelle	Il pourrait y en avoir quatre, tout à fait !
437	A6	(A6 est le porte parole du groupe). Alors nous déjà ça tourne dans le même sens. Donc il faut trois roues.
438	Estelle	Il faut trois roues parce que ça tourne dans le même sens…
439	A6	Un engrenage à trois roues, puisque la première roue entraîne la deuxième, donc ça s'inverse, et la troisième dans le même sens que la première. Et quand je tourne l'arbre, je fais un tour, le palmier ne fait que la moitié. Donc ça veut dire que celle-ci est plus petite et celle-ci est plus grande puisqu'il faut plus de temps pour tourner. La question qui nous restait c'est à quoi ressemble la roue du milieu ? Quelle taille a-t-elle, est-ce que ça a une importance ?
440	Estelle	Est-ce que ça a une importance ?
441	A6	Je ne pense pas.
442	Estelle	Vous ne pensez pas. Pourquoi vous ne pensez pas ?
443	A6	Euh… Je ne suis pas sûre.
444	Estelle	Bon ok (rires). Merci. A vous !
445	A3	(A1 est le porte parole du groupe). Quand on tourne la plante… Alors les deux tournent dans le même sens, quand on fait un demi tour avec la plante, on a un tour entier de l'arbre. Donc on a pensé qu'il y avait trois roues ou un nombre impair de roues, et de tailles différentes, avec une plus petite roue pour celui qui fait un tour entier. Celui qui va plus vite a la plus petite roue.
446	Estelle	D'accord. A vous !
447	A15	(A15 est le porte parole du groupe). On a la même chose qu'eux.
448	Estelle	Montrez moi alors.
449	A15	Alors ça tourne en sens inverse…
450	Estelle	Ah… Alors est-ce que c'est la même chose ?
451	A15	Ils tournent à la même vitesse...
452	Estelle	Vous ça a l'air de tourner à la même vitesse.
453	A15	Oui.
454	Estelle	Alors qu'est-ce qu'on en pense si ça tourne à la même vitesse ?
455	Groupe	Que les roues sont de même taille.
456	Estelle	Bon, alors vous voyez, vous avez identifié différentes choses là. Donc comment on fait pour savoir ? On peut regarder. Vous avez le droit d'ouvrir votre boîte. (Les groupes ouvrent leur boîte.) Alors ces engrenages on les trouve chez Bourrelier. Vous avez les plaques, les supports, et dedans vous glissez les roues. Alors c'est vrai que ça se casse assez vite, comme tout ce qu'on met dans les mains des enfants. Les petites sections casseront plus que les grandes sections, c'est toujours pareil. Mais vous pouvez racheter les pièces séparément. Une boîte complète, c'est 100 euros, et il y a une trentaine de roues dedans. Mais une boîte complète n'est pas suffisante pour faire travailler la classe, il en faut au moins deux. Donc il faut compter en investissement quand même 200 euros. Donc vous avez vu qu'il y a plusieurs choses à regarder. Il a fallu être attentif au sens de rotation, à la vitesse de rotation, et puis il y a le fait qu'elles soient en contact. Bon ça, avec les petits, on ne va pas commencer par la boîte ; on peut commencer par la boîte avec des cycles 3. Mais avec des petits, ça ce sera la fin. Donc la première chose, c'est toujours la même chose, on va les laisser tranquilles. On va leur donner le matériel, on va leur montrer comment ça marche, donc ils vont avoir des roues, ils vont les poser, et on va les laisser faire. Souvent ils veulent faire la course et ils veulent en mettre plein. (Estelle manipule en même temps.) Alors là si je les mets comme ça, ça tombe bien, ça marche. Mais il suffit de les décaler un peu, et il ne se passe rien. Donc la première chose déjà c'est se rendre compte qu'il faut les mettre suffisamment proches l'une de l'autre pour que l'une puisse entraîner l'autre. Là il y a du boulot déjà. Mais on va les laisser tranquilles faire, tranquilles jouer, et ils vont se rendre compte que suivant la taille des roues, il ne faut pas les mettre au même endroit à chaque fois. Donc ça c'est la première chose. Et puis ensuite, ce qu'ils vont faire, c'est qu'ils vont s'amuser à en mettre à la queue leu-leu et en mettre plein. Ils peuvent aussi s'amuser à en mettre plein et que ça ne roule plus.
457	Estelle	Alors ça roule toujours quand je suis en ligne, puis quand je les mets les unes au contact des autres, parfois ça bloque. (Estelle manipule des roues pour faire un engrenage.) Là typiquement, ça coince. Donc il y a des choses qui se passent là. Bon comment on fait pour décoincer ? On en enlève une. Et quand on en enlève une, ça roule. Au début on va on rester là. Puis donc première chose, déjà il faut qu'on les mette suffisamment près les unes des autres, on peut les dessiner. Pour les dessiner, on les prend, on les pose, on prend un

		crayon et on suit le contour. Puis on en met une à côté. Ça c'est pour les grandes sections, ou les moyennes. Et donc quand on va les dessiner il faut qu'elles soient suffisamment proches les unes des autres, parce que sinon ça ne va pas faire tourner. Donc voilà, il y a ce premier travail. Ensuite il y a le travail sur les sens, on va faire remarquer dans quel sens ça va. Alors ça, tourner dans un sens et puis dans l'autre, avec les petits c'est un peu costaud. Mais on peut y arriver en patafixant sur la roue un playmobil avec un bras levé, deux playmobils même. Au début, les deux playmobils ont le bras levé, et vous mettez aussi deux enfants avec le bras levé comme ça. Et on fait tourner, on regarde comment tournent les playmobils. Il y a les autres qui observent et les enfants doivent faire comme les playmobils font sur les roues.
458	A14	Euh ça c'est un peu compliqué !
459	Estelle	Ça c'est pour les grandes sections.
460	A14	Ah d'accord.
461	Estelle	De toutes façons les engrenages, avec les petits on découvre les choses, on fait juste rouler. Mais ils y arrivent les moyens, grands. Et donc on fait tourner et puis on voit, mais on les aide, on regarde les playmobils et on voit qu'il y en a un qui tourne comme ça, et l'autre qui tourne comme ça. Et à un moment, ils se voient le bout du nez l'un de l'autre ; et à un moment ils sont dos à dos. Et quand on a ce mouvement là, il y en a un qui tourne dans un sens, et l'autre qui tourne dans l'autre sens. Ça ne tourne pas dans le même sens. Donc, on tourne dans le même sens ou on ne tourne pas dans le même sens ? Ça, ça se fait en salle de motricité, vous pouvez faire ça en salle de sport, avec des signaux. Enfin, en gros, ils lèvent toujours le même bras, ils vous regardent tous, ils ont le bras levé, puis on tourne tous dans le même sens, on tourne tous dans l'autre sens, et puis ensuite on fait comme les engrenages.
462	A8	En théorie ils tournent tous dans le même sens (rires).
463	Estelle	Non, ils n'y arriveront pas tous, je suis d'accord.
464	A2	On leur dit "changez de sens", il y en a beaucoup qui sont…
465	Estelle	Non, ils n'y arriveront jamais tous, on est bien d'accord, mais de toutes façons, tout ce que je vous fait, ce n'est jamais 100 %. Le jour où vous aurez 100 %, il faudra m'appeler. Mais là, il y a une majorité qui peut y arriver. Donc on le fait pour cette majorité là, et pour le reste, ils suivent, et après, plus tard, ça rentrera. Mais en tous cas ils sont sensibilisés. C'est toujours pareil : il y a ceux qui captent, et ceux pour qui ça viendra plus tard. Donc ils tournent, et puis voilà.
466	A8	Ce que je voulais dire c'est que tout simplement, ça sera difficile de mener une activité comme ça, avec une moitié de classe, pas avec 25 ou 30 élèves. Parce que c'est pas une question de réussite ou non, c'est une question de, à 25 ou 30, on ne va pas réussir à faire passer la consigne à tout le monde.
467	Estelle	Si vous voulez, moi ce que je conseille, la plupart du temps, c'est les deux, c'est-à-dire qu'on fait un travail en collectif et ensuite en demi groupe, ou en ateliers. Et ensuite on repasse en collectif. Mais il faut jongler entre les deux, sinon je suis tout à fait d'accord. De toute façons 30 enfants, vous ne les verrez pas tous en même temps. Mais de commencer tous en même temps, le faire en moyens groupes, puis le refaire ensuite, ça rentre. Mais de toutes façons ça c'est des choses qu'on fait 5, 6, 10 fois. C'est pas en une fois que c'est rentré. L'objectif ça va être juste de comprendre que quand je fais tourner deux choses, il y en a une qui tourne dans un sens, et une qui tourne dans l'autre sens. C'est tout. Et après je peux aller plus loin si je peux dire comment je sais quand j'ai fait un tour. J'ai fait un tour quand je voyais un objet, et qu'au bout d'un moment je le revoyais devant moi. Là j'ai fait un tour. Donc moi je sais que j'ai fait un tour quand je vois le même repère au même endroit. Mais sur mes roues comment je peux savoir quand j'ai fait un tour ? On colle une gommette, on met une gommette sur le support et quand les deux gommettes se retrouvent face à face, elles ont fait un tour. Et donc je peux décider de faire faire un tour à une roue, et je regarde ce qu'il se passe avec l'autre. Au début, je fais le plus simple possible. Mais même je mets deux gommettes, un enfant qui fait tourner la roue bleue, un qui fait tourner la jaune, quand je fait tourner celle-là, l'autre elle a fait un tour. J'en ai pris une jaune mais qu'est-ce qu'il se passe si j'en prends une rouge ? C'est pareil. Qu'est-ce qu'il se passe si au lieu de faire tourner la verte je fais tourner la jaune ? Je me rends compte que c'est pareil. Ça ne dépend pas de la couleur, et ça ne dépend pas de laquelle je fais tourner quand les deux sont de la même taille. Puis évidemment, les enfants ne sont pas idiots, ils ont vu qu'il y en avait des petites aussi. Et qu'est- ce qu'il se passe quand j'en mets une petite ? Comment on fait pour savoir ? On essaye ! Et on se rend compte que quand je fais un tour avec la grande, la petite fait plus d'un tour. Alors le problème c'est qu'il n'y a pas le même nombre, enfin ce n'est pas pair donc...
468	A12	En fait il faut leur dire que quand la petite elle a fait un tour, la grande elle n'a pas fini.

469	Estelle	Alors voilà, quand le petite fait un tour, la grande n'a pas fini, ou quand la grande a fait un tour, la petite a fait plus de tours. Elle l'a dépassée, on a vu, on a mis les deux gommettes, elle a fait un tour puis elle est allée plus loin.
470	A2	Ça, ça va les étonner, que la petite aille plus vite que la grande. Ça va être dur à passer !
471	Estelle	Alors pour nous ce qui compte c'est dent pour dent. Quand je fais passer une dent d'un côté, je fais passer une dent de l'autre. Et donc mes machins avec trois roues, alors est-ce que ça change quelque chose ?
472	A6	C'est-à-dire que si on a une petite ou une grande ça ne change rien mais…
473	Estelle	Alors regardez ces deux boîtes, vous vous souvenez de la question du collègue ? C'était "la roue intermédiaire est-ce qu'elle change quelque chose ?" Là dans les deux j'ai d'un côté une grande roue, de l'autre côté j'ai une petite roue. Vous voyez, dans les deux boîtes, les deux extrêmes sont les mêmes. Ce qui change par contre c'est l'intermédiaire. Ici elle est petite et ici elle est grande. Si la roue du milieu a une influence, il ne devrait pas se passer la même chose quand je fais un tour d'un côté et un tour de l'autre. Donc on va le faire et vous allez regarder en même temps. Donc on va se mettre dans les positions de départ, en bas. Donc on fait un tour de grande, et on regarde ce qu'il se passe pour la petite. Je vais vous passer une des deux boîtes, ça sera plus facile. (Estelle manipule une boîte.) Elle a fait un tour trois quarts. A vous maintenant ! (A1 manipule l'autre boîte.) Elle a fait un tour trois quarts.
474	A8	Ah ça ne change rien alors.
475	A2	Ça ne change pas.
476	A6	Ça change si la roue intermédiaire n'est ni de la taille de la première, ni de la deuxième.
477	A2	Non, ça ne changera rien, puisqu'elle n'est pas raccrochée à un objet.
478	Estelle	Regardez (Estelle dessine au tableau.) J'ai fait des dessins. Une roue à 6 (dents), une roue à trois (dents). Quand la roue à trois fait un tour, la roue à 6 fait un demi tour. Maintenant je prends ma roue à 3, ma roue à 6, et je mets une roue quelconque entre les deux. Ici, quand je fais un tour, je fais passer combien de dents ?
479	Groupe	Trois.
480	Estelle	Je fais passer 3 dents. Du coup ici, sur cette roue là, qu'est-ce que je fais passer ? Je fais toujours passer 3 dents. Donc ici, qu'est-ce que je fais passer ?
481	Groupe	Trois dents !
482	Estelle	Trois dents.
483	A2	Du moment qu'il n'y a pas une figure qui dépasse, qui est plantée dessus, ça ne changera rien…
484	Estelle	Comme je fais passer 3 dents, c'est une histoire de dent pour dent. Donc peu importe l'intermédiaire puisque si j'ai 3 dents qui passent ici, à la sortie, j'aurai 3 dents aussi. Il n'y a que le sens qui change. Ça c'est cycle 3 hein.
485	A12	Ah ben heureusement parce que… (rires.)
486	Estelle	Mais pour les enfants, ce qu'on peut regarder c'est les sens de rotation, pour qu'ils se rendent compte que quand j'en ai deux qui tournent, elles tournent dans le sens opposé ; si j'en mets trois, la première et la troisième tournent dans le même sens, et même la cinquième, et puis la deuxième et la quatrième tournent dans l'autre sens. Alors là ça dépend jusqu'où vous voulez aller, mais on peut, comme ça, jouer assez loin, juste en regardant, en s'amusant et en bidouillant. Et on s'arrête là. On est sur de la découverte et on constate qu'il y a des choses qui n'ont pas d'importance. La couleur de mes roues n'a pas d'importance. La taille de mes roues, ça a de l'importance. Et le nombre de mes roues a une importance sur le sens. et puis on va s'amuser après à faire des chaînes très, très longues. Et là vous préparez tout un travail de cycle 3. Est-ce que ça va ça ? Oui ?
487	Groupe	Oui.
488	Estelle	Est-ce que vous voulez bien, s'il vous plaît, démonter les palmiers et les mettre dans la boîte comme ça je n'ai plus qu'à ranger les boîtes, merci. Donc on peut aller jusqu'aux boîtes avec des grandes sections. On a bien travaillé sur les roues avant, et ensuite on va sur les boîtes. On les rend attentifs à la vitesse et au sens. Je vous montre autre chose. Là c'est un peu une évaluation pour moi on va dire, je vais vous faire un travail sur les sabliers, sauf que volontairement, il y a des choses que je vais faire de façon très discutable. Donc je vais vous montrer des choses qui peuvent être discutables, donc ce que je vais vous proposer, c'est de m'arrêter à chaque fois qu'il y a quelque chose qui vous gène. Alors je vous montre déjà comment on fait des sabliers. Je vous explique déjà comment on introduit ça avec les enfants. En général on introduit ça en sport, en EPS, parce qu'on fait des choses où on a besoin de minuter le temps. Et comme on a besoin de minuter le temps, on peut introduire des sabliers. Alors moi là, j'ai les maxi sabliers, si vous n'en avez pas, on en fabriquera. Mais ceux-là, ils sont beaux. Alors minuter le temps avec les enfants, on sait tous que le temps ce

		n'est pas simple, on peut minuter de façons différentes. On peut se rendre compte du temps qui passe en chantant des chansons, parce qu'en général quand on chante, on prend toujours à peu près le même temps. Alors quelle chanson avez-vous envie de chanter ?
489	A2	Au clair de la lune.
490	A11	La fourmi !
491	Estelle	Tout le monde connait la fourmi ? Moi je ne la connais pas. Vous êtes prêts ? Comment je vais mesurer le temps avec ça ? Je retourne au moment où on commence à chanter. Un, deux, trois ! (Tout le monde chante la chanson une fois.) On recommence. (Tout le monde rechante la chanson, mais quatre fois d'affilée, au fur et à mesure qu'Estelle leur fait signe.)
492	A1	Ouf ! Cinq fois !
493	Estelle	Alors est-ce que les enfants vont chanter tout de suite ? Pas forcément. Il faut choisir une chanson dont le rythme est bien. Donc voilà, avec ce sablier là, on a pu chanter cinq fois la chanson. On va pouvoir se poser la question "est-ce que je peux fabriquer un sablier qui permet de chanter la chanson trois fois, deux fois, quatre fois ?" On peut se lancer comme ça. On peut avoir plusieurs sabliers déjà construits et constater la différence entre les deux parce que je les lance tous les deux en même temps, (Estelle retourne les deux sabliers) et puis il y en a un où j'ai chanté cinq fois, il est terminé, et celui-là, je peux encore chanter. On ne va peut être pas forcément le faire (rires), mais qu'on se rende compte de la différence. Mais là, du coup, quand celui-là s'arrête, celui-là continue. Donc les sabliers, je peux chanter plus ou moins longtemps, ça me permet de mesurer des durées. Et quand je joue, parfois j'ai envie que ça s'arrête vite, et parfois j'ai envie que ça s'arrête moins vite, donc les sabliers ça peut être pratique pour ça. Donc voilà, ça c'est le lancement du travail sur le sablier. A partir de là, on va construire notre propre sablier. Avec les petits, on ne va pas tout construire, on va arriver avec des choses déjà construites. Ça veut dire que vous avez, avant, récupéré plein de bouteilles et plein de bouchons. Et vos bouchons, soit vous avez une vrille, soit vous avez ça, ça s'achète chez Opitec, ce sont des emporte-pièces. Donc vous prenez un marteau, un emporte-pièce, un bouchon, je vais vous montrer, (Estelle perce le bouchon) et vous avez un beau trou bien net. L'intérêt de ces choses là, c'est que vous avez différentes tailles de trous. Mais au début, avec les petits, c'est tous les mêmes trous, la même taille de trous. Vous en faites deux de trous, un dans chaque bouchon, et vous les collez au pistolet à colle.
494	Groupe	Ah oui !
495	Estelle	Et du chatterton pour entourer. Et voilà, c'est fait ! Après vous prenez des bouteilles sèches, un entonnoir, du sable, je visse… Alors là, attention avec les enfants, parce qu'ils vont renverser, donc on prévoit un bac. Parce que même si on les fait réfléchir d'abord...
496	A5	Mais s'ils font ça, il faut les laisser faire ?
497	Estelle	Et bien ils vont le faire de toutes façons, ils vont se débrouiller et ils vont bien finir par comprendre qu'il faut visser. Donc ça veut dire qu'on a travaillé sur "visser / dévisser". (Pendant ce temps, Estelle a assemblé le sablier, puis elle le retourne.) J'ai pris un très petit trou.
498	A15	Et si on met du sel fin ?
499	Estelle	Ok, on est parti pour du sel. Attendez, je vide le sable.
500	A2	Ou du sucre…
501	Estelle	Le sucre marche mieux que le sel. Le sel, le problème c'est qu'il suffit que ça soit un peu humide, et il va coller. Alors, du sel ! Donc là je mets du sel, est-ce que ça marche avec du sel ? Donc oui ça marche, mais dès qu'il va être un peu humide…
502	A2	Et bien on met 3 grains de riz dedans et…
503	A6	Oui mais tes grains de riz ils vont boucher le trou (rires).
504	Estelle	Bon déjà, vous avez vu le sablier.
505	A2	Pas cher en plus !
506	Estelle	Pas cher, ça c'est le moins qu'on puisse dire. Mais il y a un problème quand même, je vous le dis, c'est qu'il faut en prévoir beaucoup plus que vous n'en donnez aux enfants. Parce qu'en vissant, dévissant, ils tournent les bouchons dans le mauvais sens, et ça les décolle. Donc c'est pas grave, vous remettez du chatterton, avec l'aide d'un enfant qui appuie sur le bouchon. Et quand ils sont suffisamment grands, ils le font tout seul. Donc on peut mettre du sable, c'est ce qui marche le mieux. Attention, vous voyez ce sable là, c'est presque du gravier ; là ici c'est du sable fin. Prenez du sable fin. Donc le sable fin, le sel ou le sucre. Il y a autre chose qui marche très bien aussi, c'est la semoule très, très fine. (Estelle fait l'expérience avec la semoule.) Donc je mets la semoule, je retourne, et ça marche très bien aussi. Donc on a vu qu'on pouvait faire varier la durée, c'est là dessus qu'on va travailler avec les enfants. Donc la première chose qu'on va faire avec les tout-petits, déjà, c'est qu'on

		ne va mettre qu'un truc. Pas le sel, le sucre, tout ça. On va mettre par exemple que du sable.
507	A2	On va varier les trucs.
508	Estelle	Et au tout début, la seule chose qu'on va faire, c'est, ils ont le sable, la bouteille, l'entonnoir, le bouchon, on les laisse faire. On les laisse remplir et vider. On les laisse découvrir ce qu'ils peuvent faire avec tout ça.
509	A1	Ah ben ils ne vont pas faire un sablier là !
510	Estelle	Mais si ! On va leur donner le bouchon et on va leur dire qu'il faut le mettre. Donc ils vont faire ça, ils vont jouer un peu.
511	A14	Ah, on ne met pas l'autre bouteille de l'autre côté ?
512	Estelle	Vous avez l'autre bouteille, s'ils veulent la mettre, ils la mettent, ce n'est pas un problème, ils font comme ils veulent. Mais on va les laisser tranquillement jouer, parce que d'une part, les enfants n'auront qu'une envie au départ, c'est jouer au sable.
513	A2	C'est remplir, transvaser, ils adorent les petits.
514	Estelle	Donc on va les laisser faire un peu et jouer avec tout ça. Puis une fois qu'ils en auront marre, on peut leur donner un sablier de référence, celui-là on ne le démonte pas, on le laisse comme ça. Et on va demander aux enfants de construire des sabliers qui durent moins longtemps que celui-là. Ça veut dire qu'ils vont tous le faire, ne comptez pas sur un travail de groupe là. Donc il faut plein de bouteilles, plein de bouchons avec les mêmes trous. Donc ça veut dire 30 fois ça si vous le faites tous ensemble. Sinon vous le faites par ateliers ou par demi-classe.
515	A3	Les bouteilles sont identiques ou pas ?
516	Estelle	C'est mieux de prendre des bouteilles toutes identiques, parce que comme ça, les bouteilles ne changent pas. Très bonne remarque. Et donc, je veux que vous me fabriquiez des sabliers qui prennent moins de temps, qui durent moins longtemps que celui qu'on a en référence. Comment on va faire pour savoir s'il dure moins de temps ? Il va falloir déjà, quand on a fabriqué son sablier, les retourner en même temps. Donc ça déjà ce n'est pas évident.
517	A4	Alors il faut en avoir plusieurs de référence.
518	Estelle	Un sablier de référence pour quatre enfants et on va l'organiser, c'est-à-dire qu'une fois que chacun aura fabriqué son sablier, on retournera tous les sabliers en même temps.
519	A2	On le fait par ateliers.
520	Estelle	Vous pouvez le faire par ateliers, c'est plus simple. Moi personnellement je le fais toujours par ateliers. Donc voilà. Et du coup on va se retrouver avec des enfants qui ont tous, donc on va dire que mon sablier de référence ça va être celle-là de bouteille, (Estelle fabrique le sablier de référence)... Alors regardez? (Estelle montre trois sabliers) j'ai mes trois bouteilles, ma bouteille de référence c'est celle qui est à gauche, je les retourne toutes en même temps, un, deux, trois (Les trois bouteilles sont retournées.)
521	A2	Qui est-ce qui gagne ? (rires)
522	Estelle	Alors voilà, les enfants vont dire ça aussi. Alors c'était les mêmes trous, on n'a pas discuté sur les trous pour le moment, on n'a pas joué sur les trous. Ça c'était mon sablier de référence. Donc les deux sabliers ont rempli le contrat. Ils ont réussi à durer moins longtemps que celui que vous aviez choisi. Mais il y a autre chose. Ils ne font jamais tout à fait la même chose, donc vous voyez qu'il y en a une (bouteille) qui en a plus (de sable) que l'autre. Et comme il y en a une qui en a plus que l'autre, il y en a une qui a fini plus tôt que l'autre. Et là on peut commencer à placer les choses. Si vous avez des bouteilles en plastique c'est facile, on voit bien ; c'est pour ça qu'il faut aussi des bouteilles identiques, celle qui en a le moins c'est celle qui prend le moins de temps pour finir de couler. Et celle qui en a le plus c'est celle qui prend le plus de temps pour finir de couler. Vous êtes d'accord avec ça ?
523	Groupe	Oui.
524	Estelle	Donc, attention à ce que je vous dis là, on le fait par ateliers et ensuite on le fait tous ensemble, tout le monde a trouvé la même chose. Tout le monde a trouvé que plus on met de matière, plus ça prend de temps pour couler. Est-ce que vous êtes d'accord avec ce que je viens de dire ?
525	Groupe	Oui.
526	Estelle	Et ben moi je ne suis pas d'accord.
527	A16	Euh non, non, non, non. Ça dépend du matériau qu'on met.
528	Estelle	Alors tout étant égal par ailleurs, et la matière étant la même dans plusieurs, plus il y a d'une certaine matière, plus ça prend de temps pour couler. Est-ce que vous êtes d'accord ?
529	Groupe	Oui.
530	A2	A trous identiques hein ?
531	Estelle	Trous identiques oui.

532	A9	Ce n'est pas que ça prend plus de temps pour couler, ça coule à la même vitesse ! Mais ça prendra plus de temps.
533	Estelle	Alors à la même vitesse je ne sais pas. La vitesse je ne sais pas comment je vais la mesurer, mais ça prend plus de temps. Par contre je ne suis pas d'accord avec votre accord justement, sur ce que je viens de dire. Je viens de dire que tout étant égal par ailleurs, plus j'ai de la même matière et plus ça prend de temps pour couler. Je l'ai dit mais je l'ai fait sur du sable. Je l'ai fait sur du sable et sur rien d'autre que du sable. Il aurait été correct que je dise que tout étant égal par ailleurs, plus je mets de sable, plus ça prend de temps pour couler. Si je dis "plus je mets de matière", il faudrait au moins que je vérifie avec autre chose que du sable.
534	Groupe	Et oui.
535	Estelle	Vous êtes d'accord ? On ne va pas faire avec de l'eau, parce qu'avec de l'eau ça ne marche pas.
536	A2	Et non il faut faire un trou dans la bouteille, s'il n'y a pas d'air qui passe, ton eau elle reste en haut.
537	Estelle	Donc si je dis "plus de matière" tout de suite, ce n'est pas bien, parce que j'ai juste fait avec du sable. Donc si je veux dire "plus de matière", il faut que je fasse la même chose avec de la semoule, avec du sel, éventuellement avec du sucre, et je me rends compte qu'à chaque fois, pour toutes ces matières là, plus j'en mets, plus ça prend de temps pour couler. Et là, à ce moment là, je peux dire que plus je mets quelque chose, plus ça prend de temps. Et pour l'eau ça ne marchera pas.
538	A11	Ah bon ?
539	Estelle	(Estelle fait la manipulation avec de l'eau.) Pour que ça puisse couler, il faut que je fasse un petit trou pour permettre à l'air de rentrer. Donc attention, plus je mets de matière, oui, mais quand c'est des matières en grains.
540	A2	Des matières qui laissent passer l'air.
541	Estelle	Voilà. Ça c'est pour vous, on ne va pas aller là-dessus avec les enfants. Donc on a travaillé, on a vu que plus on mettait de quelque chose, plus ça prenait de temps pour couler. On l'a fait sur plusieurs choses, sur du sel, du sable, de la semoule, tout ça. Donc là les enfants ont bien assimilé cette règle. Donc maintenant qu'on a vu ça, on arrive avec nos bouteilles à l'école...
542	A2	Et on va changer la taille des trous.
543	Estelle	Et voilà ! Donc ils l'ont bien compris ça, et on l'a vu sur plusieurs choses donc on a fait jouer quoi ?
544	A2	La reproductibilité.
545	Estelle	Ah bon ?
546	A1	Non, non, c'est la robustesse.
547	Estelle	Voilà.
548	A4	Parce que finalement on le fait sur combien de séquences ? Pendant combien de temps ?
549	Estelle	Là, il faut prendre du temps effectivement.
550	A4	Parce qu'il y a le moment de découverte…
551	A2	Mais on peut le suivre sur trois ans, comme nous on a un projet de sciences.
552	Estelle	Alors attendez, si je compte les temps. Une séance où on utilise les sabliers déjà faits, en sport, ça fait une séance. Ensuite une à deux séances où on les laisse patouiller, on les laisse avec le sable et tout ça, une à deux séances selon le niveau. Ensuite le défi, on construit de façon à ce que ça prenne moins de temps, deux séances ; une première séance où tout le monde le fait, et une séance où on en parle ensemble, et on se met d'accord sur le fait qu'on a tous fait la même chose. On n'a pas mis les mêmes quantités, on prend toutes les bouteilles et on peut même les classer. Donc ça c'est une à deux séances. Mais ce ne sont pas des séances longues.
553	A16	Donc on en est à cinq là ?
554	Estelle	Oui. Quatre ou cinq. On continue, une séance sur la semoule, une séance sur le sel…
555	A2	Et l'eau en dernier.
556	Estelle	Non, pas d'eau ! On continue avec la semoule ou le sel. A partir du moment où on a fini la semoule et le sel, on a construit "plus il y en a, plus ça prend de temps".
557	A8	Si on fait une séance sur la semoule et une séance sur le sel, on ne peut pas mettre ça en perspective avec ce qu'on a vu la semaine précédente, en disant que le sel ça coule plus ou moins vite que la semoule ?
558	Estelle	Non, non, non. Ils ont tous de la semoule, et ils ont tous du sel. Donc on a construit l'idée sur le sable, que plus je prends de sable, plus ça prend de temps pour couler. Je construis

		sur la semoule que plus je prends de semoule, plus ça prend de temps pour couler. On ne compare pas la semoule et le sel. Ça c'est pour les plus grands. Puis on construit avec le sel, que plus on met de sel, plus ça prend de temps pour couler. Une fois qu'on a fait tout ça, on a quatre ou cinq sabliers avec des quantités de sable différentes, j'ai les cinq sabliers avec les quantités de semoule différentes, pareil avec le sel. On les retourne tous en même temps, et on constate que dans les trois cas, plus j'ai de semoule, de sable, de sel, plus ça va prendre de temps ; donc plus j'ai de matière, plus ça prend de temps pour couler. Et là, ils l'ont fait suffisamment pour que ça soit acquis. Et là on arrive avec nos deux sabliers comme ça, et on leur demande "à votre avis, lequel va s'arrêter de couler le premier ?"
559	A12	Celui qui en a le moins maîtresse !
560	Estelle	Celui qui en a le moins ! Comment fait-on pour savoir ?
561	Groupe	On retourne.
562	Estelle	Et là les enfants très vite, se disent : "maîtresse t'as triché", "ou maîtresse, voilà, t'as triché". C'est-à-dire que "finalement c'est sans doute lui qui va s'arrêter le premier". Alors là je suis pas sûre parce que j'ai peut être pas assez joué de... Ça va se jouer juste là.
563	A2	Il fallait le faire plus gros celui-là.
564	Estelle	Ah quoi que… c'est discutable. Alors là évidemment les enfants ont gagné. (Estelle regarde l'écoulement des bouteilles). Bon en tous cas vous avez vu, il faut s'arranger pour ne pas faire les trous trop petits. Là j'ai pris des sabliers faits par mes stagiaires, je n'aurais pas dû. Il faut faire des trous suffisamment gros.
565	A2	Il coule mais très doucement.
566	Estelle	Oui, il coule mais très doucement. Donc vous voyez, c'est celui où il y en avait le plus qui a pris moins de temps pour couler, c'est-à-dire que c'est complètement contraire à tout ce qu'on a construit. Donc la maîtresse a triché. Oh mais c'est bizarre, une maitresse c'est magicienne. Mais pour qu'ils disent ça, et pour que ça les interloque, il faut qu'ils aient bien compris ce qu'il y avait avant. Parce que s'ils n'ont pas bien compris ce qu'il y avait avant ça va être pire. Donc vous voyez, ça il faut le faire une fois que c'est bien acquis sinon vous les embrouillez c'est juste ce que vous faites.
567	A1	Donc ce n'est pas la même largeur de trous.
568	A2	Ah c'est pas la même largeur de trous. (rires)
569	Estelle	Alors là évidemment les enfants flairent l'arnaque : "là maîtresse tu as triché, il y a un truc", d'accord mais qu'est ce que ça peut être ? Comment on va faire pour savoir ? Il faut ouvrir. Donc on va ouvrir les sabliers. Alors vous voyez, le problème c'est qu'il mettent toujours du sable partout parce qu'il en reste toujours un peu dedans. Il y aura toujours quelqu'un pour nettoyer...
570	A3	On peut le remettre dedans mais si ce n'est pas le même sable…
571	Estelle	Si, si, c'est le même sable. Bon alors on peut regarder le sable et on voit que c'est le même. Mais les enfants ne sont pas idiots, ils vont voir qu'il y a un petit problème (Estelle montre les bouchons), les trous ne sont clairement pas les mêmes. Du coup quelle est la suite de la manœuvre ? Ah et bien sans doute, que ça dépend de la taille du trou. Alors comment on peut faire maintenant pour voir si ca dépend de la taille du trou ?
572	A16	On va prendre la même quantité de sable.
573	Estelle	On va prendre la même quantité de sable dans les deux bouteilles et puis on va voir ça. Mais dites donc, qu'est-ce qu'on avait déjà fait avant ? Est-ce qu'on avait vérifié que quand on avait les mêmes trous et qu'on mettait la même quantité de sable ça prenait le même temps ? Non, on l'a pas fait ça. On a oublié. Alors c'est peut être l'occasion de le faire. Si je prends les même trous et que je mets la même quantité de sable, est-ce que ça prend la même durée pour couler ? Bon et bien il faut peut être vérifier. Là je prends les même trous, on voit que c'est les mêmes, puis je mets la même quantité de sable. Alors, comment on fait pour mettre la même quantité de sable ?
574	A2	Je prends un autre récipient, un verre ou n'importe quoi.
575	Estelle	Je prends deux bouteilles identiques, et je prends une mesure. Alors une mesure ça peut être ma cuillère. Et puis donc j'y vais… (Estelle remplit la bouteille.)
576	A9	Mais rase, rase, il faut qu'elle soit bien remplie ! En tout cas il faut qu'on se mette d'accord.
577	Estelle	Ah, bien !
578	A2	Ou alors je prends un gros bouchon de lessive, et on le remplit à ras bord.
579	Estelle	Donc voilà, on se met d'accord sur "comment on doit remplir". Ou on remplit à ras bord ou on remplit ras mais en tous cas on se met d'accord sur la façon dont on remplit. Pour être sûr de mettre la même chose. Donc j'ai mis une cuillère rase, voilà pour une. Vous voyez ce qui est pénible pour vous c'est que vous auriez bien envie de le faire et puis c'est moi qui fais, mais bon là je suis désolée. Donc voilà j'ai mis la même quantité. (Estelle compare les 2

		bouteilles). Ce que je fais maintenant c'est que je rebouche.
580	A9	Et c'est là qu'on peut essayer sur la poulie pour voir si c'est équilibré ou pas.
581	Estelle	Ah effectivement, tout à fait, on peut réinvestir. Donc on prend deux bouteilles pareilles et puis on va faire la même chose mais on va changer les personnes qui vont le faire. (Estelle demande à deux personnes de retourner les sabliers.) Allez-y. Alors attention. Un, deux , et trois (Deux enseignants retournent les bouteilles), et on va regarder ce qu'il se passe. Est-ce que tout le monde voit ? Il faut que tout le monde puisse voir.
582	A2	Et il faut vérifier que les deux trous ont été faits avec le même emporte pièce.
583	Estelle	Oui, ça a été le cas. Alors ça va être à peu près. Alors si on les retourne maintenant dans l'autre sens, parce que est-ce que ça marche de la même façon dans les deux sens ? Vous êtes prêts ? Un, deux, trois (Les deux enseignants retournent à nouveau les bouteilles, tout le monde observe). Donc vous voyez, j'ai compté un, deux, y a deux secondes à peu près de décalage entre les deux. Donc c'est presque la même chose. Ça veut dire que là, on va être dans du "presque". Là on est dans du "presque" avec un, deux, c'est-à-dire que si on voulait être rigoureux...
584	A8	Il ne faut pas le faire avec les enfants en fait (rires).
585	Estelle	Alors, est-ce qu'il faut le faire avec des enfants ?
586	A1	Ben non puisque c'est "presque". Il y en a un qui est plus rapide que l'autre.
587	Estelle	Alors, qu'est ce qu'on pourrait dire ?
588	A1	Qu'il y en a un, qui a peut être, dans la cuillère rase, qui a eu un peu plus de sable que l'autre.
589	Estelle	Alors voilà, c'est pas forcément facile d'avoir tout à fait la même quantité de matière. C'est pas inintéressant de faire réfléchir les enfants sur la façon dont ils ont su percer les choses. Ceci dit c'est lequel qui prenait le plus de temps pour couler ? C'est celui-là. Donc peut être que si j'en rajoute un tout petit peu je peux améliorer les choses, je peux éventuellement l'améliorer.
590	A5	Oui mais si vous en rajoutez, ils vont dire que c'est pas bon.
591	Estelle	Oui mais c'est parce qu'il m'en manquait un petit peu.
592	A2	Mais là, il en restait un peu sur le rebord.
593	Estelle	Il peut en rester sur le rebord. Alors ce qu'on pourrait faire, c'est le refaire avec une autre bouteille et on peut recommencer. On reverse une cuillère, on recommence, et on voit. Et peut être qu'on va voir s'il faudra un tout petit peu plus de temps. Il faut que les trous soient identiques, il faut qu'il y ait vraiment la même quantité de sable, il suffit que ça n'ait pas été bien collé pour que ca change un petit peu les choses. Mais ça ce n'est pas très grave.
594	A11	Mais ça doit être difficile de faire ca.
595	Estelle	Ah ! Un sablier, c'est quoi le principe du sablier. Le principe du sablier à la maison c'est que quand je le retourne ça prend toujours la même durée pour couler. Et là je peux le refaire hein, on ne l'a fait qu'une fois. On rechante un autre chanson ? (Les enseignants rient.) Vous savez ce qui va se passer ! Le principe du sablier c'est comme ça. Ça veut dire que mon sablier à moi, donc ça on peut le faire avec des chansons, on peut le faire plusieurs fois, donc ça c'est mon sablier tout beau, c'est bien comme il faut. Là c'est des sabliers fabriqués, et bien ils ont des petites imperfections. Il faut en être conscient. Mais ils vont le dire tout seul hein : "on n'a peut être pas bien mis dedans". Voilà, donc c'est presque la même chose, on dit "presque". Et puis maintenant qu'on dit "presque", donc on a vu que si on mettait la même chose ou presque, on avait presque la même chose, et bien si je ne fais carrément pas la même chose, j'ai tout différent sauf que là je vais prendre...
596	A13	Et bien sinon on remplit la bouteille à fond. On remplit la bouteille jusqu'en haut, au moins on est sûrs de la quantité.
597	Estelle	Je mets un petit bouchon maintenant. Alors on peut mettre une balance si on veut être plus précis, tout à fait, alors vous voyez qu'on peut aller plus loin. Là on a mis la même chose. Allez-y. Donc là regardez, j'ai quasiment la même cuillérée et puis par contre j'ai pas les même trous, donc là on a mis la même quantité, et qu'est-ce qu'on pense ? Qu'est-ce que vous pensez vous ? C'est que celui avec le trou le plus gros va prendre moins de temps, non pas ira plus vite mais va prendre moins de temps. Allez. Un, deux et trois. (Un enseignant refait l'expérience). C'est celui avec le bouchon bleu plus gros qui prend le moins de temps pour une même quantité. Alors voilà, là c'est fini et ça continue de couler tout doucement. Et là si vous voulez, on est en train de commencer un travail un peu plus sophistiqué je dirais, en terme d'expérimentation qui est que, pour pouvoir comparer la taille des trous, il faut que tout le reste soit pareil, c'est-à-dire la même quantité de matière. Parce que sinon, c'est ce qu'on a fait tout à l'heure, "maîtresse t'es magicienne", on ne peut pas savoir.

598	A16	Mais même si on fait une perforation avec plus ou moins de pression il va y avoir peut être à quelques millimètres près, une différence dans la taille des trous.
599	Estelle	Ah oui ça c'est sûr. Ça fait dans le "presque". Mais là c'est pas du presque entre les deux. (Estelle montre les deux bouteilles). Donc ça c'est le travail sur le sablier. Donc vous voyez quand on travaille sur le sablier, qu'est-ce qu'on travaille là dessus ?
600	A9	La robustesse !
601	A12	Primauté de l'expérience..
602	Estelle	Donc primauté de l'expérience, oui. Sur le discours, en particulier là au tout début ou plutôt à la fin, quand vous introduisez les deux bouteilles, et bien il y a un discours qui est très visible de la part des enfants : c'est celui où il y en a le plus qui va prendre le plus de temps et puis on va essayer sinon. Du coup qu'est-ce qu'on constate ? On constate qu'il y a un truc auquel on n'avait pas pensé, qui était la taille du trou, ça a une importance. C'est-à-dire que dans les paramètres essentiels, quand on va parler, si on fait la reproductibilité, il faut penser à la taille du trou. On n'avait pas pensé à la taille du trou mais la taille du trou elle compte, il faut y penser, c'est l'exhaustivité si on veut être très sophistiqué. Est-ce qu'on a travaillé sur la reproductibilité ?
603	Groupe	Oui.
604	Estelle	Nous ici, pas vraiment mais dans la classe oui parce qu'on va tous constater la même chose sur des sabliers différents. La robustesse ?
605	A2	Oui, c'est quand on a changé la taille…
606	Estelle	La robustesse, c'est aussi quand on a changé les matériaux et qu'on a vu qu'on pouvait couvrir quelque chose de général : "plus il y en a, plus ça prend de temps". Ok . Est-ce qu'il y a d'autres choses que vous voyez qu'on a faites ? Vous voyez le travail sur les sabliers, vous travaillez plein de choses. Et ça les enfants, autant vous le dire, ils adorent, ils en mettront un peu partout, mais ça ils adorent. Il est quelle heure là ? Ce que je vous propose c'est 10 minutes de pause. (Les enseignants sortent de la pièce puis reviennent 15 minutes plus tard). On va commencer avec le plus difficile. Alors on reprend. Alors je vous montre les tubes. Je voulais vous montrer deux choses, on n'a plus vraiment le temps donc on va aller très, très vite. Je voulais vous montrer un truc sur les cinq sens. Parce que souvent sur les cinq sens on fait un peu de "patouille", mais on peut aller plus loin. Donc déjà des choses sur le toucher. Sur le toucher il y a des choses que vous connaissez. Ça, ça vous dit quelque chose hein ! Alors ça c'est des boîtes.
607	A2	On peut le faire avec un petit sac aussi.
608	Estelle	Oui, ou avec un petit sac. L'intérêt des boîtes à deux trous, c'est qu'on peut mettre des choses différentes de chaque coté, et puis on peut avoir différentes étapes. On a l'étape où on des objets visibles, des objets cachés, et puis on touche et on doit identifier le même objet : "c'est pareil, c'est pas pareil". Après on peut travailler sur la texture, donc là on extrait, des objets, une caractéristique, c'est la texture. Et là on a "c'est doux, c'est piquant". On peut les mettre tout simplement dans des boîtes comme ça (Estelle montre des boîtes à chaussures trouées des deux côtés). On peut travailler aussi sur les formes, donc là on a des objets en double exemplaire. Des billes, des cubes, et puis il y en a qui sont visibles et d'autres pas, et on identifie les même formes. Bon c'est essentiellement ça qu'on peut faire. On peut aussi, si vous avez ce genre de jeu, le domino tactile, on met les dominos dans le sac, puis je touche, les enfants peuvent jouer, tout seul en autonomie, ils prennent, ils disent "je pense que c'est celui-là", ils le sortent, ils regardent. Vous voyez il y a plein de jeux comme ça, mais ça je ne vous en parle pas plus parce que je sais que vous savez le faire. Il y a un truc rigolo par contre, ça je vous en parle parce que souvent on pense que toucher c'est avec les doigts, mais on peut effectivement toucher avec les pieds. (Estelle prend des tapis). Alors là, j'arrive avec du matériel lourd, tout en double. Au début on ne bande pas les yeux, puis on bande les yeux. Les enfants peuvent jouer en autonomie. On fait un chemin pour chaque pied, et c'est pareil, sur un pied sur l'autre. Donc il y a un enfant qui a les yeux bandés et deux autres enfants qui le tiennent pour qu'il avance et puis les enfants qui ont fait le parcours changent, les enfants changent de parcours comme ils le veulent. J'ai des tapis comme ça (Estelle montre plusieurs sortes de tapis et dispose les tapis par terre).
609	A14	Il y a des dalles aussi qui existent.
610	Estelle	Oui, sauf que les dalles coûtent 80 euros, et ça c'est 2,50 euros… Donc les enfants enlèvent leurs chaussures, ils ont les yeux bandés, ils avancent sur les deux tapis, ils disent si sous les deux pieds ils sentent la même chose ou pas : "c'est pareil, c'est pas pareil". Ils peuvent même quand ils connaissent un peu, dire "c'est le tapis de bain", "c'est le paillasson". Mais voilà. Et on continue d'avancer, "c'est pareil, c'est pas pareil". Donc les enfants suivent le chemin. Ils ont fini le chemin, ils se sont trompés, ils ne se sont pas trompés, s'ils ne se sont pas trompés, bravo. On enlève le machin (bandeau) pour les yeux, un autre enfant met le machin (bandeau) pour les yeux et pendant ce temps là les autres ils sont autour, changent

		le parcours et on recommence.
611	A10	Où est-ce que vous placez le semblable ?
612	A2	Ben n'importe où !
613	Estelle	Oui, n'importe où (Estelle déplace les tapis pour faire un exemple). Il suit le chemin qu'il fait et il dit "pareil, pas pareil". Ça c'est un atelier pour un petit groupe , mais un petit groupe en autonomie. Vous avez les huit autour hein. Qui juge si c'est pareil ou pas pareil ? C'est les autres quand ils sont autour et qu'ils voient. D'accord ?
614	A2	Oui mais une grande section, parce que les petits déjà avec les yeux bandés….
615	Estelle	On le fait, on le fait avec. Il faut de l'espace, ça peut se faire dans la salle de motricité, déjà pendant que vous travaillez plus spécifiquement avec un groupe, les autres font ça. Vous ne pouvez pas contrôler. Vous ne pouvez pas savoir s'ils ne se sont pas trompés. Mais simplement vous avez tous les autres qui sont capables de dire "pareil, pas pareil". En général les autres enfants ils sont à côté.
616	A8	Oui mais s'ils ne voient pas, par exemple là, ils peuvent dirent que c'est différent, et les copains qui regardent…
617	Estelle	Mais les copains ils savent parce qu'on a travaillé dessus un peu avant, parce qu'on a touché et qu'on a dit que c'était pareil.
618	A8	Oui mais visuellement, la couleur n'avait rien à voir avec…
619	Estelle	Et effectivement, là du coup il y a le coup des couleurs, et les couleurs c'est important pour le toucher ? Et bien peut être pas. Alors si vous avez des classes faciles... (Estelle va chercher des plaques tactiles). Les plaques tactiles, c'est intéressant, c'est la même chose. C'est intéressant si on en a deux lots identiques. Parce qu'il faut avoir les deux pareils sinon c'est pas drôle. Donc il faut deux lots, encore une fois.
620	A13	Ça c'est cher, c'est 80 euros le lot ?
621	Estelle	C'est 60 euros. Vous prenez du contreplaqué, vous faites découper des plaques de contreplaqué, vous collez dessus des morceaux de moquette, de tout ça et puis c'est terminé. Là ce qu'on peut faire, c'est travailler sur les mains et les pieds. C'est-à-dire qu'il y a un enfant qui met ses pieds sur une plaque et vous avez les autres enfants autour qui lui tendent les différentes plaques. Comme ça tous les enfants ont une plaque, ils ont tous quelque chose. Les différents enfants qui ont une plaque, et bien, ils lui tendent, l'enfant touche avec la main et il dit si c'est pareil que ce qu'il a sous les pieds ou pas. Vous voyez, "pareil, pas pareil que ce qu'on a sous les pieds". Et c'est facile de vérifier. Alors oui on enlève les chaussures, on remet les chaussures. Donc voilà, on peut faire ça sur le toucher. Ce que je voulais vous montrer aussi c'était le travail sur le son. Et là c'est mes fameux tubes. Est-ce que vous voulez bien distribuer les tubes, les trois personnes à coté en rouge, enfin les trois personnes qui ont le même tube à chaque fois côte à côte. (Deux enseignants distribuent les tubes). Bon, vous avez fait de la musique ?
622	Groupe	Oui !
623	Estelle	On vous a appris les gestes de direction ?
624	Groupe	Oui !
625	Estelle	Alors je ne sais pas les gestes qu'on vous a appris, mais y a un geste sans doute qui est celui-ci (Estelle remue le bras gauche). Alors vous avez vu qu'ils n'avaient pas des taille identiques, (Estelle montre deux tubes aux enseignants) alors ce qu'on va faire, c'est que je vais montrer du doigt une couleur et à ce moment là tous les gens qui ont la même couleur vont taper, alors vous remarquerez quand même qu'ils sont fermés et il y en a qui ne sont pas fermés et on n'entend pas la même chose. Alors je vais montrer du doigt la couleur qui va jouer, d'accord ? Vous êtes prêts les rouges ? (Estelle indique la couleur avec son doigt et les enseignants jouent). Un, deux et à trois vous tapez ! Ça serait bien que vous tapiez en même temps ! Un, deux, trois (Les enseignants tapent, tout le monde rit). Ça fait exactement la même chose avec les enfants. Non, on ne tape pas sur la table, on tape avec la main comme ça (Estelle tape sur le tube avec sa main). Allez-y ! (L'enseignante tape et ça ne fait rien). Donc vous voyez, vous ça ne fait rien. Donc quand vous achetez ces tubes là, vérifiez qu'ils aient l'embout, sinon ce que vous faites c'est que vous tapez sur la main ou vous mettez du chatterton, mais le mieux, c'est l'embout.
626	Estelle	Alors, je vais juste faire jouer pour le moment les gens qui ont l'embout noir, d'accord ? Donc on va commencer par vous (La personne joue). Voila, maintenant on va prendre vous (La personne joue). Stop. Vous (La personne joue). Vous (La personne joue). Noir, noir.
627	A16	Oh pardon!
628	Estelle	Vous (La personne joue). Stop. Ok. Vous (La personne joue). Aller oui en vert, en vert (La personne joue). Ok. Vous en violet (La personne joue). A vous (La personne joue). Et vous (La personne joue). Ok. Maintenant que j'ai repéré les notes, on y va, on recommence une fois. Le rouge d'abord, le rouge c'est un Do, ensuite l'orange, Ré, ensuite le vert, Mi (Rire

		général), Fa. Sol, alors c'est vous la bas peut être? Vous ça doit être le Sol. Allez-y. Ça c'est un La. Le Si il est là. Ça c'est un Si. Et vous, vous avez le Do. Alors vous avez un tout petit groupe d'enfants. C'est-à-dire que vous avez autant d'enfants que vous avez de tubes quasiment, donc vous faites en atelier. Vous leur montrez les choses et on va voir ce que ça fait. Alors attention soyez réactifs ! Je fais un signe et vous tapez. D'accord ? (Chacun tape après le signal). Do, Ré, Mi. J'ai du bon tabac dans ma tabatière. On fait frère Jacques (Pagaille générale), non, non, non, on recommence. (Chacun tape après le signal). Frère Jacques , frère Jacques, dormez-vous, dormez-vous (rires), sonnez les matines, ding ding dong. Vous voyez ce qu'on peut faire? Ce qui est intéressant avec ça, c'est que...
629	A3	On peut montrer les couleurs !
630	Estelle	Voilà, on a une ligne de couleurs, et il faut montrer les couleurs. Posez tous vos tubes sur la table. Qu'est-ce qui change d'un tube à l'autre à part la couleur ?
631	Groupe	La taille.
632	Estelle	La taille. Et les plus grands sont les plus…
633	Groupe	Graves !
634	Estelle	Et les plus petits sont les plus…
635	Groupe	Aigus !
636	Estelle	Voilà. Donc on a les plus grands qui sont les plus graves, et les plus petits qui sont les plus aigus.
637	A2	Comme la flûte de Pan.
638	Estelle	Alors je vous ai apporté autre chose, regardez. Ça s'appelle un pic à brochette. Et qu'est-ce que je vais faire avec ça ?
639	A2	Et avec les verres d'eau aussi.
640	Estelle	Ecoutez (Estelle fait des sons avec les pics à brochette sur la table, selon s'ils sont plus ou moins près du bord.) On peut le faire avec des tiges, on a les xylophones aussi. Le xylophone, plus c'est grand, plus c'est grave. Vous en êtes convaincus ?
641	A2	Oui, oui.
642	Estelle	Donc à partir de là, on peut travailler sur différentes choses. On peut utiliser les tiges en bois, les tubes en plastique… Alors ça, pour information, chez Bourrelier c'est 80 euros, chez Woodbrass, qui est un spécialiste de musique, c'est sur Internet, c'est 40 euros. Les tiges en bois ça ne coûte rien, c'est chez Opitec, l'ensemble ça coûte 10 euros. Ils vendent du bois, des piles, du fil électrique, ils vendent tout ce qu'il faut pour le bricolage. Ils vendent des poulies aussi. Donc quand on travaille sur les sons, on peut travailler sur grave / aigu, et on peut construire quelque chose qui est quand même assez général c'est que plus c'est grand, plus c'est grave, pour un même ensemble ; pour des tubes, pour des bouts de ferraille, etc. Si vous achetez des clés anglaises de toutes les tailles, vous les attachez à une ficelle, vous tapez avec une petite baguette sur chacune à leur tour et les plus grosses sont les plus graves. (Estelle prend des pots de plantation en terre). C'est pareil ici avec mes pots, on peut aussi travailler avec les pots.
643	A2	Moi j'avais travaillé avec les verres d'eau plus ou moins remplis.
644	Estelle	Et on peut travailler aussi avec les verres d'eau, mais en grande section ; avant ils ne comprennent pas. Effectivement vous prenez des verres que vous remplissez avec plus ou moins d'eau, ou des bouteilles. Dernière chose dont je voulais vous parler, c'était ombre et lumière. Pour ombre et lumière vous avez différents types de travail et je vais vous reprendre sur les choses que vous dites, et que je préférerais que vous ne disiez pas. Alors déjà, si vous voulez associer un travail sur l'éducation à la santé, et sur ombre et lumière, vous avez ce livre, vous n'êtes pas obligés de l'acheter, ça s'appelle "Vivre avec le soleil", toute la séquence est complètement en ligne, avec deux autres séquences qui sont celles-ci : "Manger, bouger pour ma santé", et vous en avez une autre sur les composteurs aussi.
645	A4	Et c'est quel site ?
646	Estelle	Vous tapez www.passerelles.info, et vous accédez au site, et sur le site, vous accédez directement aux séquences. Vous avez toute une séquence sur ombre et lumière. Simplement, c'est cycle 1, cycle 2, cycle 3, donc vous c'est cycle 1. Pour la faire vous avez besoin d'un matériel particulier qui s'appelle du papier UV, je vous montre. Et s'il y en a qui le font, je vous en donne.
647	A9	Je l'ai fait moi, et en fait pour le département 06, ils n'envoient pas.
648	Estelle	Si, si, ils envoient le papier…
649	A9	Parce qu'après du coup, j'ai mis un autre département et on a accès, on peut donner l'adresse. Mais au début, ils disent "désolé, pour ce département…"
650	Estelle	Oui, parce qu'en fait le département ne finance rien du tout, mais j'en ai quelques uns pour ceux qui veulent le faire. Ce papier là, on le colle où on veut, au début c'est bleu clair, puis

		on va le laisser au soleil, donc ça il faut le faire en été, pas en hiver, et en été ça réagit aux UV. Et plus il y a d'UV, plus ça devient bleu. Et quand ça devient "bleu pétard", c'est le coup de soleil. et donc on peut travailler la protection solaire, c'est-à-dire à quel moment de la journée ça devient le plus vite bleu ? C'est-à-dire qu'il y a des moments de la journée où il ne vaut mieux pas aller au soleil, plutôt que d'autres ; typiquement entre midi et 16h. Et on peut regarder ce qui nous permet de nous protéger. Si je mets ce papier sous un tissu, et un autre sur la peau d'une poupée par exemple, je vois que sous le tissu ça ne change pas de couleur alors que sous la peau ça devient "bleu pétard". Je mets sur le papier, de la crème solaire, et je vois que le papier est un peu moins "bleu pétard" que si je n'ai pas mis de crème. Puis je le mets au niveau des yeux, derrière une paire de lunettes de soleil, et je vois que les lunettes de soleil, si ce sont de bonnes lunettes de soleil, protègent. Et si j'en mets un à l'ombre d'un chapeau et un pas à l'ombre d'un chapeau, je vois que ça bleuit plus ou moins. Donc on travaille sur ombre et lumière, et en même temps, on travaille sur l'éducation à la santé.
651	A12	Comment ça s'appelle votre truc ?
652	Estelle	C'est du papier UV.
653	A1	Et ça s'achète où ?
654	Estelle	Ça ne s'achète pas justement. Moi je vous en donne, et ça se demande sur un site qui s'appelle www.soleil.info. Et effectivement quand vous y accédez, ils vous disent qu'ils sont désolés mais ils n'enverront pas le livre, donc il ne faut pas demander le livre. Par contre, il faut cliquer sur l'endroit où il y a juste le papier, et là normalement ils vous l'envoient, ou alors ils vous demandent une enveloppe timbrée, et ils vous l'envoient.
655	A6	Combien ils en envoient ?
656	Estelle	En général ils envoient une à deux feuilles. Et après tout est expliqué dans le guide. Mais fait attention aux minutages quand même. Il est écrit de toutes façons dans le livre, qu'il faut toujours essayer soi-même avant de se lancer, c'est logique.
657	A2	Et du type de peau aussi, un enfant noir...
658	Estelle	Non, là les papiers c'est dehors. Donc il faut savoir que si vous faites ça au mois de mai / juin, en 10 minutes, à 14h, c'est le moment où le soleil est le plus haut dans le ciel, ça devient bleu "pétard" en moins de 10 minutes. Donc c'est 10 minutes le temps maximal pour observer les choses. Parce que ça tape sacrément ici.
659	A2	Et puis ça dépend surtout du type de peau.
660	Estelle	Mais ça c'est autre chose. Là je vous parle du papier. Alors effectivement, dedans il y a une partie où on parle de la couleur de la peau, selon la couleur de la peau, on peut rester un petit peu plus ou un petit peu moins. (Estelle montre un exemple dans le livre.) Là on commence avec une banane. On met une banane au soleil et on voit que sa peau noircit.
661	A2	Je vais vous poser une question là-dessus…
662	Estelle	Parce qu'évidemment on ne va pas tester avec sa peau.
663	A2	Mais pourquoi justement, on dit que le noir ça attire la chaleur, mais pourquoi la peau noire est-elle protégée ?
664	Estelle	Déjà, j'entends une chose que je corrige tout de suite : "le noir attire, le blanc repousse", non. Le noir absorbe plus que les autres couleurs. Ça vous regarderez dans mon livre pour ceux qui l'ont, c'est dans "chauffer l'eau au soleil". Le noir absorbe.
665	A2	Alors pourquoi la peau noire est-elle plus résistante ?
666	Estelle	Alors ça c'est autre chose, c'est en termes de pigmentation. Là c'est autre chose, le noir absorbera plus que le blanc de toutes façons. Donc le petit bonhomme qui est noir absorbera plus que le petit bonhomme qui est blanc.
667	A2	Donc sa peau chauffera plus…
668	Estelle	La peau chauffera plus, simplement c'est autre chose, c'est que la pigmentation, ça vous protège des rayons UV. C'est-à-dire que suivant la couleur de votre peau, les UV abîment plus ou moins votre peau. C'est une question d'abîmer. Et quelqu'un de noir sera moins abîmé tout de suite par les UV que quelqu'un de blanc, parce qu'il les absorbera moins.
669	A2	Mais il sera plus chaud.
670	Estelle	Oui, il sera plus chaud mais on ne peut pas le savoir puisqu'on est thermo-régulés. Donc il ne sera pas plus chaud de toutes façons.
671	A11	Il transpire plus alors.
672	Estelle	Alors ça c'est compliqué, c'est de la biologie, je ne sais pas, je ne vais pas vous dire de bêtises. C'est compliqué, ça j'en suis sûre !
673	A11	Et pour revenir à la banane, vous mettez le papier sur la banane ?
674	Estelle	Non, la banane c'est en introduction. Un petit, si vous lui donner directement le papier en

		lui disant que c'est comme la peau, il ne va pas comprendre. Les petits ont tous quasiment, hélas, déjà pris un coup de soleil, donc ils savent que le soleil ça peut brûler.
675	A15	Oui mais ça devient rouge, pas bleu.
676	Estelle	Oui ça devient rouge et pas bleu (rires). Alors on va regarder une banane qui est déjà assez mûre, on va la couper, on va en garder une partie dans la classe, et on va mettre l'autre partie au soleil. Et au bout de trois ou quatre heures, quand elle est restée au soleil, la peau de la banane devient très noire. Celle qui est dans la classe n'a pas noirci. Ça veut dire que le soleil a changé la couleur de la peau de ma banane, comme il change la couleur de ma peau quand je vais au soleil. Mais la banane ce n'est pas pratique donc on va utiliser autre chose qui est comme la banane qui change de couleur, qui est comme ma peau qui change de couleur, et ça va être le papier. C'est l'introduction, c'est le petit pas qui permet que les enfants comprennent l'intérêt du papier. Parce que s'ils ne comprennent pas l'intérêt du papier, ça ne sert à rien de le faire.
677	A2	Il faut dire que c'est un papier spécial.
678	Estelle	Donc c'est un papier qui est comme la peau de la banane, qui est comme ma peau à moi, qui change de couleur suivant la quantité de soleil qu'il reçoit. Et quand il devient très bleu foncé, c'est comme quand ma banane devient très noire, c'est comme quand moi je brûle au soleil, c'est pas bon. Voilà, tout simplement. Dernière chose sur ombre et lumière...
679	A4	Et ça marche pendant combien de temps ça ?
680	Estelle	Une fois que ça a été utilisé c'est terminé. On le re-protège pour pouvoir comparer. Parce que, tant qu'il prend des UV, il change de couleur. Et puis une fois qu'il est bleu "pétard", il est bleu "pétard" et c'est terminé. Donc si on veut comparer le matin, le midi et le soir, parce que le matin et le soir, des UV on en a moins, il faut qu'on garde la même durée, 10 minutes, ça c'est vous qui allez le dire, donc on met 10 minutes, on protège avec un carton, ou avec un papier dessus, on le garde à l'ombre dans la classe, puis l'autre 10 minutes, etc, et on compare les couleurs à la sortie : bleu clair le matin, bleu "pétard" à midi ou à 14h, et bleu clair le soir. Donc si je veux aller dehors, si je veux aller me baigner, le moment où c'est le moins dangereux pour moi, c'est le matin ou le soir, et pas entre midi et 16h.
681	A15	Mais ça il faudrait le dire aux parents, parce qu'ils les emmènent entre midi et 16h.
682	Estelle	Ben oui mais ça serait bien d'éduquer les parents aussi. Quand vous travaillez sur ombre et lumière avec vos enfants, il vous arrive sans doute d'aller dans la cour, de planter un piquet et de tracer l'ombre sur le sol.
683	Groupe	Oui.
684	A2	Ou leur ombre à eux.
685	Estelle	Ou leur ombre à eux, oui, oui. Mais c'est la suite qui implique l'intérêt du bâton. Mon ombre à moi, je vois qu'au cours de la journée, elle a changé de taille et de direction. Là les enfants, vous leur demandez pourquoi, comment on peut expliquer le phénomène, ce qu'ils vont vous dire souvent c'est "c'est parce que moi j'ai bougé". D'où le bâton qui ne bouge pas, et son ombre qui bouge quand même. C'est très difficile pour les enfants de tracer l'ombre, parce qu'ils se mettent devant. Et comme ils se mettent devant, il n'y a plus d'ombre, il y a leur ombre à eux qui se superpose. Donc les deux copains qui tracent, il faut qu'ils se positionnent bien.
686	A2	Mais tout simplement, on prend une photo avec l'appareil photo, et au moins on a l'ombre.
687	Estelle	Non, c'est mieux de tracer parce qu'au moins vous voyez l'évolution. En photo, vous ne voyez pas, il faut superposer er vous ne pouvez pas superposer vos photos. Donc vous tracez et on peut voir les choses, et tout le monde peut voir. Donc vous avez tracé vos ombres, jusque là tout va bien. Donc vous demandez aux enfants comment expliquer que l'ombre a bougé. La réaction des enfants, s'ils ont travaillé avant sur les lampes, ça c'est dans mon livre, ils vont vous dire que l'ombre a bougé parce que le soleil a bougé. Comment vous réagissez à ça ?
688	A9	Ben oui, mais c'est parce que la Terre a tourné aussi…
689	A2	C'est-à-dire que c'est difficile pour un enfant de se rendre compte que c'est la Terre qui a tourné.
690	A10	C'est le référentiel qui a changé.
691	Estelle	Alors voilà, c'est là-dessus que je voulais pointer quelque chose. C'est que si vous dites "mais non, ce n'est pas le soleil qui a bougé, c'est la Terre qui bouge !" Et ben qu'est-ce qu'on a dit tout à l'heure ?
692	Groupe	Refus de l'argument d'autorité ! (rires)
693	A4	On peut dire "le soleil n'est pas au même endroit".
694	Estelle	Alors oui, le soleil n'est pas au même endroit et le soleil a bougé c'est un peu la même chose (rires). Le soleil s'est déplacé s'il n'est pas au même endroit. Alors le truc qui vous pose

		problème souvent, c'est que vous pensez "mouvement" dans l'absolu. C'est-à-dire que ça tourne parce que ça tourne. Mais à chaque fois qu'on décrit un mouvement, on le décrit par rapport, à quelque chose. Si je tourne ici, je tourne par rapport au sol. (Estelle prend un crayon dans sa main). Mais par rapport au crayon, je ne tourne pas. Donc quand on décrit un mouvement c'est toujours par rapport à quelque chose. Donc il est parfaitement légitime de dire que moi, de la Terre, le soleil tourne autour de moi. Par rapport à la Terre il se déplace. Et attention, souvent dans les livres on parle de mouvement apparent et vous comprenez mal ; apparent, ça ne veut pas dire illusoire, ça veut dire tel qu'il nous apparaît. Donc le soleil tourne autour de moi par rapport à moi. Donc vous pouvez laisser sans problème les petits enfants, dire que l'ombre bouge parce que le soleil bouge, en précisant que oui, le soleil bouge par rapport à nous qui sommes dans la cour. Et à charge aux collègues plus tard, de dire que si on regarde les choses par rapport au soleil, non pas par rapport à la Terre, par rapport au soleil, je peux considérer que les choses tournent sur elle-même. Mais par rapport à la Terre, ce n'est pas gênant de dire que je vois le soleil se déplacer puisque c'est le cas de touts façons. Simplement, et là c'est une grande différence entre Copernic et Galilée, Copernic, lui, mettait un centre, il mettait le soleil au centre, donc il y avait un mouvement privilégié, je regardais les choses par rapport au soleil. Par rapport au soleil, la Terre tournait, et c'était comme ça, c'était le soleil au centre : héliocentrisme. Galilée a fait autre chose, il a enlevé la notion de centre. Pour lui il n'y avait plus de centre, c'est juste que ça dépend du point de vue. Donc si je regarde les choses du point de vue de la Terre, le soleil tourne. Et si je regarde les choses du point de vue du soleil, la Terre tourne. Et il n'y en a pas un qui est mieux que l'autre.
695	A8	Mais cette subtilité, nous la comprenons parce que nous sommes adultes, mais j'ai le sentiment que les élèves vont retenir de tout cela que le soleil bouge.
696	Estelle	Au niveau des petits ce n'est pas un problème. Pour les petits, déjà on ne va pas leur dire non, parce que là on est en plein dans l'argument d'autorité. Donc ce que vous allez dire, c'est que de notre point de vue, de l'endroit où nous sommes, de la Terre, on voit le soleil tourner autour de nous. Vous dites juste ça.
697	A2	De la cour même.
698	Estelle	De la cour, oui, si vous voulez être plus précis, de la cour je vois le soleil qui tourne autour de moi. C'est tout. Et ensuite, le collègue de cycle 3, s'il y pense et qu'il a le temps, interviendra là-dessus, et il dira "du soleil", et "de la cour", et que c'est deux endroits différents pour regarder les choses. Et quand je regarde les choses de deux endroits différents, les mouvements sont différents. C'était juste ça, je voulais mettre le doigt dessus parce qu'après, quand on a les enfants en terminale, on rame. Parce qu'en terminale on parle de référentiel, et que le mouvement dépend du référentiel, et s'ils ont l'idée que dans l'absolu c'est la Terre qui tourne autour du soleil sans avoir un "par rapport à quelque chose", là c'est dur.
699	A6	Est-ce que pour aborder cette notion on peut par exemple, mettre un enfant sur un plateau à roulette, donc il va avoir tendance à dire que le paysage bouge, et les autres vont dire "ben non, toi tu bouges" ?
700	Estelle	Oui, donc ça dépend par rapport à quoi.
701	A6	Donc on peut leur faire.
702	Estelle	Vous pouvez, mais simplement il ne faut pas dire qu'il y en a un qui a raison et un qui a tort. C'est ce que fait Hachette, donc n'écoutez pas Hachette! (rires)
703	A3	Si je suis votre principe, quand on prend le train, on peut dire à un enfant que c'est la gare qui se déplace.
704	Estelle	Tout à fait ! C'est le cas, moi du train je vois la gare qui est là et qui était là-bas avant. Donc la gare s'est déplacée.
705	A2	Et on le voit d'ailleurs, quand on est à l'arrêt et qu'un train passe, ils disent tous "ah ben on bouge".
706	Estelle	Voilà. Donc si vous voulez, ce qui compte c'est "par rapport à". Donc pensez à ça, quand vous décrivez des mouvements, mouvement = par rapport à quelque chose. Et si vous ancrez ça, c'est gagné.
707	A7	En fait c'est l'impression que ça nous donne mais ce n'est pas la réalité. Je veux dire que quand on est dans le train, ce n'est pas la gare qui bouge.
708	Estelle	Et bien si, par rapport à moi, c'est la gare qui bouge.
709	A7	On a l'impression que c'est la gare qui bouge, mais physiquement elle ne bouge pas.
710	Estelle	Le problème que vous avez il est normal et il est lié à X années de matraquage. On vous a appris tout petit, les choses d'une certaine façon, on ne vous a jamais parlé de ça.
711	A7	Si, si, bien sûr.

712	A5	Même en maternelle, les enfants disent "le soleil bouge".
713	Estelle	Oui, mais je parle de votre idée à vous, de votre idée de la gare qui bouge. Je ne veux pas dire que la gare bouge, mais… On regarde les choses autrement d'accord, et vous allez être d'accord avec moi. Je suis dans la pièce là, par rapport à la pièce, je ne bouge pas. Si je regarde par rapport au centre de la Terre, la Terre tourne sur elle-même en 24h, je suis en train de me déplacer à, à peu près, un rayon c'est 3000, 2 pi R ça fait 6 x 3000, ça fait 18 000 km, 18 000 km sur 24h, on est quasiment à 1000 km/h. Là actuellement, par rapport au centre de la Terre, je suis en train de me déplacer à 1000 km/h, je suis en train de tourner. Et si je regarde les choses par rapport au soleil, la distance Terre-soleil c'est 150 millions de km, je fais 2 pi R, donc 6 x 150 millions de km, ça fait 1 milliard de km en 365 jours... Vous voyez ce que je veux dire par là, c'est que l'idée de mouvement est liée à un endroit par rapport auquel je regarde. Donc si vous dites "ce n'est pas moi qui bouge, c'est la gare", c'est que vous prenez le point de vue de la gare. Et du point de vue de la gare, la gare ne bouge pas, du point de vue de moi-même je ne bouge pas. Du point de vue de la gare le train bouge. Du point de vue de quelqu'un qui est dans le train, la gare bouge. Et ce sont deux points de vue différents, on ne peut pas les superposer. On ne peut pas dire en même temps "le train bouge et la gare bouge". C'est ou la gare qui bouge, ou le train qui bouge, mais si c'est la gare qui bouge c'est par rapport au train, et si c'est le train qui bouge c'est par rapport à la gare. Et quand je décris des mouvements je dois tous les décrire par rapport à la même chose si je veux être cohérent.
714	A4	Ah ben il y en a des points de vue hein… (rires)
715	Estelle	Ce sont des points de vue différents. Bon on arrête là, les 10 minutes qu'il reste, je vous donne un petit papier, j'aurais voulu qu'on en discute plus ensemble mais du coup je vais vous demander de me l'écrire. La feuille de ce matin, vous la mettrez avec cette feuille là, comme ça j'aurai pour une même personne, ce matin et ce soir. Alors je voudrais que vous preniez le temps de le faire. Alors ce matin j'ai commencé en vous parlant de critères que vous pourriez utiliser en classe pour savoir quand vous faites des sciences, et on a essayé de jouer avec toute la journée. J'ai plusieurs questions par rapport à ça. Est-ce que le fait de parler de ces critères, ça vous semble utile pour savoir où vous en êtes quand vous faites des choses avec les enfants ? Donc d'une façon générale, est-ce que ça vous semble être un outil pertinent, un outil intéressant pour vous, et en quoi, pourquoi ? Ça c'est la première question. la deuxième question, je voudrais que vous me disiez, pour vous, avec votre niveau de classe, quels sont les critères qui vous semblent les plus faciles à faire passer. Dans ces critères il y en a peut être que vous ne vous sentez pas de faire avec vos petits. Donc quels sont ceux qui vous semblent les plus faciles ou moins faciles ? Vous mettez un ordre. Et la dernière question, c'est, pour vous maintenant, quels sont ceux qui vous semblent les plus importants ? Parce que facile et important ce n'est pas tout à fait pareil.
716	A4	Vous pouvez juste les écrire, enfin les numéroter ?
717	Estelle	Oui, je vais les écrire. (Estelle écrit les trois questions au tableau.)
718	A4	Non, ce n'est pas ça que je voulais dire, c'est numéroter les critères.
719	Estelle	Dans l'ordre. (Estelle numérote les critères et rappelle les questions.) Je vous laisse répondre et pendant ce temps là je vais commencer à ranger. (Chacun répond aux questions sur sa feuille, individuellement.) Et si après il y en a quelques uns qui ont un peu de temps pour en discuter avec moi, ça m'intéresse. Si vous avez terminé, vous pouvez en discuter entre vous pour voir ce que vous avez mis les uns, les autres. (C'est l'heure donc tout le monde s'en va.)

ANNEXE 6.N.

Hiérarchisation des critères de scientificité en fonction de leur facilité d'utilisation par les enseignants

Classement du plus (1) au moins facile (5).
Certains participants n'ont pas classés tous les critères. (l'agilité correspond à l'exploitation du spectre de généralité, qui a été introduit sous cette appellation au cours de l'étude).

gp. 52	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Total**
primauté	17	3	0	0	1	0	0	0	21
reproductibilité	2	16	5	1	0	0	0	0	24
robustesse	2	0	8	6	2	2	0	0	20
recul	0	1	7	2	3	0	0	0	13
refus de l'argument d'autorité	6	3	4	1	2	2	0	0	18
cohérence	0	1	2	6	4	0	0	0	13
Economie	0	0	0	1	0	2	2	1	6
Exhaustivité	0	0	0	0	1	1	2	2	6

gp. 59-62	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
primauté	37	8	8	3	3	59
reproductibilité	18	26	11	5	0	60
robustesse	2	18	30	5	5	60
recul	4	4	8	28	15	59
agilité	1	4	4	18	31	58

gp.64	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
primauté	10	5	3	4	2	24
reproductibilité	7	10	4	1	2	24
robustesse	6	6	6	5	1	24
recul	0	1	4	3	16	24
agilité	2	3	6	11	2	24

gp. 65	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
primauté	54	8	2	5	8	77
reproductibilité	12	48	11	3	0	74
robustesse	3	5	20	23	20	71
recul	7	13	23	15	12	70
agilité	2	4	16	22	26	70

gp.66	1	2	3	4	5	Total
primauté	13	12	26	7	6	64
reproductibilité	41	18	4		1	64
robustesse	9	26	18	8	3	64
recul	1	5	6	20	30	62
agilité	1	4	9	25	25	64

ANNEXE 6.O.

Réponses des participants du groupe 70 relatives aux critères de scientificité

Sondage réalisé en février 2014 dans le cadre d'un atelier de didactique de la physique auprès de docteurs suisses en reconversion se destinant à l'enseignement de la physique dans le secondaire.

A votre avis, combien de critères peut-on travailler sur une année scolaire en secondaire ?	*Est-ce qu'il est nécessaire pour le secondaire comme pour le primaire de se restreindre à qq critères ? Si oui, combien et lesquels ?*		*Ou alors, peut-on aborder dans le secondaire la science dans toute sa richesse et comment envisagez-vous les choses ?*
Tous			Oui, idéalement, on pourrait aborder tous ces critères puisqu'ils sont tous liés les uns aux autres. On ne devrait jamais perdre l'occasion de faire remarquer dans chaque pratique l'un ou l'autre de ces critères.
5 Intégrité, opportunité, robustesse, cohérence lexicale et logique	Primauté de l'expérience, robustesse	2	On peut tout faire au secondaire mais il faut envisager le temps et le matériel à disposition
Je pourrai répondre dans qq années avec un peu de recul	Primauté de l'expérience, robustesse, reproductibilité, agilité, recul, relativité, cohérence logique, non vacuité, exhaustivité et économie pour la rédaction des rapports	9	A réfléchir
5-7 mais je n'ai pas assez d'expérience	Primauté de l'expérience, robustesse, transmission, cohérence lexicale et symbolique, logique, non contradiction interne et externe	8	Je ne sais pas. Ces choses se construisent sur toute une carrière scolaire si jamais...
Peu	Intégrité, non contradiction, non vacuité, relativité, non-scolasticité, dans le but de former des citoyens capables d'appréhender la société scientifique dans laquelle nous vivons	5	
10	Primauté de l'expérience, reproductibilité, transmission, intégrité, cohérence lexicale et symbolique, logique, non contradiction interne	8	Je pense qu'on ne peut pas aborder tous les aspects de la science. Au cycle d'orientation, il me semble important d'apprendre aux élèves à utiliser un langage scientifique approprié, de veiller à la cohérence logique, d'utiliser le critère de primauté de l'expérience pour valider les hypothèses
Le plus possible en accentuant peut-être plus sur les critères qui nous paraissent les plus importants	Primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, intégrité, transmission, recul, agilité, opportunité, cohérence lexicale et symbolique, logique, non contradiction interne et externe, non-scolasticité pour les élèves	14	Je pense qu'il est important qu'ils les aient tous aperçus, discutés sur l'année tout en appuyant plus sur certains pour qu'ils prennent petit à petit des "bonnes habitudes scientifiques"
Pratiquement tous, en théorie. Certains sont abordés de manière implicite donc on peut tous les travailler	Primauté de l'expérience, reproductibilité, recul, intégrité, opportunité, cohérence lexicale et symbolique, logique, non contradiction interne (Cs abordés de façon explicite)	9	

Tous sauf non contradiction externe, non vacuité, non-scolasticité et ceux qui réfèrent aux lois	Mon expérience se réfère au PO, où la plupart des critères a été déjà travaillé. Il s'agit donc d'exploiter chaque opportunité pour exprimer ces critères		J'accorde une importance extrême au critère de non-scolasticité. Toutefois, dans la pratique je trouve qu'on fait souvent appel à l'argument d'autorité. Par exemple, pour distinguer précision de la mesure et modélisation d'un phénomène physique. Donc je trouve important mais pas toujours réaliste de travailler ce critère
10	Primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, recul, transmission, économie, cohérence logique	8	Je ne pense pas que ce soit possible vu les contraintes de temps, programmes et compétences de base des élèves
12	Intégrité, transmission, recul, opportunité, reproductibilité, robustesse, cohérence lexicale et symbolique, logique, non contradiction interne et externe, univocité	12	Il serait peut-être souhaitable mais il me semble pas réaliste en fonction des classes et de leurs prédispositions scolaires
En théorie, l'enseignant peut se fixer comme objectif d'aborder un critère par objectif. Il peut dans ce cas amener une réflexion sur l'ensemble des critères proposés	En pratique, il est nécessaire d'aborder les 4 catégories de travail mais pas forcément avec l'ensemble des critères mentionnés dans chaque colonne. Primauté de l'expérience, reproductibilité, robustesse, non contradiction	4	L'enseignant est limité par le plan d'étude, par des contraintes matérielles et horaires. De là, le cadre pour aborder les sciences est posé. La richesse dépendra de la forme et du fond apportés par l'enseignant !
Tous mais les 3 derniers (lois) ne me semblent pas abordables	Non, mais plutôt insister sur certains. J'accorderais plus de poids aux critères de cohérence logique, intégrité, primauté de l'expérience, reproductibilité et robustesse. Mais tous les critères sont abordés.	5	A nouveau, un travail pratique des élèves permet d'border tous (ou presque) les critères. Cependant, pour la note, j'accorderai plus de poids à certains des critères.

ANNEXE 6.P.

Réponses des participants du groupe 63 aux questions posées en début et fin de formation et témoignages éventuels.

Formation continue de 24h réalisée à Mouans-Sartoux avec des enseignants de cycle 2 & 3 volontaires et engagés dans la mise en place d'un jardin des sciences sur la circonscription. La formation massée sur une semaine (4 jours) s'est déroulée dans une école. Les critères de scientificité ont été introduits en début de formation.

Pour chaque stagiaire (E1 à E15) sont fournies les réponses au questionnaire initial et au questionnaire final ainsi que les témoignages des apports de la journée (témoignages rédigés et fournis volontairement et anonymement sauf levée de cet anonymat par le stagiaire lui-même).

Comment distinguez-vous quelque chose de scientifique de quelque chose qui ne l'est pas ?	***En classe qu'est-ce qui distingue les cours de sciences des autres cours ? Comment identifiez-vous les moments où vous faites des sciences avec les élèves ?***	***Vos élèves vont faire un JDS, ils vont donc pratiquer avec vous et leurs camarades des activités scientifiques. Qu'aimeriez-vous qu'ils soient capables de répondre à la question ouverte "pour toi, c'est quoi la science ?"***	***Selon vous, cela a-t-il un sens de parler de "science" à propos d'activités scolaires menées avec les tout petits ? A partir de quel âge sinon, typiquement ?***
E1 Dans un exposé scientifique, le thème est clairement identifié, le plan est lisible, on fait peu référence aux émotions (quoique l'émerveillement, la surprise, le jubilation n'en soient pas exclues...)	On manipule davantage, on fait des schémas, on utilise si...alors, donc, plus souvent que dans d'autres disciplines	Avant le jardin des sciences, j'insiste beaucoup sur l'opposition science/croyance. Après le jardin des sciences, j'espère que ce sera plus clair pour eux et qu'ils y associeront des sentiments jubilatoires et un raisonnement.	On peut très jeune mettre en place des activités respectant la démarche expérimentale (observation, hypothèses, expérimentation, conclusion).
Observations après les journées 1 et 2 du stage : Totale nécessité de ce stage : ce sont des thèmes peu, mal ou pas du tout abordés dans les classes. Il est indispensable d'explorer ces thèmes dans l'enfance. L'acquisition de la démarche expérimentale est fondamentale pour la construction de l'esprit critique du citoyen, du consommateur... Beaucoup d'adultes sont capables de se tromper, même sur "Flotte/Coule" ! Ce stage réactive mon goût pour l'enseignement des sciences avec les petits. Il réactive aussi le malaise que je ressens de plus en plus fortement concernant le manque de temps dont je dispose avec mes élèves. Depuis des années on confie de plus en plus de missions à l'école primaire et on réduit le temps d'enseignement. Concernant les expériences abordées, force est de constater qu'elles nécessitent un très grand nombre d'objets judicieusement choisis, que rassembler cette collection prend du temps et de l'argent... mais ça vaut indéniablement le coup.			
Qu'est-ce qui vous a été utile dans ce stage ?	***Qu'est-ce que vous comptez réinvestir ?***	***Qu'est-ce qui vous manque encore ?***	***De quoi avez-vous encore besoin ?***

Assister aux expériences/ faire les manipulations ; préciser le sens de certains mots ; préciser le questionnement devant un phénomène observable ; admettre qu'on ne peut pas tout expliquer (ça je le savais) et qu'on peut le faire admettre aux élèves en les projetant dans leurs futures études	Presque tout est réinvestissable. Le stage donne l'envie et la confiance pour le faire. Reste le problème de l'accumulation de matériel mais on peut à s'y mettre à plusieurs (collègues, familles)	Le livre est très documenté et sera sans doute un recours indispensable pour pallier aux trous de mémoire et/ou aux défaillances méthodologiques.	Existe-t-il une progression idéale ? Dans quel ordre peut-on traiter la dissolution, la densité, rendre l'eau claire ?
E2 Le thème, le vocabulaire, l'argumentation par preuves objectives	C'est une activité de recherche où on récupère les représentations des enfants qu'on confronte à une recherche (soit documentaire, soit par expérience). C'est une activité d'observation et de questionnement menée en groupe avec des temps collectifs. Il y a davantage de manipulation et de réflexion propre.	La science c'est observer le monde avec d'autres yeux, s'interroger et essayer par tâtonnement de répondre à ces questions. C'est chercher des preuves.	Je dirais que les enfants sont des "scientifiques" dès la naissance puisqu'ils passent leur temps à regarder, à se poser des questions et à expérimenter
Les impressions de la journée : La formation permet de clarifier ce que sont les sciences que cela ne résume pas à des expériences. Et que faire des sciences c'est développer un mode de pensée et de réflexion, un état d'esprit. J'ai appris à formuler des hypothèses, les tester, déduire des conclusions. varier et reproduire les expériences pour construire une loi. J'ai compris que l'expérience ne sert pas à illustrer la connaissance mais à la construire. J'ai appris les CS : robustesse, recul, reproductibilité, primauté de l'expérience, à dégager une loi. J'ai trouvé intéressante l'approche par les albums pour distinguer réel et imaginaire et donner du sens aux apprentissages en général. Apprendre à l'école, c'est apprendre à réfléchir (au delà des sciences, les élèves peuvent comprendre que l'école peut leur permettre d'avoir une réflexion sur ce qu'ils entendent et voient et dépasser les croyances). Ils comprennent l'intérêt de développer l'esprit critique. J'ai construit mes propres connaissances (levier, poulie, flotte/coule). Les difficultés : le matériel, cerner le contour de la séance (temps), distinguer robustesse/agilité, avoir la rigueur nécessaire et le mode de fonctionnement nécessaire, le manque de connaissances		Deuxième journée : J'ai été étonnée de la fragilité de nos connaissances de base face à des questions simples. Ce qui fait un peu peur dans la mesure où face aux élèves on n'aura pas forcément la vivacité d'esprit pour poser les questions pertinentes (on peut passer à côté de problématiques). Il est vraiment nécessaire de conserver cet état d'esprit à se poser des questions sur tout, élément par élément. J'ai appris aussi qu'il fallait bien prendre le temps d'observer et de décrire le matériel. J'ai trouvé passionnant l'aller-retour entre les expériences sur les leviers et leur utilisation (balance romaine, brouette, etc.). J'ai trouvé passionnant d'explorer différentes questions sur l'eau que je croyais connaître.	
Clarifier la définition des "sciences" et de la démarche (critères) ; des indications sur la gestion en classe, beaucoup de détails concrets (gestion	Je compte réinvestir la démarche en m'appuyant sur les critères ; l'approche par album qui permet de confronter le réel et l'imaginaire et	De vivre une séance ou une séquence avec affichage, mise en commun, recueil des écrits	D'explorer d'autres thèmes du programme qui n'ont pas été abordés ici ; d'analyser une activité autre que celle du livre pour voir si elle est

du matériel, du temps d'expérience, de la mise en commun, des affichages, du questionnement à mettre en place) ; de comprendre qu'il faut plus avoir un certain mode de pensée qu'un savoir "livresque" ; les expériences vécues ; une désacralisation des sciences ; un aller-retour entre phénomènes et applications ; un rafraîchissement (le mot est faible) des savoirs ; l'approche par albums.	donne du sens à l'école ; avoir un VRAI cahier d'expériences où les expériences ne sont pas là pour illustrer un savoir mais bien pour le construire ; j'ai une préférence pour l'approche par album, la matière et les changements d'état mais tout a été passionnant.		exploitable et si on doit la modifier ; de visualiser un cahier d'expériences ; une progression qui a été évoquée mais n'est pas toujours évidente
E3 Par la méthode utilisée : hypothèses, expérimentation, confirmation ou non des hypothèses ; par le thème	La démarche est peut-être différente, les enfants sont davantage en situation de recherche et d'expérimentation	Quand je fais de la science, j'observe, je m'interroge, je fais des hypothèses, j'essaie de comprendre ce qui m'entoure.	Oui, on peut faire des sciences très tôt, les enfants s'interrogent d'ailleurs sur ce qui les entoure (pourquoi ?). Non, opérations logiques vers 6-7 ans.
J'ai découvert les critères de scientificité qui constituent un guide, un fil conducteur pour mener les séances avec les enfants. très intéressant de partir d'histoires d'albums pour susciter l'intérêt des enfants. Les difficultés peuvent se trouver dans "à quel moment" s'arrêter et dans le manque personnel de connaissances en physique.		Beaucoup d'enthousiasme par rapport aux expériences proposées ("queue du loup" et électricité). On construit des compétences en situation "vraie" notamment construction et lecture de graphique. Le fait d'avoir à l'esprit les critères de scientificité nous oblige à avoir un "autre regard" sur le monde : plus de curiosité, plus de rigueur...	
J'ai aimé (et il m'a été utile) adopté un regard différent sur le monde et sur certains phénomènes. Ce qui a été particulièrement utile et qui restera comme fil conducteur, ce sont les critères de scientificité qui impliquent une démarche et une rigueur de réflexion. très stimulant de se mettre en situation d'apprendre, de se questionner et de chercher comment répondre aux critères de scientificité. Ce qui est utile, c'est vraiment de "faire", c'est vraiment "un coup de pouce" pour faire des sciences en classe. En face de l'enthousiasme personnel ressenti, on imagine bien aussi la motivation des enfants et leur plaisir !	Je pense réinvestir la plupart de ce qui a été vu pendant le stage.	Pouvoir faire un point collectif sur les points positifs ou/et les difficultés rencontrées en classe sous la forme d'un autre stage	

E4 L'aspect scientifique d'une chose repose sur la démarche qui a été mise en œuvre pour la construire : on part d'une expérimentation pour laquelle on va obtenir des résultats concrets. C'est le compte-rendu de cette expérimentation et de cette démarche, basé sur des faits réels et observés, qui aura valeur scientifique car établi à partir d'un résultat.	En classe, les temps de sciences sont des temps de passage par une démarche expérimentale : on part d'une activité pour laquelle on va émettre des hypothèses que l'on va essayer de vérifier ou de réfuter par l'expérimentation.	La science, c'est ce qui nous permet de comprendre comment fonctionne le monde, les choses par des expériences.	On peut faire des sciences à partir du moment où l'on est capable d'anticiper un résultat et de le vérifier. Mais parler du mot "science" ?
Ce stage me permet de redécouvrir les sciences. Il me donne l'occasion de mettre en pratique une vraie démarche pédagogique de l'enseignement des sciences en me situant tour à tour sur deux points de vue : celui de l'enseignant et celui de l'élève. Il me met également douloureusement face à la réalité en pointant du doigt le fait que je fais peu d'activités scientifiques dans ma classe... Il est important d'avoir redéfini les critères spécifiques aux résultats scientifiques. On voit qu'il n'est pas toujours évident de se situer dans l'un ou dans l'autre. Il est nécessaire de rappeler que l'on doit toujours les avoir à l'esprit si l'on veut se situer dans le cadre de la démarche scientifique. On pourrait avoir tendance à les oublier. La possibilité de se remettre à vivre des expériences, de se confronter à la difficulté de l'énonciation des conclusions en s'en tenant rigoureusement aux résultats obtenus est une vraie surprise : on prend vraiment goût à l'investigation... tout en relativisant les résultats auxquels il est possible d'aboutir selon les niveaux de classe. Il est amusant de constater les idées préconçues que nous fait remettre en cause la démarche scientifique. Il est facile de comprendre que des enfants (et des adultes!) aient du mal à les remettre en question ! On réaliser la difficulté de la mise en œuvre de ses séances : préparation et gestion du matériel, anticipation de tous els critères à prendre en compte, anticipation et gestion des réactions des enfants, exploitation des réactions pour approfondir la recherche, accompagnement des mises en œuvre expérimentales sans trop agir, aboutissement à une conclusion (ou non) qui valide ou qui réfute un postulat. Je trouve que le lien qui est fait avec la littérature au cours du stage est un formidable clin d'œil et une merveilleuse idée. Les trois jours qui vont venir promettent d'être passionnants.		Il est intéressant d'avoir refait le point sur la définition des CS et d'avoir bien insister sur le fait de choisir un seul paramètre pour tester une hypothèse. Les enfants peuvent avoir du mal à isoler un paramètre. La manipulation des balances a été un moment très vivant. Il est très intéressant de découvrir tout ce matériel que l'on n'a pas l'occasion de rencontrer et de le manipuler pour en connaître les applications. On imagine très bien le plaisir que prendront les élèves à construire leurs lois scientifiques de cette manière. Ces manipulations nous renvoient à notre propre histoire d'élève et à notre propre construction de ces savoirs. On se rend compte qu'il ne reste pas systématiquement beaucoup de souvenirs de ce que l'on a appris, ou du moins qu'ils sont souvent approximatifs. Ce stage permet aussi de faire le point sur cet aspect des choses et d'en tirer des conclusions. Le fait de reconnaître que certaines expériences ne nous conduisent à aucune conclusion est un lien avec la réalité scientifique à garder à l'esprit et à faire passer aux enfants.	Cette troisième journée m'a permis de bien éclaircir les différents CS, de mieux me situer par rapport aux uns et aux autres. Cette journée a mis en évidence les soucis qui peuvent être liés aux préparations matérielles. L'accent est mis sur les possibilités de laisser des questions en suspens, sans établir de conclusion mais en s'arrêtant au constat. On voit également que ce constat peut-être trompeur (corps/eau, conducteur ou pas ?).

Utile : De faire le point sur une activité scientifique proprement dite en resituant tous les CS ; de revenir à plusieurs reprises sur chacun de ces CS afin de bien les distinguer et d'être capable de savoir lequel on travaille ; d'être confrontée aux difficultés matérielles ou expérimentales comme on peut l'être avec les enfants afin de prévoir ; de répéter la démarche expérimentale pour chacun des thèmes et de se poser les questions par rapport aux résultats.		J'aimerais pouvoir remettre dans ma classe toutes les expériences expliquées au cours du stage ; j'espère pouvoir amener les élèves à jouer les deux rôles : expérimentateurs et animateurs sur les différentes manipulations dans les années à venir.	L'assurance de pouvoir mener correctement les séances sans faire de maladresses.
E5 Un discours ou exposé scientifique est basé sur des faits réels, des résultats d'expériences ou d'analyse. Il est objectif, ne laisse pas transparaître une opinion personnelle et chaque affirmation est démontrée et prouvée par une démarche d'investigation déterminée. Un discours politique est souvent mensonger, ne repose pas sur des faits concrets et révèle l'opinion de l'orateur.	Les séances de sciences démarrent toujours avec une interrogation qui survient après une observation. ensuite pour expliquer ce que l'on a vu, les élèves émettent des hypothèses. Ces hypothèses sont vérifiées par des expériences. ces expériences permettent d'affirmer ou contredire les hypothèses. Enfin, les élèves arrivent à une conclusion. Dans les autres matières, on observe, on déduit la règle et on applique.	La science, ce sont des événements qu'on arrive à expliquer grâce à des expériences.	Les enfants peuvent comprendre le terme "science" vers 4 ou 5 ans
Je ne pensais pas qu'il y avait autant de critères pour faire des sciences en classe. Il ne faut jamais donner les explications des phénomènes mais laisser les enfants faire leurs expériences pour qu'ils trouvent eux-mêmes. Leur faire recommencer pour vérifier que leur résultat est correct. Faire varier les paramètres. Tirer des conclusions générales mais vérifier sur des situations particulières, modéliser le monde réel.		Je trouve que partir d'un album pour faire des sciences c'est très bien pour attiser l'intérêt des élèves et susciter un questionnement (est-ce que c'est possible?). A la fin de la journée, ma conclusion est qu'il faut bien analyser les paramètres et savoir les modifier pour tester la robustesse.	Il y a des expériences qu'on ne peut pas vraiment modéliser. Il faut faire attention à ne pas généraliser trop vite, il faut préciser le matériel qui nous a permis d'obtenir tel résultat.
Utile : c'est de revoir la définition de "scientifique". J'ai appris qu'il fallait bien identifié les paramètres lorsqu'on fait une expérience, tester la robustesse, ne pas tirer des généralités trop activement et préciser les conditions dans lesquelles a été réalisée l'expérience. La manipulation, me remettre dans une situation de questionnement, observer, m'a permis de comprendre comment procéder lors d'une séance de sciences en classe.		Il nous a malheureusement manqué du temps pour réaliser toutes les expériences mais ce stage m'a vraiment donné envie de faire plus d'expériences avec mes élèves.	
E6 Scientifique : tirer des conclusions à partir d'observations, discours cartésien où les observations sont toujours vraies, réelles ; s'appuyer sur des données qu'on peut démontrer.	Le moment de science peut être celui des expériences où on peut vérifier matériellement ce qui est avancé, l'hypothèse choisie...	Réaliser des expériences	Oui, on peut parler de science avec les tout-petits dès l'école maternelle.

Non scientifique : dépend de paramètres non gérables par l'homme; donnée ou conclusions déduites d'un raisonnement "humain", variable.			
Aujourd'hui, je l'admets, j'ai appris qu'une grosse bougie flotte dans l'eau. Je m'en souviendrai parce que j'en ai fait l'expérience en la plongeant dans l'eau. Pas sûr que ce phénomène me serait resté en mémoire si on m'en avait simplement parlé. D'où l'importance en classe de permettre aux élèves de manipuler, de modéliser une expérience. Ainsi, ils l'intègrent durablement. L'autre enjeu pédagogique, me semble-t-il, c'est la reproduction d'une même expérience en variant les paramètres qui permet d'affermir et de valider une loi scientifique (robustesse et agilité) .		Aujourd'hui, j'ai retenu qu'en accordant du temps en classe à la primauté de l'expérience, on ritualise la démarche scientifique, on crée chez les élèves des automatismes. A propos de traces écrites, il faut encourager les élèves à dresser des tableaux, à relever des données, à tracer des courbes, à dessiner ou schématiser une expérience. Je ne savais pas que la vapeur d'eau est toujours invisible. Nuage et brouillard ne sont donc pas de la vapeur d'eau.	A chaque fois qu'on veut tester la reproductibilité, la robustesse ou l'agilité d'un phénomène, il y a toujours une hypothèse plus ou moins explicite (et si on changeait ceci ou cela ?) qu'on cherche à vérifier par l'expérience.
J'ai beaucoup appris durant ce stage dont le contenu est assez complet tant dans le domaine des connaissances exploitables en classe avec les enfants que dans les moyens à mettre en œuvre pour atteindre leurs acquisitions. La démarche scientifique "j'essaie, j'observe, je constate" élimine les a priori et rend l'élève curieux, sceptique sur ce qu'il n'a pas lui-même vérifié... une grande leçon de la vie ! J'utilisera sûrement le "Science à l'école côté jardin", je regrette seulement de ne pas en avoir eu connaissance plus tôt.			
E7 Quelque chose de scientifique est reconnu et admis. Ce n'est pas du domaine de l'opinion	La posture des élèves change : ils peuvent être debout, à genoux, écrire par terre ou sur un support vertical. Ils manipulent des objets, travaillent dans l'espace, imaginent une installation.	Ce sont des phénomènes que l'on peut démontrer avec du matériel	Pour identifier des phénomènes, les enfants ont besoin de tester, de les expérimenter. Cela peut commencer dès la maternelle.
J'ai beaucoup appris sur les critères de scientificité qui sont en jeu dans une démarche scientifique. Pour la pratique en classe, la primauté de l'expérience me semble devoir être le plus souvent activée. L'album jeunesse comme point de départ d'un questionnement m'a beaucoup plu. Je vais essayer d'en trouver d'autres qui se prêtent à la pratique d'une démarche scientifique.			
E8 Un exposé, un discours scientifique se distingue par son contenu (le vivant, la matière...), son objectif (démontrer la fiabilité d'une	Un cours de science part d'une hypothèse formulée par les élèves. Cette hypothèse doit être vérifiée ou invalidée par des expériences ou des	La science c'est savoir comment fonctionnent les éléments, les objets techniques, les êtres qui m'entourent.	Oui, dès 3 ans on peut observer et essayer de comprendre son environnement, la transformation des matières...

hypothèse par des observations, des expériences).	observations. Par les schémas, la formulation d'une hypothèse, la mise en place d'une expérience, la manipulation.		
J2 : D'un point de vue pédagogique : les expériences, les manipulations que l'on propose aux élèves en physique chimie ne servent pas à illustrer un savoir en fin de séquence. Il faut utiliser les expériences pour construire des savoirs (des lois) au fur et à mesure de la séquence. Les expériences ne sont pas une finalité mais un outil essentiel. D'un point de vue purement scolaire : la vapeur d'eau est invisible !		J3 : Question essentielle : Comment faire pour savoir ? On essaie ! Primauté de l'expérience : ce sont les enfants qui trouvent les solutions, les réponses en faisant des expériences. Ils sont acteurs de leur apprentissage.	
Utile : J'ai appris ce que voulait dire faire des sciences. Ce stage m'a permis de découvrir une nouvelle manière de travailler en classe. Une démarche applicable (à d'autres disciplines que les sciences) où l'élèves est réellement acteur : il se pose une question, il réfléchit, il essaie de trouver la réponse (par l'expérience), il répond à sa questions.	Je vais réutiliser le mode de fonctionnement décrit ci-dessus en insistant sur : Comment on fait pour savoir ? On essaie ! Je vais réinvestir toutes les notions découvertes au cours du stage (à plus ou moins long terme) sur l'électricité, les différents états de l'eau, la densité ...)	Il manque du temps pour faire tous les ateliers possibles et pour aller plus loin encore	En conclusion : ce stage a été très enrichissant sur un plan personnel et sur un plan pédagogique. Il m'a donnée envie de faire des sciences plus souvent et autrement avec les élèves.
E9 Hypothèse, poser une question, expérimentation, conclusion	On s'interroge sur le monde qui nous entoure, on se pose des questions, on essaie de comprendre en manipulant, en comparant, en observant.	La science, c'est quand je fais des expériences pour comprendre comment ça marche	Je pense qu'on peut commencer les sciences très tôt, dès la PS, avec des expériences toutes simples (par exemple flotte/coule, transvaser une quantité)
Utile : la démarche scientifique ; la révision de certaines notions scientifiques qui avaient besoin d'être "dépoussiérées" ; la partie pratique des séances : ce qui va marcher dans les séances, les difficultés que l'on pourra rencontrer (au niveau du matériel, du questionnement des enfants)	Ce que je vais réinvestir : la démarche scientifique (primauté de l'expérience, robustesse...), les séances pour le jardin des sciences et pour les années futures, l'envie de faire davantage de sciences à l'école	Manque : je ne peux pas encore répondre à la question, je pense qu'il faut expérimenter avec les élèves et, plus tard, se revoir pour analyser mes erreurs et manques.	
E10 Impressions/ ce que j'ai retenu J1 et 2 : Qu'est-ce que faire des sciences concrètement en classe ? Quelle démarche utiliser avec les élèves ? Le fonctionnement expliqué lors de ces 2 premières journées est très intéressant. Je retiens la formule : Comment faire pour savoir ? On essaie ! Le côté "je teste" après avoir émis une hypothèse set intéressant. Je pense qu'effectivement des enfants qui			

fonctionneraient comme cela depuis tout petit auraient un esprit plus critique. Les points de départ (albums...) fournissent un support concret qui donne du sens à ce que l'on va faire. Même si ces ateliers prennent du temps, demandent du matériel, je pense qu'au final ils sont plus riches au niveau apprentissage et méthodes de travail que bon nombre de leçons que nous avons l'habitude de faire (où les enfants sont passifs la plupart du temps).			
Utile : comprendre ce qu'est vraiment une démarche d'investigation ; se poser des questions, mettre en œuvre des expériences ; voir qu'à partir d'expériences simples, les élèves peuvent émettre des hypothèses et les résoudre.	Cela m'a donnée envie de réinvestir les notions vues en classe (les différents états de l'eau, l'électricité...). Faire davantage d'expériences, des manipulations. Faire en sorte que les élèves se posent des questions, réfléchissent. Ils sont actifs dans leur démarche de réflexion. Je vais réutiliser la démarche et le questionnement : Comment fait-on pour savoir ? J'ai trouvé très intéressant que les élèves proposent eux-mêmes des expériences pour répondre à leurs questions.		Il manque du temps pour pouvoir essayer toutes les manipulations
E11 Ce que j'ai appris : comment structurer ma démarche, comment faire avancer les enfants dans leur questionnement et leur raisonnement. J'ai déjà fait ce stage à Cagnes sur Mer et 2 animations l'an dernier donc je connaissais déjà un peu le mode de fonctionnement et la démarche scientifique mais c'est une bonne chose pour moi de "rafraîchir" tout cela. J'ai découvert la partie "primauté, reproductibilité..." Ce qui m'inquiète : que les enfants ne réinvestissent pas leur démarche et leurs connaissances le jour du Jardin		J3 : J'ai élargi mes connaissances au niveau de l'électricité. J'ai pris conscience de certaines erreurs que j'ai pu faire en menant l'atelier avec les élèves (donner la pince croco sans l'observer : le enfants ne faisaient donc peut-être pas le lien entre papier alu et fil avec pince croco). J'ai encore un peu de mal avec les termes "primauté de l'expérience, robustesse, agilité, recul" (peut-être parce que je n'étais pas là lundi matin)	
Utile : La partie théorique (primauté de l'expérience...) ; l'apport de certains savoirs scientifiques (sur les états de l'eau par exemple) ; la partie pratique : manipulation, voir en "vrai" les différentes activités proposées dans le livre, comment les mener réellement. Cela permet aussi de répondre à certaines questions qui pourraient émerger lorsque l'on va mener ces activités en classe et auxquelles je ne saurais pas forcément répondre ou après lesquelles je ne saurais pas comment enchaîner, emmener les enfants vers un autres questionnement ; revoir ce qu'est la démarche scientifique : cela donne envie de vraiment travailler dans ce sens afin d'amener les enfants à se questionner, à ne pas croire sans preuve ce qu'on leur dit, à avoir l'esprit critique.		Ce que je vais réutiliser : le questionnement (est-ce que c'est robuste ?) ; certains ateliers qui ne seront pas au jardin des sciences ou en approfondir certains après le jardin.	Manque : rien à part l'atelier qui me concernera le jour du jardin (c'est à dire la chimie des couleurs)
E12 Sujets abordés, réflexion, questionnement	Tâtonnement, manipulation. C'est donc un moment où on va réfléchir, où on se pose un problème, une question et que l'on va souvent essayer de résoudre par le tâtonnement. On regarde, on vérifie (valide ou non l'hypothèse), je suis en maternelle.	C'est réfléchir, se poser des questions sur des sujets et essayer d'y répondre par une démarche, en proposant des choses.	Oui, même si avec des petits cela reste pour moi dans le tâtonnement et pas encore dans la réflexion.

Pascale J1 : Ce que j'ai appris et compris, c'est que l'on a souvent trop tendance dans nos classes à généraliser trop vite. On conclut trop vite pour les enfants ou on les laisse vite conclure. J'ai vu l'importance de faire reproduire des expériences "est-ce que dans les groupes on trouve la même chose ?", l'importance de changer un paramètre (les différents personnages, la poulie...) pour assurer la robustesse. J'ai découvert ces différents critères qui font que l'on est dans la science, découvert que l'on pouvait tester la robustesse d'une expérience mais aussi d'une loi, saisi l'importance de ces aller-retours à l'expérience. Pour le recul je me pose encore des questions : est-ce la représentation ou pas que cela ? Difficultés : il faut penser à tout ce qu'on va pouvoir faire varier pour avoir du matériel prêt. Beaucoup de matériel à récupérer, acheter. Nécessité de tester avant sinon risque que cela ne marche pas (pas assez d'eau, plus léger que le seau...).		J2 : Questions sur le recul de lundi se dissipent. Compris qu'on joue sur le monde et ses représentations. Le tableau m'a éclairée. Permet de poser paramètres que l'on va faire jouer, ce qu'on a testé, ce qu'il nous reste à tester. Plus dans la démarche : on teste même si cela ne pose pas de problème. Nécessité de ne pas perdre les enfants, de tester les paramètres les uns après les autres ; pour les plus grands mais aussi les autres, nécessité de travailler les notions dans un certain ordre. Rassurée par le matériel : on n'aura pas tout. Cela se construit avec les enfants. Ce sont eux qui amènent les questions et qui amènent à tester certains paramètres. Bien d'avoir fait la distinction entre on fait des sciences et on parle de sciences et on peut être dans les deux à différents moments pour des choses différentes. Après petite discussion du mardi soir sur le côté pratique, j'y vois plus clair.	J3 : Le fait de reprendre différents critères qui font que l'on est dans la science ou pas pour chaque thème de travail, cela devient plus clair pour moi. Question : cela me semble un peu frustrant pour le moment de ne travailler cette année que sur les transvasements (en l'ayant déjà un peu abordé). Vu que j'ai des maternelles, serait-il possible d'aborder un ou deux autres thèmes ?
Utile : Je vois mieux la démarche, je vois mieux comment isoler les critères et les vérifier. Cela me semble plus rigoureux et j'ai l'impression de savoir où je vais ; de voir ou trouver plusieurs exemples de cette démarche ; l'analyse à travers ces thèmes des différents critères travaillés.	Je vais réinvestir en prenant le temps de vérifier (faire vérifier) aux enfants. Ce qui pouvait me sembler pauvre s'enrichit de tout ce que les enfants apprennent en faisant cela (pauvre car je ne prenais pas le temps de faire varier couleur, forme etc...)	Ce qui pourrait me manquer : à voir après avoir essayer en classe, les traces écrites (un exemple de cahier d'expérience).	
E13 Hypothèses, expériences, résultats. C'est un vocabulaire spécifique.	La démarche utilisée en science est particulière : on pose un problème aux élèves et on tente de les faire chercher eux-mêmes la solution par l'observation ou l'expérimentation (ils sont plus acteurs de leurs	La science c'est chercher à comprendre des phénomènes qui nous entourent en faisant des expériences.	Oui, cela leur permet de découvrir ce qui les entoure

	apprentissages)		
Vanessa, J1 : Cette première journée de stage m'a donné une image beaucoup plus concrète des sciences, notamment de la démarche scientifique. Les critères que nous avons fixés vont je pense bien m'aider dans ma pédagogie des sciences. J'ai réalisé que je ne m'effaçais pas assez lors des expériences. Les élèves allaient aussi dans ce sens en me demandant si ce qu'ils faisaient était bien et je pense qu'à présent je parviendrai mieux à les guider sans leur donner trop de solutions ! La difficulté qui me semble encore importante est sans doute le matériel nécessaire pour tout cela et aussi la gestion des différents groupes en classe.		J2 : Je me rends compte que je n'ai jamais trop fait de "vraies" sciences dans ma classe, et pourtant j'étais assez fière des quelques expériences que j'ai déjà pu faire avec mes différentes classes. Je ne faisais qu'une fois l'expérience, donc autant dire que ça ne représente pas grand chose vu tout ce que je sais à présent. Je suis à présent motivée et j'aimerais essayer tout ce qu'on a vu mais ce qui me retient encore c'est toute l'organisation matérielle que ça va impliquer et le coût. Également, il faut prendre le temps de bien préparer tout cela et ça prend du temps. J'arrive à faire des sciences environ 1h une fois par semaine, je me demande si ce sera suffisant. En tout cas, je suis très satisfaite du stage, merci.	
Ce qui a été très utile lors du stage, c'est de bien redéfinir les sciences et la démarche associée, mais surtout d'avoir vécu nous-mêmes les expériences.	Je pense réinvestir pas mal d'ateliers, aussitôt que j'aurai le matériel nécessaire sans ma classe à raison d'une séance par semaine.	J'airais aimé faire encore plus de manipulations et vivre toutes les expériences mais le temps ne l'a pas permis. en tout cas, bilan très positif. Merci	
E14 C'est parfois compliqué avec des termes que l'on ne comprend pas.	Les élèves manipulent, expérimentent, se posent des questions et essaient d'y répondre.	La science, c'est apprendre en tâtonnant, cherchant, expérimentant. C'est réussir, c'est échouer, c'est répondre à nos questions.	Oui à tout âge. dès que l'on essaie, que l'on se pose des questions cela a un sens. Il suffit d'adapter les activités en fonction de l'âge, dès la PS.
Les 4 journées ont permis de voir et même d'approfondir un certain nombre d'expériences. La démarche scientifique est beaucoup plus claire et on se rend compte que mis à part l'aspect matériel, c'est très réalisable en classe.		Ce qui manque, c'est le temps de faire toutes les expériences pour les vivre vraiment. en tout cas, merci pour avoir vécu autant de pratique malgré parfois quand même quelques longueurs sur la théorie.	
E15 Hypothèses, expériences (protocole), étude et analyse des résultats	recherche, investigation, hypothèses, démarche logique, expériences	La science c'est rechercher et trouver la solution à un problème en faisant des expériences	Oui, la quantité/qualité du travail scientifique peut se faire dès la maternelle. Des choses scientifiques peuvent être menées par des expériences basiques, simples.
Utilité : manipulations qui donnent envie de réaliser des sciences à l'école. Mise au clair de ce qu'est une démarche scientifique. Possibilité effective de se mettre au travail rapidement avec les élèves.			

ANNEXE 6.Q.

Retours 6 mois après la formation des enseignants du groupe 63

Les enseignants du groupe 63 ont été contacté par mail 6 mois après la formation et peu avant la mise en place du jardin des sciences auquel ils s'étaient engagés à participer.

A/ Enseignant 1

1/ La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?

La notion de critères de scientificité me paraît utile à l'école primaire. Elle amène l'enseignant à mettre en place une démarche basée sur l'expérience, dans laquelle les connaissances se construisent petit à petit, au gré de résultats observés. Elle permet de limiter l'afflux d'une quantité trop importante d'informations et laisse le temps aux enfants d'ancrer leurs nouvelles connaissances par un déroulement très progressif. Pour ma part, je pense que cette notion m'a amenée à laisser le temps à mes élèves de construire leurs propres représentations.

2/ Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?

Les critères sur lesquels nous nous sommes appuyés sont principalement la primauté de l'expérience, la reproductibilité et la robustesse. Ce sont ces critères qui étaient les plus visualisables par les enfants de CP dans le cadre de nos expériences et ceux qui leur permettaient de construire de nouvelles connaissances lorsque leurs idées premières s'avéraient fausses.

3/ En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.

Exemple : beaucoup d'élèves de CP pensent qu'un même sablier ne mesure pas toujours la même durée.
Nous avons du reproduire de nombreuses fois l'expérience de mesure de la durée d'un même sablier en variant les manières de mesurer cette durée (chronomètre, chant, comptage…) afin que tous les enfants finissent par donner la primauté à l'expérience.

4/ Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée et de leur donner une idée de ce qu'est la science ?

Cette approche a permis à mes élèves de CP de mettre en place une démarche automatisée : dire ce que je pense, essayer en trouvant une manière de réaliser cet essai, valider ou non mon idée première.
Elle leur a permis de comprendre l'importance de ne pas affirmer sans preuve : ce que je pense n'est pas toujours vérifié par l'expérience, elle les a amenés à préciser leurs pensées, à argumenter et à prévoir.

Je pense que dans ce sens, cette approche est une préparation intuitive à une formation scientifique, même si l'idée de ce qu'est la science en classe de CP peut rester assez vague.

B/ Enseignant 2

1/ La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?

Oui, je vois que c'est vraiment là que je fais des sciences avec eux. Je ne suis plus dans des séances d'apport de connaissances mais ce sont les enfants qui acquièrent, qui intègrent ces connaissances. Et cela en utilisant une démarche qui laisse la place aux questionnements, aux suppositions, aux questions, aux vérifications.

2/ Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?

Je me rends compte que si j'ai oublié ces critères, j'en ai utilisés certains au cours de ces séances sur les transvasements avec mes élèves. Cette semaine de stage m'a été bien utile, je crois avoir un peu intégré cette démarche.
Primauté à l'expérience : Je pense que le niveau de l'eau sera plus bas ou plus haut et quand je le fais ce n'est pas ce qui se passe. Je finis par modifier mon discours au bout de plusieurs réalisations.
Reproductibilité : je refais l'expérience et je trouve la même chose, tous les groupes trouvent la même chose.
Robustesse. : on a modifié des paramètres, eau, eau rouge, verte,… semoule, sucre, différents pots plus ou moins larges ou étroits.
Ce sont les plus simples et facilement compréhensibles, amusants pour les élèves de maternelle (Se demander avec quoi on pourrait essayer pour voir si c'est pareil.)

3/ En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.

Oui, la conservation des volumes n'a pas été une notion simple à acquérir. Au tout début je devais avoir 3, 4 enfants qui l'avaient saisie. Puis à force de refaire, le visuel a fini par les faire avancer. Et je crois maintenant que la plupart ont saisi cette notion. « Ce n'est pas parce que le niveau est plus haut qu'il y a plus d'eau. Mais le niveau est fonction de la largeur du pot. »

4/ Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée et de leur donner une idée de ce qu'est la science ?

Oui, même si je n'ai jamais employé les mots des critères et même si eux ne savent pas encore définir ce qu'est la science. Ils ont compris qu'il fallait ressayer, changer un petit quelque chose et voir si on obtenait les mêmes résultats.

C/ Enseignant 3

1/ La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?

Je pense que ces critères changent le point de vue d'un enseignant lors de sa pratique en classe.
je me suis aperçue que j'avais plutôt tendance à énoncer une loi ,d'une manière assez magistrale, puis à l'illustrer par quelques pratiques dites "scientifiques".
C'est d'ailleurs ce qu'il m'a été demandé de faire tout au long de ma propre scolarité: j'ai une formation scientifique, en cours théoriques, on énonçaient les lois et propriétés puis on les mettaient en pratique lors de TP.

2/ Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?

Je me suis appuyée essentiellement sur les critères de primauté de l'expérience , de reproductibilité et de robustesse.
En électricité, nous avons donc essayé, puis tous les groupes ont eux aussi essayé avec leur matériel et nous avons fait varier un peu les paramètres (par exemple, changer la couleur de l'ampoule).
Les critères d'agilité et de recul m'ont semblé plus difficiles pour des élèves de CP.

3/ En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.

Par exemple, concernant le critère de reproductibilité, nous avons refait plusieurs fois l'expérience (comment allumer l'ampoule loin de la pile), et par d'autres personnes.
Mes élèves me demandaient pourquoi je leur faisait reproduire cette expérience et m'assuraient que ça marcherait aussi. Quelle ne fut pas leur surprise en se rendant compte que parfois cela ne marchait pas tout le temps !
Il a fallu analyser les paramètres qui avaient évolués (ampoule grillée par exemple ou mal reliée au fil) pour prendre conscience de l'importance de ce critère.

4/ Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée et de leur donner une idée de ce qu'est la science ?

Je pense que mes élèves ont évolué dans leur approche des sciences et ont été amenés à se poser beaucoup de questions (ce qui n'était pas gagné car une grande partie est assez passive !).
Pour développer cet esprit scientifique, il faut surtout pratiquer cela régulièrement et tout au long de la scolarité de l'enfant.

D/ Enseignant 4

1/ La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?

Au début, j'ai pensé que c'était intéressant de connaitre les critères de scientificité pour moi-même car c'était une vision des sciences que je n'avais pas auparavant. Et je ne pensais pas m'en servir beaucoup pour les cours car cela me semblait un peu complexe.
Cependant en restant un peu plus sur mon atelier avec les élèves, nous avons été beaucoup plus dans le détail, pour expérimenter et pour les guider dans leur démarche, je me suis servi des critères finalement, en partie du moins.

2/ Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?

En particulier le critère de reproductibilité, il s'est impose de lui même avec les élèves lorsque nous avons fait nos expériences.

3/ En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.

En particulier le critère de reproductibilité, il s'est impose de lui même avec les élèves lorsque nous avons fait nos expériences. Ce fut très important pour eux que tous les groupes observent le même résultat.

4/ Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée, de leur donner une idée de ce qu'est la science ?

je pense qu'ils ont tous grandement apprécié l'expérience et qu'ils ont acquis un raisonnement différent à présent, une curiosité scientifique, ils se posent des questions, cherchent à vérifier et en tant qu'enseignante j'ai pour ma part envie de poursuivre cette démarche les années à venir.

E/ Enseignant 5

Philippe Bovyn
Ecole l'Orée du bois à Mouans-Sartoux
La pêche à la queue
Classe de CM1/CM2

1/ La notion de critères de scientificité vous paraît-elle utile pour un enseignant du primaire ? En quoi ?

Cette notion donne du sens aux ateliers de recherche menés en classe. Elle structure la progression du questionnement dans l'observation d'un phénomène.

2/ Vous êtes-vous appuyés sur la notion de critères de scientificité pour définir les objectifs pédagogiques et construire votre séquence ? Si oui, quels critères particuliers et pourquoi ceux-là ?

Oui. Et en premier lieu le critère de primauté de l'expérience. Je dirais même proximité de l'expérience. Je voulais, dès la première séance, qu'il n'y ait pas plus de trois élèves autour d'un saladier (mélange réfrigérant). Ceci pour l'implication de chaque élève dans la démarche d'observation mais aussi pour travailler d'emblée au critère de reproductibilité. Plus tard, le critère d'agilité nous a amenés à suivre un protocole de mesures de températures échelonnées dans le temps. La tenue de ce relevé de températures et sa traduction sous forme de graphique nous a permis de travailler aussi le recul.
Ces travaux ont mis en lumière la température à laquelle se produit le changement d'état, tout en révélant le palier thermique où s'opère ce changement d'état.

3/ En classe, ces critères vous ont-ils aidé à piloter le déroulement ? Si oui, pouvez-vous raconter brièvement un exemple.

Lors d'une séance ultérieure, nous voulions tester la robustesse de l'expérience en cherchant à modifier un paramètre pertinent : la matière du gobelet posé dans le mélange réfrigérant. Le résultat n'a pas été modifié dramatiquement mais a permis de dégager la notion de conducteur thermique et de hiérarchiser trois matières bien distinctes : le métal, le plastique et le verre.

4/ Avez-vous eu le sentiment que cette approche a permis de préparer vos élèves à une formation scientifique plus avancée et de leur donner une idée de ce qu'est la science ?

Joker ? Non ? Bon, c'est une question embarrassante. Il serait bien présomptueux de ma part de penser qu'au sortir de cette séquence les élèves ont intégré les critères de scientificité au point de s'y astreindre systématiquement dans la suite de leur scolarité ou au gré de leur observation du monde. On va dire plus modestement qu'on a sans doute lancé une vague de fond qui prendra certainement plus d'ampleur chez certains que chez d'autres. A l'âge du primaire, l'idée de science est encore très globale et les savoirs encyclopédiques non vérifiés ne les empêchent pas de dormir (je l'observe aussi pour l'histoire…). Peut-on reprocher à nos élèves d'avoir une certaine « culture scientifique » ? Ce qui me semble plus déterminant quant à la place qu'ils accorderont par la suite à la démarche d'investigation, c'est le sentiment de plaisir qu'elle renferme. Parce que le plaisir, on finit toujours par y revenir.

F/ Enseignant 6

Bonsoir Estelle,

Je suis très contente que tu aies abordé ce sujet parce que je me posais le même genre de questions.
Voici mes réponses :
1- La notion de critères de scientificité me paraît très importante pour un enseignant de primaire.
Il est indispensable de les connaître pour être capable de repérer dans les expériences mises en pratique en classe les faiblesses voire les failles des démarches proposées, pour insister sur

2- Non, je ne me suis pas appuyée sur ces critères pour définir mes objectifs pédagogiques.
Il faudrait sans doute aborder plusieurs thèmes (un par année, par exemple) pour que l' acquisition de ces critères constituent un objectif pédagogique.
Je me suis d'abord attachée à ce que mes élèves intègrent **la notion** de densité des solides en poudre et des liquides puis , lors des manipulations, j'ai insisté sur le travail de groupe, la précision des gestes (dosage, lecture des graduations...), la notation des résultats, la mise en commun et la confrontation de ces résultats.
Tous les critères de scientificité ont été évoqué au fur et à mesure qu'ils se présentaient.
La participation au jardin des sciences, avec tout ce que cela comporte en terme d'échéance (il faut que tout et tout le monde soit prêt au jour J), prend beaucoup de temps et oriente les objectifs pédagogiques.
J'introduirai la notion de critères de scientificité après le JDS, lorsque nous en ferons le débriefing .
Je compte leur demander de me raconter l'expérience qu'ils ont préférée, ce sera l'occasion de pour eux de repérer un certain nombre de critères.

3- Oui, les critères 1,2,3 et 5 s'enchaînent bien pour amener les élèves à proposer d'autres manipulations.
Primauté de l'expérience : après avoir fait soupeser un paquet de coton et une masse marquée par chacun des élèves et les yeux bandés et avoir constater des différences d'appréciation, nous en sommes arrivés à la conclusion qu'il fallait s'en remettre à l'objectivité des instruments.

Reproductibilité de l'expérience : tout le monde était bien d'accord pour admettre que les résultats de chaque équipe devaient être les mêmes que ceux des autres . Cela posait le problème de la précision des manipulations, des erreurs de lecture... et du choix des liquides (par exemple, la différence de densités entre l'eau et le vinaigre est trop faible pour ne pas induire un grand nombre d'erreurs).

Robustesse de l'expérience : tout le monde a bien admis que si on changeait les récipients ou les doses , on devait continuer à trouver les mêmes résultats.

Pour le quatrième critère, l'**agilité**, on s'en est tenu à conclure que l'huile est toujours plus légère que l'eau... c'est sans doute sur ce critère que je me suis sentie le moins « agile » !

Le **recul**, par la schématisation des situations d'expériences est aisé à aborder.

4- Oui, j'ai le sentiment qu'ils ont beaucoup apprécié ces séances (on devrait en faire beaucoup plus souvent en primaire...), ils ont certainement une idée plus exacte de ce qu'est la science maintenant mais je compte aussi sur l'après JDS pour insister davantage et théoriser un peu.

Voilà ma contribution, en espérant qu'elle te sera utile,
cordialement,

Catherine Vanlerberghe.

ANNEXE 7.A.a.

Transcription des entretiens réalisés à Biot

Transcriptions A1 à A12 :

Enregistrements réalisés le 5 mai 2011, après midi, dans deux classes de GS de l'école maternelle de centre ville Calade Saint Roch à Biot.

L'enseignant de la première classe (entretiens A1 à A7), Jean-Luc Wolff est le directeur de l'école et un enseignant expérimenté, féru de sciences et ayant participé à une animation pédagogique de 3h dans laquelle la séquence *Plouf !* a été décrite. Ce collègue lors d'une deuxième animation a indiqué une modification du comportement de ses élèves qui cherchaient « ce qui n'était pas possible » dans les histoires lues en classe. Les sollicitations étant constantes, l'enseignant leur a indiqué que l'on pouvait aussi lire les histoires pour le plaisir et sans que cela soit vrai. Ce comportement était inexistant avant le travail sur les histoires. La deuxième enseignante (entretiens A8 à A12) est une collègue de GS formée par Jean-Luc Wolff et qui a bénéficié du matériel préparé par celui-ci.

Les enfants de deux classes de GS ont travaillé sur la séquence *Plouf !* :

— sept mois avant l'entretien (octobre 2010) pour les enfants de la première classe et le puits utilisé a été laissé 15 jours dans la classe pour des manipulations libres par les élèves.

— deux mois avant l'entretien pour les enfants de la seconde l'enseignante ayant emprunté le puits à son collègue.

Tous les enfants de l'école ont également participé à des activités scientifiques mutualisées et travaillé sur *Bascule* et *Petit glaçon*, deux autres ouvrages présentés en animation pédagogique.

Les enfants ont été interviewés par binômes dans la salle de jeu, à côté des PS en maternelle.

Transcriptions Ax-Post :

Enregistrements réalisés le 25 juin 2012, dans les classes de CP de l'école élémentaire de centre ville Calade Saint Roch à Biot.
Il n'a pas été possible de reconstituer systématiquement les binômes mais les enfants ont de nouveau été interviewés par paires dans la bibliothèque, en présence du matériel qu'ils avaient utilisé l'année précédente pour le travail.

à gauche : image prise en GS, à droite en CP : on reconnaît le puits et le même jeune élève, qui a grandi.

Transcription Binôme A1 Loris et Roxanne

Transcription *enr 00396* (2011) (E = Estelle Blanquet)

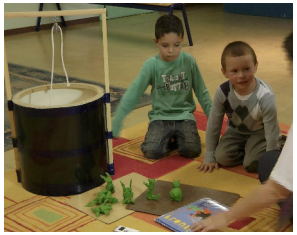
1	*E*	**Alors, est-ce que ce que vous voyez à côté de vous vous rappelle des choses ? Regardez tout cela** *(montre le puits)*
2	*Loris*	Oui
3	*E*	**Ca vous rappelle quoi ?**
4	*Loris et Roxanne*	Plouf !
5	*E*	**Plouf ? Est-ce que vous pourriez me raconter ce que vous avez fait avec votre maître sur Plouf ?**
6	*Loris*	En fait on a fait un puits et on a mis en premier le cochon, on avait mis le cochon, il était dans le puits.
7	*E*	**Il est tombé dans le puits le cochon ? Alors, on regarde l'histoire en même temps ? Alors qu'est-ce qu'il se passe au début de l'histoire ?**
8	*Loris*	*raconte l'histoire au fur et à mesure que les pages sont tournées.* /…/ Il y a le loup qui arrive, il descend et après il est coincé. Il est tombé dedans et après tous les autres partent.
9	*E*	**D'accord. Qu'est-ce que vous avez fait avec le maître en classe ? Vous avez raconté l'histoire, vous avez vu l'histoire, qu'est-ce que vous avez fait ensuite ?**
10	*Loris*	On a mis ça sur ça *(montre les personnages faits en pâte à modeler et la corde).* On allait voir si c'était vrai ou si c'était pas vrai l'histoire.
11	*E*	**Et alors ? qu'est-ce qui s'est passé ?**
12	*Loris*	Ce n'était pas vrai.
13	*E*	**Et toi qu'est-ce que tu en dis ?** *(s'adresse à Roxanne)* **Elle était vraie ou pas vraie l'histoire ?**
14	*Roxanne*	Pas vrai
15	*E*	**Et comment vous avez su qu'elle n'était pas vraie ?**
16	*Loris*	Parce que le cochon il était en bas et les lapins ils venaient alors ils étaient trop légers alors ils ne pouvaient pas le faire remonter.
17	*E*	**Qui c'est qui ne pouvait pas remonter ?**
18	*Loris*	Le cochon
19	*E*	**Le cochon ? On essaie de faire un peu ? Vous essayez de me montrer comment vous aviez fait avec le maître ? Je vous laisse faire tous les deux. Alors ça le maître m'a dit que c'était** *(montrant les personnages en pâte à modeler)*
20	*Loris*	Le loup
21	*E*	**Et ça...**
22	*Loris*	Le cochon
23	*E*	**Le cochon et puis là il y avait plein de lapins. Alors au début le loup**

24	*Loris*	Le loup est arrivé et il est tombé.
25	*E*	**Tu nous le fais ?** *(s'adresse à Roxanne)*
26	*Roxanne*	Oui
27	*E*	**Allez, vas-y**
28	*Roxanne*	*(accroche le loup à la corde)*
29	*Loris*	*raconte l'histoire et dis que le cochon descend. Roxanne aidée par E pour accrocher le cochon à la corde.*
30	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire là ?**
31	*Loris*	Avant le cochon il était trop lourd alors les lapins ils ne pouvaient pas le faire remonter.
32	*E*	**Alors attend. Là on a fait remonter le loup. Est-ce qu'on a pu faire comme dans l'histoire ?**
33	*Roxanne*	Oui
34	*Loris*	*(en même temps)* heuhhh oui
35	*E*	**Le loup il est remonté et le cochon il est descendu ?**
36	*Roxanne et Loris*	Oui
37	*E*	**Et le loup qu'est-ce qu'il fait ?**
38	*Loris*	Il essaie d'attraper le cochon mais il n'y arrive pas alors il s'en va.
39	*E*	**Et maintenant qu'est-ce qu'il se passe ?**
40	*Loris*	Après il y a les lapins qui viennent tous, ils viennent tous et ils s'accrochent, ils viennent tous dans le puits.
41	*E*	Oui
42	*Roxanne*	*(prend les lapins pour les mettre dans le seau, choisit les 3 plus gros ; qq difficultés pour les mettre dans le seau ; E aide et facilite la descente de la corde coincée)*
43	*E*	**Et donc quand on a mis la famille lapin...**
44	*Loris*	Après il y a le loup qui vient
45	*E*	**Alors, attend, le cochon qu'est-ce qu'il lui arrive ?**
46	*Loris*	Il remonte
47	*E*	**Il remonte et hop, il s'en va.**
48	*Loris*	Après il y a le loup qui arrive
49	*E*	**Oui**
50	*Roxanne*	Reprend le loup pour l'accrocher à la corde
51	*Loris*	Et après il descend
52	*Loris*	Il descend... il est trop léger *(Roxanne en train d'accrocher le loup, aidée par E)*
53	*E*	**Alors qu'est-ce qui se passe ? Est-ce que les lapins remontent ?**
54	*Loris*	Non, il est trop léger.
55	*E*	**Qui c'est qui est trop léger ?**
56	*Loris*	Le loup
57	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses Roxanne ?**
58	*Roxanne*	Oui
59	*E*	**Le loup est trop léger. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
60	*Roxanne et Loris*	Non
61	*Loris*	Peut-être si on met un seul lapin il peut remonter.

62	*E*	**Oui mais si on met un seul lapin, est-ce qu'il va remonter le cochon ?**
63	*Loris*	Non
64	*E*	**Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
65	*Roxanne et Loris*	Non
66	*E*	**Non ? elle n'est pas possible cette histoire ?**
67	*Roxanne et Loris*	Non
68	*E*	**Et alors, est-ce que vous en connaisez d'autres des histoires pas possibles ?**
69	*Roxanne*	Petit Glaçon
70	*E*	**Petit Glaçon ? Qu'est-ce qui se passe dans Petit Glaçon ?**
71	*Roxanne*	*(raconte l'histoire).* Et il rencontre un oiseau qui lui dit "attention, si tu vas dans un autre pays, tu vas fondre !"
72	*E*	**Et en quoi elle n'est pas possible cette histoire ?**
73	*Roxanne*	hésitation
74	*Loris*	Elle est possible. Parce que si elle n'est pas possible, le glaçon quand il fait chaud il ne fondrait pas. Et si elle est vraie il fond.
75	*E*	**Et là, il fond dans l'histoire ?**
76	*Loris*	oui
77	*E*	**Vous en connaissez des histoires possibles ? Vous en avez fait des histoires possibles avec le maître ?**
78	*Loris*	Je me rappelle plus.
79	*E*	**Est-ce que c'est embêtant si une histoire n'est pas possible, si on ne peut pas la faire ?**
80	*Loris*	Je ne sais pas
81	*E*	*(à Roxanne).* **Et toi, est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ? Comme là, le loup n'arrive pas à descendre, est-ce que c'est embêtant cela ?**
82	*Roxanne*	Non
83	*E*	**Non ? Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
84	*Roxanne*	silencieuse puis... Parce qu'on peut le faire plus gros.
85	*E*	**On peut le faire plus gros le loup ?**
86	*Roxanne*	Oui
87	*E*	**Et si on le fait plus gros le loup, qu'est-ce qui se passe ?**
88	*Roxanne*	Il descend ?
89	*E*	**Il descend. Est-ce qu'après, si on fait le loup plus gros, est-ce qu'après on peut refaire le début de l'histoire ?**
90	*Roxanne*	Non
91	*E*	**Non ? Pourquoi ?**
92	*Roxanne*	Parce qu'il sera trop gros
93	*E*	**Il sera trop gros par rapport à qui ?**
94	*Roxanne*	Par rapport au loup du début.
95	*E*	**Il sera plus gros que le loup du début oui, et qu'est-ce qu'il se passera** *(montre l'image où le cochon descend)*
96	*Loris*	Il ne pourra pas remonter.
97	*E*	**Hé oui, quoiqu'on fasse on n'y arrive pas. Qu'est-ce que vous penseriez si on fait**

		cela avec des enfants qui sont plus petits que vous et que les enfants en question pensent qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce que vous pensez que c'est embêtant si les petits ils pensent cela ?
98	*Loris*	Je sais pas
99	*E*	**Qu'est-ce que vous pensez (du fait) que les petits ils pensent que, comme dans l'histoire, le loup il descend et les lapins ils remontent ? Est-ce que c'est embêtant si les petits pensent cela ?**
100	*Loris*	Ils ne peuvent pas faire pareil.
101	*E*	**Ils ne peuvent pas faire pareil ? Comment on pourrait les aider à comprendre que ce n'est pas possible de faire comme dans l'histoire ?**
102	*Loris*	Essayer
103	*E*	**Essayer comment ?**
104	*Loris*	Comme on vient de faire
105	*E*	**Comme on vient de faire ? Donc toi tu proposes qu'ils fassent comme nous on vient de faire et tu penses qu'après ils penseraient...**
106	*Loris*	Que l'histoire elle n'est pas vraie.
107	*E*	**Et s'ils étaient tout tristes parce que l'histoire elle n'est pas vraie, qu'est-ce que tu leur dirais ?**
108	*Loris et Roxanne*	Je ne sais pas / Moi non plus
109	*E*	**Vous avez aimé travailler comme cela sur les histoires avec le maître ?**
110	*Loris et Roxanne*	Oui
111	*E*	**Le maître m'a dit que vous aviez travaillé sur Bascule il n'y a pas longtemps.**
112	*Loris et Roxanne*	oui
113	*E*	**Et est-ce que dans Bascule on peut faire comme dans l'histoire?**
114	*Loris*	Heuuh
115	*Roxanne*	Oui !
116	*E*	**Oui ? Est-ce que vous êtes arrivés à avoir le lapin d'un côté le le renard de l'autre** *(geste du bras basculant pour s'arrêter à l'horizontal)*
117	*Loris*	Un coup ça tenait, un coup ça tenait pas *(Rmq : le maître a changé de matériel suite à des difficultés à établir l'équilibre)*
118	*E*	**Un coup ça tenait, un coup ça ne tenait pas ?**
119	*Loris*	Avec un gros caillou et un petit caillou cela tenait.
120	*E*	**Cela tenait mieux ?**
121	*Loris*	Et on a dessiné le renart et le lapin
122	*E*	**D'accord. Et c'est intéressant de regarder si les histoires elles sont possibles ou pas à ton avis ?**
123	*Loris*	Oui
124	*E*	**Pourquoi ?**
125	*Loris*	Parce que j'aime quand on fait cela
126	*E*	**Qu'est-ce que tu aimes ?**
127	*Loris*	Quand on fabrique avec de la pâte à modeler les animaux comme les lapins, le loup et le cochon.
128	*E*	**D'accord. Et toi ?**
129	*Roxanne*	Moi aussi j'aime bien.
130	*E*	**Je vous remercie tous les deux.**

Transcription Binôme A2 Matthieu et Pablo



Transcription *enr 00397_part1* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Bonjour à tous les deux, regardez ce qu'il y a à côté de vous.**
2	*Pablo*	Un puits
3	*E*	**Oui, qu'est-ce que vous aviez fait avec cela en classe ?**
4	*Pablo*	En fait, on avait mis un cochon *(prend le cochon en pâte à modeler dans les mains)*. On avait mis en premier un loup, on l'avait mis dedans et on tirait la ficelle. Et si il était gros hé bien il pouvait descendre et si il descendait il était très gros. Mais si il est pas gros le cochon hé bien en fait il ne peut pas le faire descendre.
5	*E*	**Et toi, qu'est-ce que tu en penses, pourquoi vous aviez fait cela ?**
6	*Matthieu*	Parce qu'en fait le maître il nous a dit cela. Pour travailler.
7	*Pablo*	Pour travailler parce que l'on était sur les loups
8	*Matthieu*	Oui, pour lire un" livre de loup", voilà.
9	*E*	**Alors vous vous souvenez de ce "livre de loup" ?**
10	*Pablo*	Oui, c'est Plouf !
11	*E*	**Vous pouvez me raconter ce que vous avez fait avec cela ?** *(montre le livre et l'ouvre)*
12	*Matthieu*	En fait, d'abord il y a un puits. Après le loup il vient.
13	*Pablo*	Il regarde dedans et il tombe dans l'eau. Et après y le cochon qui vient et c'est lui qui descend.
14	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire cela, est-ce que vous avez essayé de faire cela ?**
15	*Matthieu et Pablo*	Oui
16	*E*	**Vous pouvez me montrer un peu ?**
17	*Pablo*	*(prend le loup, le met dans le seau et prend le cochon puis tire sur la corde pour faire remonter le loup)*. Après il y a le cochon qui vient et il va dedans. Et après il descend.
18	*E*	**Il descend comme cela ? Là, c'est toi qui le fait, c'est pas le cochon qui le fait**
19	*Matthieu*	Oui, mais y a pas le loup *(le seau est vide, Pablo reprend le loup en main)* Non, le cochon il va dans le puits, après il tombe.
20	*E*	**Alors Matthieu, montre-nous.**
21	*Matthieu*	*(montre les images du livre)* Ben le cochon il se tient à la corde et lui *(montre le loup)* il remonte. Voilà. Et après *(tourne la page)*
22	*Pablo*	*(en même temps)* C'est ce que j'ai fait
23	*E*	*(à Matthieu)* Attends, attends, on va déjà essayer de faire cela. *(à Pablo en train de manipuler)* Mais là, ce n'est pas le cochon qui remonte, là c'est toi qui le remonte *(en lui touchant la main avec laquelle il tire sur la corde)*.
24	*E*	*aide à accrocher le cochon à la corde pendant que Mathieu continue à raconter l'histoire ("après il y a les lapins qui arrivent...").*

25	*Pablo*	Mais arrête !
26	*E*	**Matthieu, arrête, tu avances un peu trop vite. On regarde déjà ce qu'il se passe là, regarde**
27	*Matthieu*	Hé ben
28	*E*	**Bon là j'ai bien accroché le cochon. Est-ce qu'il faut qu'on touche avec les mains ou pas ?**
29	*Matthieu*	Oui
30	*Pablo*	Non
31	*E*	Oui ou non?
32	*Pablo*	Non, non *(renforce par geste de la main)* Là il descend *(E lâche le cochon qui descend alors)*
33	*Pablo*	*(le cochon descend mais est bloqué par le seau, Pablo débloque sans s'en préoccuper plus que cela)* Après, lui il est remonté *(parlant du loup)*
34	*Matthieu*	A moi maintenant !
35	*E*	**D'accord. Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
36	*Pablo*	Et après il partait *(continue à s'occuper du loup qu'il a sorti du seau)*
37	*Matthieu*	Et moi ? S'empare des lapins et commence à les mettre dans le seau
38	*E*	**Attends, vous allez un peu vite là, qu'est-ce qui se passe ?**
39	*Matthieu*	Maintenant ils vont y aller, beaucoup, tous *(parle des lapins)*
40	*Pablo*	Attends, je t'aide
41	*Matthieu*	*(tire sur la corde pour faire remonter le cochon, un lapin n'étant pas suffisant)* Après ils descendent les lapins
42	*Pablo*	Attends, Attends, non, non, non, il y en a plein là, qu'est-ce que tu fais !
43	*Matthieu*	(*libère la corde et laisse redescendre le cochon pendant que Pablo rajoute des lapins dans le seau)*
44	*Pablo*	Faut en a voir plein
45	*E*	**Il faut en avoir plein pourquoi ?**
46	*Pablo*	Oui, parce qu'il y en avait plein
47	*Matthieu*	Non, il faut en avoir trois
48	*Pablo*	*(montre le livre et compte les lapins de l'histoire)* Un, deux et trois. *(prend le dernier lapin en pâte à modeler pour le mettre dans le seau)*. Voilà !
49	*Matthieu*	Et le cochon monte et après c'est le loup encore. *(Pablo tiens encore le seau avec les lapins)*
50	*E*	**Et là, qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
51	*Matthieu*	*(tire sur la corde pour faire remonter le cochon)*. Voilà, après les lapins descendent
52	*E*	**Hep, hep, hep, attendez, c'est qui qui a fait descendre les lapins là ?**
53	*Matthieu*	C'est moi
54	*E*	**C'est toi ? Et est-ce qu'il y a toi dans l'histoire ?**
55	*Matthieu*	*(en souriant)* non !
56	*E*	**Alors comment ils font pour descendre les lapins ?** *(Mathieu reprend le loup en main)*
57	*Pablo*	Doucement
58	*E*	**Oui, alors ils font comment pour descendre les lapins ? Moi je n'ai pas bien vu** *(tire la ficelle pour remettre le cochon au fond du puits)*. **Alors, est-ce que les lapins ils descendent ?**
59	*Pablo*	Non *(les trois lapins pris ne sont pas assez lourds)*

60	*E*	**Pourquoi, qu'est-ce qu'il se passe ?**
61	*Pablo*	On les fait descendre
62	*E*	**Ben, cela on ne peut pas**
63	*Matthieu*	Et après le loup il revient, il veut manger les lapins. Continue à raconter l'histoire en tournant les pages du livre. Pendant ce temps, un lapin perd sa tête...
64	*E*	**Vous avez fait cela vous ? Matthieu, vous avez fait cela en classe ?**
65	*Matthieu et Pablo*	Oui
66	*E*	**Vous avez fait descendre le loup ?**
67	*Matthieu*	Après, oui ! poum !
68	*E*	**Attendez, attendez, moi je ne comprends ps bien ce que vous me faites là. Pour le moment les lapins ils sont où ?** *(montre le seau avec les lapins en haut et le cochon en bas)*
69	*Matthieu*	Ben ils sont descendus *(Pablo tire sur la corde)*
70	*E*	**Oui, mais est-ce qu'ils sont descendus avec la main de Pablo les lapins ?**
71	*Matthieu*	Non
72	*E*	**Non, ils sont descendus comment ?**
73	*Matthieu*	Ben tout seuls !
74	*E*	**Tout seuls ? Et là, est-ce qu'ils descendent tout seuls les lapins ?**
75	*Matthieu et Pablo*	Non
76	*E*	**Non, donc qu'est-ce qu'il fait faire ?**
77	*Pablo*	Il faut les faire descendre avec la main
78	*E*	**Ben pas vraiment**
79	*Matthieu*	Ben si
80	*E*	**Ben non. Il faudrait peut-être même un peu plus de lapins**
81	*Pablo*	Ben oui, si, si !
82	*Matthieu*	*(geste de la main)* Non, non, non, ce n'est pas bon
83	*E*	**Ce n'est pas bon pourquoi ?**
84	*Matthieu*	Parce qu'il y a assez de lapins
85	*Pablo*	Il n'y en avait que trois
86	*Matthieu*	Oui
87	*E*	**C'est une famille de lapins**
88	*Matthieu et Pablo*	Oui
89	*E*	**Alors on rajoute un lapin ?**
90	*Matthieu*	Non!
91	*E*	**Alors on ne peut pas faire comme dans l'histoire !**
92	*Matthieu*	Ce n'est pas grave, ils sont descendus ! (tire sur la corde)
93	*E*	*laisse faire*
94	*Matthieu*	(*retire le cochon pendant que Pablo s'empare du loup)* Après le loup il vient et il descend
95	*Pablo*	*(accroche le loup qui ne descend pas et commence à tirer sur la corde)*
96	*E*	**Attends, est-ce qu'il descend le loup là ?**
97	*Pablo*	Non

98	*Matthieu*	Oui, avec la main de Pablo
99	*E*	**Avec la main de Pablo mais sans la main de Pablo, est-ce qu'il descend ?**
100	*E*	**est-ce que là le loup il est descendu sans la main de Pablo ?**
101	*Matthieu et Pablo*	Non
102	*E*	**Alors est-ce que vous avez réussi à faire comme dans l'histoire**
103	*Matthieu*	Ben non, parce qu'en fait le puits (*s'arrête et se gratte la tête*)
104	*Pablo*	On n'arrivait pas
105	*E*	**On n'arrivait pas ?**
106	*Matthieu*	Ouais
107	*E*	**Vous arrivez à faire comme dans l'histoire ou pas alors ?**
108	*Matthieu et Pablo*	Oui
109	*Pablo*	Oui, mais il faut le faire descendre avec la main
110	*E*	**D'accord. et si on ne le fait pas avec la main, si on essaie de faire fonctionner la poulie...** (*Pablo tier sur la corde et dis "regarde"*). **Oui je vois, mais si tu tires avec ta main, tu peux faire ce que tu veux avec ta main.** *(Pablo lâche la corde)*
111	*Mathieu*	Oh mais ils redescendent *(les lapins)*
112	*E*	**Hé oui ! Alors si on n'utilise pas la main, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
113	*Pablo*	Non
114	*Matthieu*	Attends ! *(fait Tarzan, balance le loup, fin excité)*
115	*E*	**Matthieu, si on n'utilise pas la main, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
116	*Matthieu*	Ben oui bien sûr, les petits lapins, voilà les petits lapins ... *(chantonne)*
117	*E*	**Lachez la corde, c'est moi qui le fait. Si on les remet comme dans l'histoire et que moi je lâche. Est-ce que le loup arrive à faire remonter les petits lapins ?**
118	*Pablo*	Non
119	*Matthieu*	Ben, bien sûr que non.
120	*E*	**Bien sûr que non pourquoi ?**
121	*Pablo*	Il y a la main de Mathieu, là, qui est dans le livre *(Mathieu tire de nouveau sur la corde pour faire remonter les lapins)*
122	*Matthieu*	Hé oui !
123	*Pablo*	Tu sais, il n'y a pas de Mathieu là-dedans, il n'y a que des lapins.
124	*E*	**Venez à côté de moi, on va arrêter de manipuler et réfléchir à ce que l'on a fait.**
125	*E*	**Alors, on a essayé de faire comme dans l'histoire, vous êtes d'accord ?**
126	*Matthieu et Pablo*	Oui
127	*E*	**Alors au départ on a mis un loup** *(hochement de tête des enfants)* **et puis après on a mis le cochon** *(re hochement de tête)* **et puis est-ce que l'on avait besoin de mettre la main pour que le cochon il descende ?**
128	*Pablo*	Oui
129	*Matthieu*	Il faut mettre les lapins
130	*E*	**Attendez. Est-ce qu'on avait besoin de la main pour que le cochon descende Pablo ?**
131	*Pablo*	(*hochement de la tête)* Non

132	*E*	**Non, on n'avait pas besoin de la main pour que le cochon il descende. Et puis après on a mis les lapins et là vous avez mis la main. Là, moi je n'était pas tout à fait d'accord avec vous. Mais je vous ai laissé faire quand même** *(hochement de tête de Matthieu).* **Donc on a mis les lapins au fond du puits parce que tu voulais absolument qu'il y en ait trois** *(s'adresse à Mathieu).*
133	*Pablo*	Moi je veux plus
134	*E*	**Attention au livre. On ne manipule plus**
135	*Pablo*	Mais j'en veux plus !
136	*E*	**Et puis là on a mis les lapins au fond du puits et puis on a accroché le loup. Et on a vu que sans la main de Pablo et sans la main de Mathieu, est-ce que les lapins ils remontaient ?**
137	*Matthieu et Pablo*	Non
138	*E*	**Non, ils ne remontaient pas. Donc est-ce que l'on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
139	*Pablo*	Non (*Mathieu confirme).* Elle est fausse.
140	*E*	**Elle est fausse ?**
141	*Matthieu*	Oui *(Pablo derrière hoche la tête pour dire qu'il est d'accord).*
142	*E*	**Et c'est embêtant cela ?**
143	*Matthieu*	Oui
144	*E*	**C'est embêtant cela ?**
145	*Matthieu*	Oui
146	*E*	**Pourquoi ?**
147	*Matthieu*	Ben parce que, parce qu'on n'y arrive pas
148	*E*	**Ah ! Et quand on n'y arrive pas c'est embêtant ?**
149	*Matthieu et Pablo*	Oui
150	*E*	**Mais on n'y arrive pas**
151	*Matthieu*	Oui *(Pablo hoche la tête)*
152	*E*	Tu es d'accord avec cela ?
153	*Matthieu*	Oui *(Pablo hoche la tête)*
154	*E*	**Sauf si on met les mains. Mais si on met les mains est-ce que l'on fait comme dans l'histoire ?**
155	*Pablo*	Non
156	*E*	**Non, parce que dans l'histoire est-ce qu'il y a des mains qui aident ?**
157	*Pablo*	Non. Oh oui, je sais, il faut mettre une main pour lui (montre le loup de l'image).
158	*E*	**Pourquoi ? Merci.**
159		
160	*Maître*	Tu vois, je les prends en soutien tous les deux parce que j'ai l'impression qu'il n'y a rien qui se construit.

Transcription Binôme A3 Loïc et Alice

Transcription *enr 00397_part1* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Bonjour à tous les deux**
2	*E*	**Est-ce que vous reconnaissez ce qu'il y a sur le tapis ?**
3	*Alice et Loïc*	Le loup, un cochon et des lapins
4	*E*	**Et qu'est-ce que vous avez fait avec cela en classe ?**
5	*Alice*	On a travaillé
6	*Loïc*	Sur Plouf
7	*E*	**Et qu'est-ce que vous aviez fait sur Plouf ?**
8	*Alice*	On avait fait une expérience sur Plouf
9	*E*	**Et quelle expérience, est-ce que vous vous rappelez ?**
10	*Loïc*	Avec des glaçons
11	*E*	**Ah non, cela ce n'est pas Plouf**
12	*Alice*	On avait fait un peu l'histoire
13	*E*	**Un peu, qu'est-ce que tu veux dire par là ?**
14	*Loïc*	On avait fait la queue du loup glacée dans
15	*Alice*	Non ce n'est pas ça. On avait essayé de faire le puits de l'histoire
16	*E*	**Et qu'est-ce qu'il se passe quand vous avez essayé ?**
17	*Loïc*	En fait, le loup il est, ah non
18	*E*	*Montre l'histoire et les enfants racontent*
19	*Loïc*	Les lapins remontent et le loup il se retrouve coincé.
20	*E*	**Et vous avez fait ça en classe ?**
21	*Loïc*	Non ça on n'a pas fait
22	*Alice*	si on a fait
23	*E*	**Et qu'est-ce qu'il s'est passé quand vous l'avez fait ?**
24	*Alice*	On a réussi à tout faire.
25	*E*	**Vous avez réussi à tout faire ?**
26	*Alice*	Le début de l'histoire jusqu'à ici *(montre image avec les lapins au fond)*
27	*E*	**Et là, qu'est-ce qu'il s'est passé ? Est-ce que les lapins sont remontés ?**
28	*Loïc*	*(Alice se tourne vers Loïc)* Heu… *(hésitation)* Non parce que les lapins ils sont trop lourds, ils sont trois et le loup il est qu'un

29	*E*	**Ils sont trop lourds les lapins et ils n'arrivent pas à faire remonter le loup ?**
30	*Alice*	inaudible
31	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
32	*Loïc*	Oui, mais….
33	*E*	**Ben, vous venez de me dire que le loup ne remontait pas. Est-ce qu'on peut faire toute toute l'histoire ?**
34	*Alice*	Je sais pas.
35	*E et enfants*	*manipulation et les enfants regardent.* **Et qu'est-ce qui se passent avec les lapins ?**
36	*Loïc*	Ils sont trop lourds alors ils descendent
37	*E*	**Alors les lapins descendent et le cochon remonte. Et ensuite ?**
38	*Alice*	*raconte l'histoire pendant que E accroche le loup*
39	*Alice*	Le loup il n'arrive pas à descendre
40	*E*	**Le loup n'arrive pas à descendre alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
41	*Loïc*	heu non
42	*Alice*	si on met moins de lapins.
43	*E*	**Ah, mais si on laisse les lapins comme ils sont ?**
44	*Alice*	Oui
45	*E*	**Ah oui ? Est-ce que l'histoire elle est possible ?**
46	*Loïc*	Non, elle n'est pas possible
47	*E*	**Alors si elle n'est pas possible l'histoire, est-ce que c'est embêtant ?**
48	*Loïc*	Non
49	*E*	**Non ? Pourquoi ?** *(silence)*
50	*Alice*	Les lapins ils sont trop lourds *(regarde au fond du puits)*
51	*E*	**Les lapins ils sont trop lourds et du coup est-ce qu'elle peut se faire l'histoire ?**
52	*Loïc et Alice*	Non
53	*Loïc*	Sauf si l'on tire sur la corde.
54	*E*	**Voilà. Mais si on tire sur la corde on met sa mais et est-ce qu'il y a des mains dans l'histoire ?**
55	*Alice*	C'est de la triche *(haussement d'épaules)*
56	*E*	**Et oui, c'est de la triche**
57	*Alice*	Et il ne faut pas tricher
58	*E*	**Qu'est-ce que vous pensez de celui qui a fait l'histoire. Elle est bien l'histoire ? Elle vous plaît ?**
59	*Loïc et Alice*	Oui
60	*E*	**Est-ce qu'elle est possible ?**
61	*Alice*	Non
62	*E*	**Non. Est-ce que c'est embêtant ?**
63	*Alice*	Si on tire c'est de la triche
64	*Loïc*	Après ça redescend *(Alice tire puis lâche et les lapins retonbent)*
65	*E*	**On raconte l'histoire à des petits et ils pensent qu'on peut faire comme dans l'histoire et qu'à la fin le loup va descendre et que les lapins vont remonter. Est-ce**

		que vous pensez que c'est embêtant s'ils pensent cela les petits ?
66	*Alice*	Oui c'est embêtant parce que si on fait comme l'histoire cela veut dire que les lapins ils sont sortis du puits.
67	*E*	**Et c'est embêtant si les petits ils croient que les lapins ils sont remontés ?**
68	*Loïc*	Oui parce qu'il faut dire la vérité
69	*Alice*	Je sais pas
70	*E*	**Est-ce qu'on pourrait les aider à comprendre que ce n'est pas possible ?**
71	*Loïc*	Oui
72	*E*	**Tu as une idée ? Comment est-ce que tu ferais ?**
73	*Loïc*	Je leur dirai que c'est pas possible que les lapins ils remontent sinon puisqu'ils sont trop lourds ils vont retomber dans le puits
74	*E*	**Tu leur dirais toi, et toi ?**
75	*Alice*	Je leur dirais que les lapins ils sont trop lourds et que le loup il est trop léger
76	*E*	**D'accord. Et comment vous avez fait vous. Vous pensiez que c'était possible quand le maître il vous a lu l'histoire ou pas ?**
77	*Alice*	Non
78	*Loïc*	Hum, oui
79	*E*	**Oui, vous pensiez que l'histoire était possible quand le maître il l'a raconté.** *A Alice,* **Tu pensais que ce n'était pas possible l'histoire, dès que le maître il l'a lue ?**
80	*Alice*	Non, pas dès que le maître il l'a lue mais après
81	*E*	Après quand ?
82	*Alice*	Après quand il a fini l'histoire j'ai cru qu'elle était possible mais à la fin je me suis rendue compte que ce n'était pas possible
83	*E*	**Et qu'est-ce qui t'a fait changer d'avis ? Comment vous avez su que l'histoire n'était pas possible ?**
84	*Alice*	Le maître il nous l'a dit
85	*E*	**Le maître il vous l'a dit ? Comment vous avez fait ?**
86	*Alice*	On a attaché le loup et on s'est rendu compte que le loup il ne pouvait pas descendre
87	*E*	**Donc c'est en essayant qu'on s'est rendu compte que cela ne marchait pas ?**
88	*Alice*	Oui
89	*E*	**C'est parce qu'on a essayé qu'on a su. Est-ce qu'avec les petits on pourrait faire pareil ?**
90	*Alice*	Oui, oui
91	*E*	**Et vous pensez que cela marcherait ?**
92	*Alice et Loïc*	Oui

Transcription Binôme A4 Raphaël et Marc

Transcription *enr 00398_part1* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*Raphael*	Les lapins, c'est à la fin *(dit-il en regardant l'illustration des lapins dans le seau).*
2	*E*	**Hum hum, Oui décalez-vous un tout petit peu… Voilà**
3	*Raphael*	Faut remettre du début
4	*E*	**Faut remettre du début**
5	*Raphael*	Oui
6	*E*	(*prend le livre et le ferme*) **Alors il faut tout remettre du début parce que là aussi il y a quelque chose dedans** (*enlève un personnage en pate à modeler accroché dans le puits)*
7	*E*	**Vous vous souvenez à quoi ça sert ? Pourquoi vous avez fait ça en classe** *(les enfants s'approchent du puits)*
8	*Raphael*	Oui
9	*Raphael*	Ah il y a le seau *(il tire la ficelle sur laquelle le seau est attaché)*
10	*E*	**Oui il y a le seau et il y a quoi d'autre ?**
11	*Raphael*	Il y a les lapins
12	*E*	**Oui… On va les laisser là pour le moment** *(le seau avec les lapins est posé sur le rebord du puits).*
13	*E*	**Alors vous me racontez un peu ce que vous avez fait avec ça, avec votre maître.**
14	*Raphael*	Hum, on a mis les loups, on a fait avec ça (*montre le puits*)
15	*E*	**Alors, qu'est ce que vous avez fait avec ça ?**
16	*Raphael*	On a tout mis à l'intérieur *(montre les personnages)*
17	*E*	???
18	*Marc*	On les a pris et on les a mis là (*montre le puits)*
19	*E*	**Et pour quoi faire ? Qu'est ce que vous avez fait ?**
20	*Raphael*	Pour faire descendre le loup et après le cochon
21	*E*	**Pour faire descendre le loup, le cochon**
22	*Marc*	Et après les trois petits lapins
23	*E*	**Et après les trois petits lapins et pourquoi vous avez fait ça ?**
24	*Marc*	(*s'appuie sur le puits qui se met à glisser*)
25	*E*	**Attention il ne faut pas faire bouger le puits** (*remet le puits en place*)
26	*E*	**Comment vous avez fait avec le loup, les lapins etc… ?**
27	*Raphael*	Ben parce qu'on voulait faire un exercice

28	*E*	**C'était quoi comme exercice ?**
29	*Marc*	C'était *Plouf !*
30	*E*	**C'était Plouf ! Alors regarder** (*ouvre le livre de Plouf!*), **c'était *Plouf!* C'est une surprise hein ?**
31	*Raphael*	(*acquiesce avec sa tête*) C'est le premier truc que j'ai vu.
32	*E*	**Ah, et qu'est-ce qu'il se passe alors ? Est-ce que vous pouvez me raconter, est-ce que vous vous souvenez un petit peu ?** (*tourne les pages du livre au fur et à mesure du récit des enfants)*
33	*Raphael*	En fait c'est un loup, il a très très faim, il croit qu'il y a du fromage, après il y va et après il tombe … et après il peut plus sortir.
34	*E*	**Alors il tombe et il peut plus sortir**
35	*Raphael*	Ca c'est la grenouille et il a cru que c'était la Lune
36	*E*	**Ah oui c'est pas ???**
37	*Marc*	C'est le reflet de la Lune
38	*E*	**C'est le reflet de la Lune et il tombe ?**
39	*Raphael*	Et il tombe
40	*Marc*	Et après
41	*Raphael*	Et après le cochon, le fait tomber sur la tête du loup, et après le cochon il vient et après "oh je me baigne, plonge" et après il descend, il descend le cochon et après en fait c'est pour l'attraper et il va pas réussir (*tourne la page du livre*) et après c'est lui qui va être dedans
42	*Marc*	Et après…
43	*Raphael*	Et après (*tourne encore un page*) les lapins et ben
44	*Marc*	Le cochon et ben il glisse et il dit…
45	*Raphael*	Et après il y a les lapins et il dit c'est un puits à carottes, venez, plonge!
46	*Marc*	Non il y a plein de carottes il a dit.
47	*E*	**Oui**
48	*Raphael*	Il y a plein de carottes
49	*E*	**D'accord** (*tourne la page*) **et là, qu'est-ce qu'il se passe ?**
50	*Raphael*	Il remonte avec …
51	*E*	**Qui remonte ?**
52	*Raphael*	Le cochon, ils redescendent les lapins et après les lapins ils essayent de remonter et ils n'arrivent pas et après il redescend (*montre le loup en train de descendre sur le livre*) et après il remontent avec la grenouille...
53	*E*	**Qui remonte et qui redescend ?**
54	*Raphael*	Les lapins avec la grenouille et après y a le loup … et après y a la nuit
55	*E*	**Donc vous m'avez raconté l'histoire de *Plouf!***
56	*Raphael*	Oui
57	*E*	**Oui et qu'est-ce que vous avez fait avec votre maître avec le puits ?**
58	*Raphael*	Ben, on a fait descendre (*montre le seau*)
59	*E*	**Vous les avez fait descendre et alors qu'est-ce qu'il s'est passé ? Est-ce que vous vous en souvenez de se qu'il s'est passé quand on a fait descendre le seau ? Qu'est ce qu'il s'est passé ?**
60	*Marc*	Il était plus petit (*en remettant la corde dans la poulie*)
61	*E*	**Qui était plus petit ?**
62	*Marc*	Le loup

63	*E*	**Le loup, c'est-à-dire ?**
64	*Marc*	Il pouvait plus revenir
65	*E*	**Il pouvait plus ?**
66	*Marc*	Revenir. Parce que y avait le cochon qui revenait
67	*Raphael*	Y avait le loup (*met le loup dans le seau*)
68	*E*	**On met le loup, d'accord**
69	*Raphael*	Après je lâche *(lâche le seau dans lequel il y a le loup et celui-ci tombe dans le fond du puits).* Lâche !
70	*E*	**D'accord, donc le loup, il tombe au fond**
71	*Raphael*	D'accord (*repasse la corde dans la poulie*)
72	*E*	**Et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?** (*met le cochon au bord du puits*)
73	*Marc*	Il y a le cochon qui arrive.
74	*E*	**Tien voilà le cochon**
75	*Raphael*	On va l'accrocher (*accroche le cochon à la corde avec l'aide de E*) et après il descend
76	*E*	**Donc le cochon descend et le loup…**
77	*Raphael*	Remonte
78	*E*	**Il est remonté là ?**
79	*Marc*	(*remet le loup dans le seau car il était tombé*)
80	*Raphael*	Voilà
81	*E*	**Donc le cochon remonte et puis ensuite ?**
82	*Raphael*	Et puis ensuite
83	*Marc*	Il y a les lapins
84	*E*	**Je vous aider à mettre les lapins, et là qu'est-ce qu'il se passe ?** (*E lâche le seau avec les lapins*) **Attention !**
85	*Raphael*	(*récupère le cochon*)
86	*Marc*	Après le loup il revient (*R et M se disputent pour attacher le loup à la corde*)
87	*E*	**Accroche le plutôt là, ce sera plus facile. On l'accroche.**
88	*Raphael*	Et après,... le truc c'est que ça descend pas.
89	*E*	**Le truc c'est que ça descend pas**
90	*Raphael*	Oui
91	*E*	**Hum hum, ça descend pas**
92	*Raphael*	Ben oui regarde
93	*E*	**Ah ben non**
94	*Raphael*	(*tire la corde pour faire descendre le loup)*
95	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Relâche, que je vois que ça descende pas** (*R lâche*). **Ah ben oui effectivement, ça ne descend pas.**
96	*E*	**Alors regardez moi. Revenez par ici**
97	*Raphael*	On enlève les lapins
98	*E*	**Ah ben si on enlève les lapins, le loup va remonter, bien sûr !**
99	*Marc*	(*prend le cochon*)
100	*E*	Ca c'est le cochon
101	*Raphael*	Non le loup il remonte pas
102	*Marc*	Ca c'est un lapin

103	*Raphael*	Et là aussi il remonte pas (*tire le loup pour le faire remonter*)
104	*E*	**Bon on repose les choses. Revenez à côté de moi. On va arrêter de manipuler. Non mais ne marche pas dessus parce qu'après les autres ils vont avoir du mal. Alors**
105	*Raphael*	Oh ça tient !
106	*E*	**Ah oui là c'est coincé. C'est coincé** (*décoince et le seau retombe*). **Alors, dites moi, est-ce que vous avez pu faire comme dans l'histoire ?**
107	*Mar et Raphael*	Non
108	*E*	**Non**
109	*Raphael*	Non! On était obligé de tirer
110	*E*	**Oui donc qu'est-ce qu'il se passe au contraire de l'histoire ?**
111	*Raphael*	C'est ça ! (*montre le livre)*
112	*E*	**Ca, c'est-à-dire ?**
113	*Raphael*	On ne peut pas que les lapins remontent
114	*E*	**On ne pas faire remonter les lapins. Est-ce que l'histoire est possible ?**
115	*Marc et Raphael*	Non !
116	*E*	Non l'histoire n'est pas possible.
117	*Marc*	Oui elle est possible
118	*E*	**Elle est possible ou elle n'est pas possible ?**
119	*Raphael*	Elle n'est pas possible
120	*Marc*	Elle n'est pas possible
121	*E*	**Pourquoi elle n'est pas possible ?**
122	*Marc*	Parce que le seau il se casse pas à la fin
123	*E*	**Parce que le seau il se casse pas à la fin ?**
124	*Marc*	Il se casse à la fin (*en regardant le livre*) et le seau il se casse pas à la fin (*en regardant le puits*)
125	*Raphael*	Oui et en même temps, en même temps, c'est qu'avec tous les lapins, avec tous les lapins ça devrait, il devrait remonter avec le puits alors qu'il remonte pas.
126	*E*	**Ca c'est pas possible ?**
127	*Raphael*	Ben non ! Faut faire un énorme loup et après le cochon il va pas redescendre. Alors on peut pas.
128	*E*	**On ne peut pas**
129	*Raphael*	Elle n'est pas possible cette histoire (*sourire*).
130	*E*	**Est-ce que c'est embêtant qu'elle soit pas possible cette histoire?**
131	*Raphael*	Ou sinon on rajoute de la pâte à modeler à la fin, mais le loup il est pareil, il a rien mangé
132	*E*	(*fait non de la tête*) **C'est embêtant qu'elle soit pas possible cette histoire ? Qu'est-ce que tu en penses ? Tu t'appelles comment ?**
133	*Raphael*	Raphaël
134	*E*	**Raphaël. Est-ce que c'est embêtant que cette histoire ne soit pas possible ?**
135	*Raphael*	Non
136	*E*	**Non ? Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
137	*Raphael*	Ben tu peux en faire d'autres où tu peux le faire. Tu peux faire d'autres histoires où tu le fais.

138	*E*	**Tu veux dire que tu peux raconter des histoires où ça marche et d'autres histoires où ça ne marche pas, c'est ça ?**
139	*Raphael*	Non je veux dire tu peux faire des histoires où ça marche
140	*E*	**Oui, et puis là c'est une histoire où ça ne marche pas, c'est ça ?**
141	*Raphael*	Faudrait faire un noeud où ça tombe tout le temps (*parle de la corde avec laquelle il joue*)
142	*E*	**Oui oh, ce n'est pas très grave**
143	*Raphael*	Mais si !
144	*E*	**On va faire un nœud d'accord, ça sera plus pratique pour les autres** (*fait le nœud au bout de la corde*)
145	*E*	**D'accord donc l'histoire, elle n'est pas possible. Donc toi tu penses que c'est pas très embêtant** (*s'adresse à R*) **parce qu'on peut en raconter d'autres des histoires, c'est ça ?**
146	*Raphael*	Oui
147	*E*	**Et toi qu'est-ce que tu en penses ?** (*s'adresse à M*) **Elle est bien cette histoire ?**
148	*Marc*	Oui
149	*E*	**Pourquoi ?**
150	*Marc*	Parce que c'est bien
151	*E*	**Parce que c'est bien ? Est-ce qu'une histoire, ben elle est meilleure si elle est possible ou si elle est pas possible. Qu'est-ce que vous en pensez ?**
152	*Raphael*	Moi je trouve qu'elle est mieux si elle est possible
153	*E*	**Elle est mieux si elle est possible ?**
154	*Raphael*	Oui
155	*E*	**Vous en connaissez d'autres des histoires pas possibles ?**
156	*Marc*	Oui : *Petit Glaçon*
157	*E*	**Elle n'est pas possible *Petit Glaçon* ?**
158	*Raphael*	Si !
159	*Marc*	Si
160	*E*	**Qu'est-ce qui n'est pas possible dans petit Glaçon ?**
161	*Marc*	Qu'il fond, qu'on le croque
162	*E*	**Oui**
163	*Marc*	Qu'il pleure
164	*Raphael*	Qu'il pleure, qu'il…en nuage
165	*E*	**Qu'il se transforme en nuage ? Ca c'est possible ?**
166	*Marc*	Oui
167	*Raphael*	Ben oui, la vapeur
168	*E*	**D'accord. J'ai une question pour vous, une dernière question. Cette histoire là on ne l'a pas racontée comme le maître vous l'a racontée. On l'a racontée à des enfants beaucoup plus petits que vous, comme ceux qui sont à côté dans la classe.**
169	*Marc*	Beaucoup plus petit
170	*E*	**Beaucoup plus petit, et puis...**
171	*Raphael*	C'est des moyens, nous on est grand. Il ya les moyens/grands avant.
172	*E*	**Hmm. Et puis ces enfants là, et bien ils ont cru que pour l'histoire, ils pouvaient faire pareil que pour l'histoire**
173	*Raphael*	C'est vrai ?

174	*E*	**Ils ont cru ça, oui. Ils ont cru qu'on pouvait faire pareil que dans l'histoire et à la fin, que les lapins ils remontaient et le loup il redescendait.**
175	*Raphael*	En vrai (*les yeux écarquillés*)!
176	*E*	**En vrai, oui ! Est-ce que pour toi c'est embêtant ça ? Est-ce que c'est embêtant ?**
177	*Marc*	Non, ce n'est pas embêtant
178	*Raphael*	Non ce n'est pas vraiment embêtant, c'est que des enfants.
179	*E*	**Est-ce que tu penses que tu… Est-ce que tu aurais… Oh hé. Est-ce que tu aurais un moyen pour aider ces enfants à comprendre comme vous que l'histoire n'est pas possible ? Comment on pourrait faire pour que ces enfants comprennent ?**
180	*Marc*	C'est qui ça ? (*prend un lapin dans sa main*)
181	*E*	**Ca c'étaient des lapins en plus.**
182	*Raphael*	On les ramène là haut
183	*E*	(*fait non de la tête*)
184	*Raphael*	Non mais l'autre, les autres en trop.
185	*E*	**Non non on va tout laisser comme ça. Est-ce que vous avez une idée pour aider les enfants, les petits enfants à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
186	*Raphael et Marc*	Non !
187	*E*	**Non, pas d'idées. Alors c'est tout alors. Je n'ai plus d'autres questions pour vous. Je vous remercie d'avoir répondu. Merci à tous les deux. Alors maintenant vous m'avez tout mis dans le puits, alors vous ressortez tout du puits parce que j'en ai besoin pour les autres enfants qui vont venir. Non non non non ! Vous les ressortez doucement et vous remettez bien proprement pour tout le monde...**

Transcription Binôme A5 Kilian et Nolhan

Transcription *enr 00398_part2* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Bonjour, tous les deux ! Venez, asseyez-vous ici. Je suis en train de refaire les lapins. Parce que celui-là il est un petit peu abimé.**
2	*Kilian*	C'est tous des lapins ?
3	*E*	**Ce sont tous des lapins, oui. Alors, à quoi ça vous fait penser tout ça ?**
4	*Kilian*	Au livre
5	*E*	**Ca vous fait penser au livre. A quel livre ?**
6	*Kilian*	A Plouf. **Est-ce que vous pourriez… Est-ce que vous vous rappelez… Est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez fait en classe ?**
7	*Kilian*	Ah je me rappelle
8	*E*	**Ah tu te rappelles.** (*N lève la main*) **Toi aussi tu te rappelles ?**
9	*Nolhan*	Au début, y avait un loup que, qui croyait que dans le puits y'avait un fromage mais c'était le reflet de la Lune.
10	*E*	**Tu es d'accord** (*à K*)?
11	*Kilian*	Oui
12	*E*	**Alors, il faut que vous parliez un tout petit peu plus fort parce que moi je suis un petit peu sourde et je vais pas réussir à vous entendre si vous parlez doucement. Et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ? Toi ton prénom c'est…?**
13	*Kilian*	Kilian
14	*E*	**Kilian, alors il croyait que c'est le reflet de la lune. Qu'est-ce qu'il se passe alors ?**
15	*Nolhan*	Ben il croit la voir et
16	*Kilian*	Il tombe, il tombe dans l'eau
17	*E*	**Il tombe dans l'eau. Il s'accroche à la corde et plouf, il tombe dans l'eau et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ? Vous vous souvenez ?**
18	*Nolhan*	Il y a un cochon…
19	*Kilian*	… qui arrive. Il dit "hé tu peux m'aider, j'ai pas tout mangé". Et le cochon il descend et le loup il remonte.
20	*E*	**Oui et puis ensuite...**
21	*Nolhan*	Et il veut essayer de le manger.
22	*E*	**Et est-ce qu'il y arrive ?**
23	*Kilian et Nolhan*	Non !

24	*Nolhan*	Non parce que c'est le cochon qui va tomber dans l'eau.
25	*E*	**Donc le cochon descend et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
26	*Kilian*	Il y a les lapins qui arrivent
27	*E*	**Oui**
28	*Kilian*	Et et… tu peux monter je vais pas te manger, alors les trois lapins, ils montent dans le puits et en fait le cochon il veut manger les trois lapins et après il rate et après le cochon il remonte et les lapins ils restent en bas
29	*Nolhan*	Mais moi je n'ai pas parlé
30	*E*	**Bon c'est bon. Tu veux parler pour la suite ? Qu'est-ce qui se passe en suite ?**
31	*Nolhan*	Et après ils tombent dans l'eau et il y a le loup qui revient depuis le début, et ils essayent de monter et il essaye de les manger.
32	*E*	**Et après qu'est-ce qu'il se passe ?**
33	*Nolhan*	Ben après, après ils montent, ils montent dans le puits et eux ils montent par la corde et après il tombe dans l'eau
34	*E*	**Qui tombe dans l'eau ?**
35	*Nolhan*	Le loup.
36	*E*	**Hum hum. Et vous avez fait quoi après ça ?**
37	*Kilian*	On a regardé (*en montrant le puits du regard*)
38	*E*	**Vous avez regardé ?**
39	*Nolhan*	Oui
40	*E*	**Et alors ?**
41	*Kilian*	Ben après, les lapins ils sont montés ??? et le loup il était resté coincé
42	*Nolhan*	Et le seau il est tombé sur sa tête et il était cassé
43	*E*	**Ca c'est l'histoire. Ca c'est l'histoire que vous me racontez. Qu'est-ce que vous avez fait en classe avec le maître ?** (*montre le puits*)
44	*Nolhan*	On a construit le cochon, les lapins et le loup
45	*E*	**Et qu'est-ce que vous avez fait avec ça ?**
46	*Kilian*	Pour faire la, heu, le livre.
47	*E*	**Vous me montrez ? Vous me montrez maintenant ? Comment vous avez fait ? Heu, Kiliane tu me montres un peu ?**
48	*Kilian*	En fait
49	*E*	(*prend le loup et remonte le seau du puits)* **Qu'est-ce que vous avez fait au début ?**
50	*Nolhan*	D'abord on le mettait dans le puits
51	*E*	Le loup dans le puits (*E met le loup dans le seau et K lâche la corde. Le seau tombe au fond du puits*)
52	*Kilian*	Le loup, il tombe
53	*E*	Le loup, il tombe et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ? (*E prend le cochon en main et N le récupère)*
54	*Kilian*	Le cochon arrive
55	*E*	**Il y a le cochon qui arrive**
56	*Nolhan*	Il y a le cochon qui arrive et il dit "tu peux m'aider je ne vais pas te manger"
57	*Kilian*	Ca c'est le loup qui dit ça. Après il s'accroche (*accroche le cochon à la corde avec l'aide de E)*
58	*E*	**Voilà je pense que c'est bon et après qu'est-ce qu'il se passe ?**
59	*Kilian*	Et après comme il est plus grand le cochon, il n'arrive pas à l'attraper le loup

60	*E*	**Comme il est plus lourd le cochon, qu'est-ce qu'il se passe ?**
61	*Nolhan*	Après il y a les lapins (*prend les lapins dans sa main*)
62	*Kilian*	Ben le loup il veut le manger, tellement il est lourd le cochon, il tombe dans le puits
63	*E*	**D'accord donc le cochon il est au fond du puits et puis le loup s'en va**
64	*Kilian et Nolhan*	Après il y a les lapins qui viennent
65	*Nolhan*	Et après
66	*E*	**Qu'est-ce qu'il se passe avec les lapins, attend**
67	*Kilian*	Il dit le cochon, il dit le cochon, je ne veux pas vous manger. Je mets dedans (*met les lapins dans le seau*)
68	*E*	**D'accord. Tu les mets, voilà ! Et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
69	*Kilian*	Comme ils sont plus lourds que son poids… (*E remet en place la corde dans la poulie et les lapins descendent*)
70	*E*	**Oui, ils sont plus lourds**
71	*Kilian*	Ils sont cassés
72	*E*	(*répare les lapins*) **Je les remets hein. Voilà. Et donc qu'est-ce qu'il se passe ?**
73	*Kilian*	Comme il est plus lourd, comme le lapin est plus lourd que le cochon, comme ils sont trois, ben le cochon il remonte
74	*E*	**Oui le cochon il remonte**
75	*Kilian*	Et…
76	*E*	**Donc voilà, on a les lapins qui sont au fond**
77	*Kilian*	Il faut le ???
78	*Nolhan*	Et après y a le loup qui revient depuis le début
79	*E*	**Oui**
80	*Nolhan*	Et après il dit qu'est-ce que vous faites. Et après il s'accroche sur la corde (*K accroche le loup à la corde*) et après
81	*Kilian*	Il descend (*le loup ne descend pas*). Attend, attend (*il fait descendre le loup en tirant sur la corde*) et eux ils doivent remonter et ils s'accrochent ici, avec le puits. Il remonte (*il pose le seau avec les lapins sur le bord du puits*). Et là y a le loup qui...(*les lapins tombent dans le puits et le loup remonte*) Attend.
82	*E*	**Regarde ce qui se passe. Raccroche le loup. On raccroche le loup. Qu'est-ce qu'il se passe quand on raccroche le loup ?**
83	*Nolhan*	Ben après il va tomber
84	*E*	**Est-ce qu'il tombe là ? Sans mettre la main, est-ce qu'il tombe le loup ?**
85	*Nolhan et Kilian*	Non !
86	*E*	**Il ne tombe pas le loup ?**
87	*Kilian*	Non! Attend (*se déplace sur le côté*)
88	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
89	*Kilian*	Non, ce n'est pas possible.
90	*E*	**Ce n'est pas possible de faire comme dans l'histoire ?**
91	*Nolhan*	Non. Parce que eux (montrent les lapins au fond du puits) ils sont plus lourds que le loup.
92	*E*	**Tu es d'accord Kilian ?**
93	*Kilian*	Oui
94	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire alors ?**

95	*Kilian*	Non (*réessaye de faire descendre le loup*)
96	*E*	**L'histoire n'est pas possible. Vous en connaissez d'autres des histoires pas possibles ?**
97	*Kilian*	Non, heu, si. La balance.
98	*E*	**Est-ce qu'elle est possible ou pas possible ?**
99	*Kilian*	La balance ?
100	*E*	**Oui**
101	*Kilian*	Non elle n'est pas possible.
102	*Nolhan*	Et le Glaçon aussi.
103	*E*	**Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire? Qu'est-ce que tu en penses ?**
104	*Nolhan*	Oui
105	*E*	**Oui pourquoi ?**
106	*Nolhan*	Parce que ils sont plus lourds que le loup
107	*E*	**Les lapins sont plus lourds que le loup ?**
108	*Nolhan*	Oui parce qu'ils sont trois
109	*E*	**Parce qu'ils sont trois et est-ce qu'on arrive à les remonter ?**
110	*Nolhan*	Là ça remonte *(car K maintient les lapins en haut du puits en tenant la corde)*
111	*E*	**Oui mais pourquoi ça remonte ? Comment vous avez fait pour que ça remonte ?**
112	*Nolhan*	Lâche pas *(K lâche)*. Ben on fait comme ça *(tire la corde)*
113	*E*	**Oui tu tires. Parce que tu tires**
114	*Nolhan*	Ben oui.
115	*E*	**Est-ce que dans l'histoire, est-ce que dans l'histoire de *Plouf!* on tire sur la corde ?**
116	*Nolhan*	Non
117	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme l'histoire alors ?**
118	*Nolhan*	Non!
119	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire alors. Kilian ?**
120	*Kilian*	Parce que le loup, il n'a pas assez mangé. Alors c'est pour ça qu'il est pas lourd, sinon il serait comme ça (*fait un gros ventre avec ses bras*) ça ferait tut (*fait monter les lapins et descendre le loup*)
121	*E*	**Oui, il faudrait qu'il soit plus gros, qu'il grossisse**.
122	*Kilian*	Oui
123	*E*	**Donc là ça ne marche pas l'histoire.**
124	*Kilian*	Devine c'était à qui ce loup
125	*E*	**Ah ben ça je ne sais pas.**
126	*Kilian*	A Jérôme
127	*E*	**Ah peut-être. Attend, on va arrêter de jouer j'ai d'autres questions à vous poser. Asseyez-vous à côté de moi parce que sinon je ne vais plus vous voir.**
128	*E*	**Alors j'ai une autre question pour vous. On a fait ce travail avec des petits enfants, des plus petits, et puis on leur a juste raconté l'histoire, d'accord. Et puis quand on leur a raconté l'histoire, et bien les enfants, ils ont cru qu'on pouvait faire comme dans l'histoire. Que l'histoire elle était possible.**
129	*Kilian*	C'était eux (*montre la classe d'à côté*)
130	*E*	**Par exemple, ces petits. Est-ce que c'est un problème, à votre avis ? Est-ce que c'est embêtant si les petits ils pensent que c'est possible l'histoire ?**

131	*Kilian*	Non
132	*E*	**Non, pourquoi ?** (*pas de réponse*). **Tu n'as pas d'idée ?**
133	*Kilian*	Non
134	*E*	**Ce n'est pas grave. Alors ce qu'on s'est dit quand même, c'est que, ils pensaient, ils étaient convaincus que les lapins ils allaient remonter. Alors, bon, est-ce qu'on pourrait trouver un moyen, nous, pour les aider les petits, à comprendre que c'est pas possible l'histoire. Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que ce n'est pas possible ?**
135	*Nolhan*	Parce que le loup il n'est pas assez gros, parce qu'il voulait manger le cochon. Mais, il n'a pas pu.
136	*E*	**D'accord le loup il n'est pas assez gros. Comment on pourrait faire pour faire comprendre ça aux tout-petits ? Est-ce que vous avez une idée ? Est-ce que vous vous pensiez que l'histoire était possible au départ ?**
137	*Kilian*	Non
138	*E*	**Toi non ?**
139	*Kilian*	Je pensais qe ce n'était pas possible
140	*E*	**Tu pensais que ce n'est pas du tout possible. Et tu pensais que c'était parce que le loup était trop léger ?**
141	*Kilian*	Oui
142	*E*	**C'est vrai ça ?**
143	*Kilian*	Oui
144	*E*	**Et alors comment tes copains qui pensaient que c'était possible ont fait pour comprendre ça ?**
145	*Kilian*	Y'a tout le monde qui pensait que c'était pas possible.
146	*E*	**Et comment vous avez fait pour savoir ça ?**
147	*Nolhan*	Ben le maître nous l'a dit
148	*E*	**Parce que c'est le maître qui vous l'a dit ?**
149	*Kilian et Nolhan*	Oui
150	*E*	**Et il vous l'a juste dit ou vous avez fait tout ce qu'on vient de faire là ?**
151	*Kilian*	On l'a refait
152	*E*	**On l'a refait et quand on refait, qu'est-ce qu'on observe ? Qu'est-ce qu'on constate ?** (*pas de réponse donc E montre le puits*). **Est-ce que le loup il descend là ?**
153	*Kilin et Nolhan*	Non !
154	*E*	**Non ! Donc on a regardé, et puis qu'est ce qu'on a dit ? On a dit que quand on fait le loup, le loup il…**
155	*Nolhan*	Ne tombe pas !
156	*E*	**Il ne tombe pas. Et comme on voit que le loup il ne tombe pas est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
157	*Kilian*	Ca serait bien si le loup, quand on avait les cochons, ça serait bien, que le cochon et les lapins ...
158	*E*	**Ca serait bien si on pouvait faire comme dans l'histoire. C'est ça que tu veux dire ?**
159	*Kilian*	Oui et que loup (*inaudible*)
160	*E*	**Et non parce que le loup il n'avait pas mangé.**
161	*Kilian*	Peut-être qu'il n'avait pas le temps.
162	*E*	**Oh ça je peux pas te dire ça. Est-ce que vous avez aimé ce que vous avez fait avec**

		votre maître ?
163	*Kilian et Nolhan*	Oui
164	*E*	**Oui ? Qu'est ce que vous retenez de cette histoire ?**
165	*Kilian*	Aussi la balance c'était bien
166	*E*	**Aussi la balance c'était bien.**
167	*Kilian*	Y avait un lapin, le loup il voulait tuer le lapin
168	*E*	**Le renard. C'était un renard**
169	*Kilian*	Après ils ont fait la balance, après il bouge plus il est en équilibre.
170	*E*	**Et vous êtes arrivés à faire la même chose que dans l'histoire ?**
171	*Kilian*	Oui
172	*E*	**Et l'histoire elle est possible là ?**
173	*Nolhan*	Et aussi on a parlé du petit glaçon
174	*E*	**Oui vous avez aussi parlé du petit glaçon. Merci beaucoup tous les deux**.

Transcription Binôme A6 Anna et Luc

Transcription *enr 00399* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce que l'on a fait avec ça ?**
2	*Anna*	Euh euh … *(fait non de la tête)*
3	*Luc*	(*chuchotement inaudible*) ...
4	*E*	**Tu sais tu peux parler plus fort. Comment tu t'appelles ?**
5	*Luc*	Luc
6	*E*	**Tu t'appelles Luc, quel joli prénom. Et toi ?**
7	*Anna*	Anna
8	*E*	**Anna**
9	*Anna*	Je parle français et anglais
10	*E*	**Oui**
11	*Luc*	Moi aussi
12	*E*	**Toi aussi. Votre maître m'a dit ça. Bravo ... ça c'est fort !**
13	*Luc*	(*chuchote quelque chose d'inaudible en se penchant sur le livre*)
14	*E*	**Alors ça c'est quoi ? Alors qu'est qui se passe là ?**
15	*Luc*	(*inaudible*)
16	*E*	**Parle fort. Parle fort.**
17	*Luc*	Ca c'est un loup avec
18	*E*	**Donc dans le puits y avait un loup**
19	*Luc*	Il est dans les bois ...
20	*E*	**Haaaa je vais pas vous entendre si vous parlez aussi doucement.**
21	*Anna*	(*Se mettant au dessus du puits*) Le loup est tombé et je crois qu'un cochon est tombé
22	*Luc*	Le loup est tombé
23	*E*	**Euh Oui. Alors le loup il tombe. Hé bien Oui. Je veux que tu me montres. Vas-y !**
24	*Luc*	(*il met le loup dans le seau et le fait tomber dans le puits*) Il est la dedans et voila.
25	*E*	**Et hop. le loup il est tombé. Et ensuite il y a le cochon effectivement.**(*tourne une page*) **Il est là le cochon. Et qu'est-ce qui se passe avec le cochon ?**
26	*Anna*	Le cochon il va en bas et le loup il monte
27	*E*	**Le cochon il va en bas et le loup il monte**
28	*Luc*	Alors c'est comment qu'on va l'accrocher ?
29	*E*	**Ah je crois qu'on le passe comme ça et hop. Voila. Et ?**
30	*Anna*	Il y a un truc qui est tombé.
31	*E*	**Ha oui. Attend. Voila je vais t'enlever ce qu'il y a en dessous et là, qu'est ce qui se passe ?**
32	*E*	(*En manipulant la poulie*) **Il faut bien le mettre regarde. Il faut bien le remettre par**

		dessus
33	*Anna*	Oui. Il est tombé encore.
34	*E*	**On recommence**
35	*Luc*	Il est lourd le cochon
36	*E*	**Attention je lâche ?**
37	*Anna*	Oui
38	*E*	**Et hop la le loup il remonte.**
39	*Luc*	Merci, au revoir
40	*E*	**Merci, au revoir. Et ensuite qu'est-ce qui se passe ?**
41	*Luc/Anna*	(*inaudible parle en même temps*)
42	*E*	**Le cochon il est dans le puits. Oui** (*se penche sur le puits*) **Laisse le laisse le. Le cochon est dans le puits. Voilà il est bien accroché. Puis qu'est-ce qui se passe ?**
43	*Anna*	Il y a les lapins
44	*Luc*	Bin il y a les trois lapins
45	*E*	(*tourne les pages du livre*) **Tu vois il sont là les trois lapins.**
46	*Luc*	Ohh tous les trois
47	*E*	**Voila. Et qu'est qui se passe ?**
48	*Luc*	C'est pour ça (*en lâchant la boite dans le puits*) Oua oua.
49	*E*	**Attention**
50	*Luc*	(rire)
51	*E*	**Allez**
52	*Luc*	Faut tout recommencer
53	*E*	**Allez raccroche-les. Moi je raccroche le cochon** (*blanc*) **Alors le cochon il est où ? Il est au fond.**
54	*Luc*	sont dedans
55	*E*	**Voilà**
56	*Luc*	je lâche
57	*E*	**Attend. Vas-y lâche** (blanc) **Et hop qu'est qui ce passe ?**
58	*Anna*	Le cochon il remonte et le lapin il redescend
59	*E*	**Le cochon il remonte et le lapin il descend. Oui. Et qu'est qui ce passe ensuite ?**
60	*Anna*	Euh
61	*Luc*	Ils essaient tous de remonter.
62	*E*	**Qui essaie de remonter ?**
63	*Luc*	Les lapins
64	*E*	**Les lapins ils essaient de remonter**
65	*Luc*	Oui mais ils n'y arrivent pas !
66	*E*	**Ils n'y arrivent pas ?**
67	*Anna*	Là, je me rappelle plus
68	*E*	**Là tu ne te rappelles plus ?**
69	*Luc*	Là il y avait un loup
70	*E*	**Voila, le loup du début**
71	*Luc*	Et après les lapins, hop on est bien et après
72	*Anna*	Après les lapins montaient et après le loup descendait
73	*E*	(*En montrant le livre*) **Ca c'est dans ? Et après qu'est-ce qu'il se passe ?**
74	*Luc*	(*met le loup sur la corde*) Le loup il n'est pas assez gros
75	*E*	**Ah Le loup il n'est pas assez gros.** (*blanc*) **Ha. Le loup il n'est pas assez gros ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
76	*Anna*	Euh, on avait fait. C'était le même problème d'avant. On a, on a essayé. On a travaillé sur ...

77	*Luc*	(coupe la parole) Moi aussi
78	*Anna*	... même problème. On a fait un autre loup plus gros
79	*Luc*	... Le loup
80	*E*	**Est-ce qu'avec le loup de l'histoire on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce qu'on peut faire remonter les lapins comme dans l'histoire ?**
81	*Anna*	Non
82	*E*	**Non ? Est-ce que vous avez une idée de la raison pour laquelle on ne peut pas faire remonter les lapins comme dans l'histoire ?**
83	*Anna/Luc*	Non
84	*Luc*	Il faut mettre un petit bout de pâte -à-modeler
85	*Anna*	Oui
86	*E*	**C'est à dire que le loup est ?**
87	*Luc*	Trop léger
88	*E*	**Il est trop léger, les lapins, ils sont ?**
89	*Luc*	Coincés
90	*E*	**Ils sont coincés**
91	*Luc*	On n'a qu'à mettre un cochon avec.
92	*E*	**Effectivement on pourrait. Mais est-ce que ça c'est dit dans l'histoire ?**
93	*Anna/Luc*	Non
94	*E*	**Ce n'est pas dit dans l'histoire. Est-ce que ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
95	*Anna*	Non
96	*E*	**Ecoute**
97	*Luc*	Il faut ramasser un petit bout de cochon. Un petit bout de cochon
98	*E*	Oui
99	*Luc*	Peut être que ça ne va pas marcher
100	*Anna*	Non, mais un gros bout de cochon
101	*E*	**Anna on a vu que ce n'était pas dans l'histoire**
102	*Luc*	(*En lâchant le seau dans le puits*) Allez descend descend descend.
103	*E*	**Mais est-ce que c'est ce que l'histoire elle raconte ?**
104	*Anna*	Non
105	*E*	**Alors est-ce que vous en connaissez d'autre des histoires qui ne sont pas vraies ?**
106	*Anna*	Oui, je crois que je connais un. Sauf que c'est le même. C'est un petit glaçon qui ...
107	*Luc*	(*Coupe la parole*) que c'était vrai.
108	*Anna*	... et il était coincé. Il voulais partir, alors il est parti
109	*Luc*	(*En même temps*) Allez, pouuu
110	*Anna*	... et il a fondu
111	*E*	(*Pour L*) **Allez on va arrêter de jouer**.
112	*Anna*	... il a fondu et après une petite fille l'a mangé
113	*E*	(*avec pâte-à-modeler dans les mains*) **Et ça c'est possible ça. Qu'est-ce qui est possible ?**
114	*Luc*	Mais ça c'est le même puits ?
115	*Anna*	Je ne sais pas
116	*E*	**Tu ne sais pas ? Luc, reviens avec moi. Vous m'avez dit que l'histoire... Est-ce qu'elle est possible ?**
117	*Anna*	Non
118	*E*	**Elle n'est pas possible**
119	*Luc*	Il faut ramasser un petit bout de cochon
120	*E*	**D'accord j'ai compris. Oui j'ai compris.**
121	*Luc*	(*attrapant de la pate a modeler*) A quoi ça sert ?

122	*E*	**Ca sert a rien du tout.** (*Luc essaye de reprendre la pate à modeler*) **Non non non non. Tu vas me sortir les lapins, pour le groupe d'après. Alors, j'ai une question pour vous. On a dit que l'histoire n'était pas possible. Est ce que c'est embêtant que l'histoire ne soit pas possible ?**
123	*Luc*	Non mais on n'a qu'à mettre ce truc de rien du tout (*en essayant d'attraper la pâte-à-modeler*)
124	*Anna*	Parce que c'est qu'une histoire
125	*E*	**Et dans une histoire ?**
126	*Anna*	parce que il y a des trucs parfois ils ne peuvent pas être vrai
127	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça ?**
128	*Luc*	C'est embêtant
129	*E*	**C'est embêtant pour toi, Luc ?**
130	*Luc*	Ben un petit peu, mais on n'a qu'à mettre un petit bout comme ça dessus
131	*E*	**Okay, pourquoi c'est un petit peu embêtant ?**
132	*Luc*	Parce que, regarde on essaie de le faire mais c'est pas vrai ça marche pas.
133	*E*	**On a dit que c'est qu'une histoire et comme c'est qu'une histoire, ce n'est pas grave**
134	*Luc*	Hum
135	*E*	**Tu es d'accord avec Anna ou pas ?**
136	*Luc*	Oui je suis d'accord
137	*Anna*	Mais non (*en regardant ce que fait Luc*)
138	*E*	**Tu l'as déjà fais en classe. On ne le refait pas là. Oui moi je suis d'accord avec Anna. En fait c'est qu'une histoire. Dans une histoire on raconte ce qu'on veut. Elle peut ne pas être vraie l'histoire**
139	*Anna*	Mais Mais parfois c'est vrai les histoires.
140	*E*	**Oui, parfois c'est vrai les histoires. Il y a des histoires qui sont vraies, il y a des histoires qui ne sont pas vraies. Comment savoir si une histoire est possible ou pas ?**
141	*Luc*	Bin, on essaie.
142	*E*	**On essaie ? et quand on essaie, qu'est-ce qu'on peut savoir ?**
143	*Luc*	On sait si ce n'est pas possible
144	*Anna*	On sait si c'est vrai ou pas
145	*E*	**On essaie et on peut savoir si c'est vrai ou pas. Justement, je vais vous racontez ce que l'on a fait dans une autre classe. On a fait la même histoire dans une autre classe. On a fait ça dans une classe avec des tout-petits. On leur a raconté l'histoire de Plouf et puis les petits enfants se sont amusés à refaire comme dans l'histoire**
146	*Luc*	Ils ont qu'à mettre un plus gros loup.
147	*E*	**Alors ils pensaient qu'on pouvait faire comme dans l'histoire. Est-ce que l'on peut faire comme dans l'histoire ?**
148	*Luc*	Oui si on met un plus gros loup.
149	*E*	**Qu'est-ce qu'on a vu ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
150	*Anna/Luc*	Non
151	*Luc*	Si si on met un plus gros loup
152	*E*	**Je suis d'accord mais si on fait un plus gros loup qu'est-ce qui se passe ? Si on fait gros gros loup, est-ce qu'il peut remonter le cochon. Est-ce que le cochon peut descendre ?**
153	*Anna/Luc*	Non
154	*E*	**Bin, non. Est-ce qu'on peut la faire ?**
155	*Anna/Luc*	Non
156	*E*	**On ne peut jamais faire toute l'histoire**
157	*Luc*	Mais après on met un gros bout de cochon et puis voilà.

158	*E*	**Et après qu'est-ce qui va se passer ?**
159	*Luc*	bin...
160	*E*	**On va mettre des plus gros lapins**
161	*Luc*	plus gros lapins
162	*E*	**Et puis est-ce que le loup va pouvoir remonter de plus gros lapins puisqu'ils sont plus lourds que le loup ?**
163	*Anna*	Non
164	*E*	**Non, parce qu'il est toujours plus petit que les lapins. Et alors comment on pourrait faire comprendre à des tout-petits ? Alors comment on pourrait faire comprendre à des tout-petits que l'histoire n'est pas possible ? (Blanc) Est-ce que vous avez une idée ? (blanc) Vous pouvez ne pas avoir d'idées.** (*prenant la corde des main de L*) **C'est toi qui as fait un deuxième nœud ? Coquin ! Est ce que vous avez une idée pour faire comprendre aux tout-petits que ce n'est pas possible ?**
165	*Luc*	Bin, on leur montre.
166	*E*	**On leur montre ? On leur montre ça et qu'est ce que tu crois qu'il va se passer ?**
167	*Anna*	Bin, il va savoir.
168	*E*	**Il va savoir quoi ?**
169	*Anna*	Bin que ce n'est pas possible.
170	*E*	**Comment ils vont savoir que ce n'est pas possible.**
171	*Luc*	Parce qu'ils voient
172	*Anna*	Parce qu'on leur a montré
173	*E*	**On leur a montre que le loup restait ?**
174	*Anna*	En haut
175	*E*	**On a montré que le loup restait en haut, du coup ce n'est pas possible.**
176	*Anna*	Parce qu'il y a trois lapins c'est plus lourd que un loup
177	*E*	**Parce que les trois lapins c'est plus lourd qu'un loup. Est-ce que c'est parce qu'ils ont réussi à faire monter le cochon ?**
178	*Anna*	Je sais pas.
179	*E*	**Luc, on va arrêter de faire des nœuds. Je vous remercie tous les deux. Est ce que vous avez aimé cette histoire ?**
180	*Anna*	Oui
181	*E*	**Oui, ça vous avait plu. Est ce que vous avez aimé regarder si l'histoire était possible ou pas possible ?**
182	*Anna*	Oui on aime
183	*E*	**Je vous remercie tous les deux. Vous allez retourner en classe et vous direz au maître de m'envoyer le dernier groupe.**

Transcription Binôme A7 Paul, Elias, Mathilde et Paola

Transcription *enr 00400* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Tiens assieds-toi. Alors vous vous appelez comment ?**
2	*Pa*	Paul
3	*E*	**Paul**
4	*El*	Elias
5	*E*	**Elias**
6	*M*	Mathilde
7	*E*	**Mathilde**
8	*P*	Paola
9	*E*	**Paola. Mathilde, tiens tu va te mettre un peu plus par là. Mathilde c'est toi qui nous feras les expériences ? Paola tu vas te serrer un petit peu plus comme ça je vais pouvoir tous vous voir. Voilà. Alors, ben j'ai posé des questions à tous vos camarades et je vais vous poser les mêmes. Est-ce que vous reconnaissez ce qu'il y a là** (*montre le puits*)**? Qu'est-ce que c'est ça ?**
10	*P*	Un puits
11	*E*	**C'est un puits ça ? Et ça sert à quoi un puits ?**
12	*M*	Ca sert à faire descendre les personnages qu'on fait.
13	*E*	**Ca sert à faire descendre les personnages qu'on fait. Quels personnages ?**
14	*M*	Le cochon
15	*E*	**Le cochon**
16	*M*	Le loup
17	*E*	**Le loup**
18	*M*	Et les lapins
19	*E*	**Le loup et les lapins. Wha, et pourquoi vous avez fait ça ? Est-ce que vous vous souvenez ?**
20	*M*	Pour faire des expériences
21	*E*	**Pour faire des expériences mais des expériences de quoi ?** *(pas de réponse)* **Vous avez le maître qui vous a raconté l'histoire de Plouf.**
22	*P*	Oui
23	*E*	**Oui, il vous a raconté l'histoire de Plouf ? Alors qu'est-ce qu'il se passe dedans ? Il y a un loup** (*tourne les pages du livre*)
24	*P*	En fait y a un loup qui tombe dans le puits
25	*E*	**Oui, il y a un loup qui tombe dans un puits**
26	*M*	Moi je sais, du fromage.

27	*E*	**Oui**
28	*M*	Et en fait c'est la Lune.
29	*E*	**Et en fait c'est la Lune. Et donc**
30	*P*	Et après il trouve un cochon, il dit
31	*M*	Il dit monte moi et après le cochon en montant il descend
32	*E*	**Donc le cochon il descend et le loup ?**
33	*M*	Il remonte.
34	*E*	**Et vous avez fait ça en classe ?**
35	*Pa/El/P/M*	Oui !
36	*E*	**Tu veux bien me montrer** *(donne le loup à M)*. **Ca c'est le ?**
37	*M*	Loup
38	*E*	**Ca c'est le loup. Alors le loup au début, où il est ?**
39	*M*	(*pose le loup sur bord du puits*). Après il va tomber (*met le loup au fond du puits*)
40	*E*	**Il tombe dans le puits. Et...**
41	*M*	Et y a le cochon.
42	*E*	**Et y a le cochon. Tiens le cochon. Alors le loup on le met là. On le met dans seau c'est ça ? Vous pouvez vous rapprocher si vous voulez. Attends, comment on l'accroche le cochon ?** (*E accroche le cochon à la corde*) **Et là qu'est-ce qu'il se passe ?**
43	*M*	Le cochon il descend
44	*E*	**Est-ce que tu as besoin de le tenir ? Hop !** (*le loup remonte*). **Le cochon descend**
45	*M*	Et lui il remonte (*en tenant le loup*)
46	*E*	**Et le loup il remonte, oui. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
47	*M*	Les lapins
48	*E*	**Il ya des lapins. Les lapins arrivent. Et qu'est-ce qu'il se passe avec les lapins ?**
49	*M*	Il dit "remonte moi"
50	*P*	Non il dit il y a des carottes.
51	*E*	**Oui. Et donc, attends je vais bien les remettre pour pas qu'ils tombent. Et donc qu'est-ce qu'ils font les lapins ?**
52	*M*	Ils descendent
53	*E*	**Ils descendent. Je lâche** (*en parlant du seau avec les lapins*). **Donc le lapin, les lapins descendent et le cochon il ?**
54	*Pa/El/P/M*	Remonte
55	*E*	**Oui, et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
56	*M*	Le loup il revient.
57	*E*	**Le loup du début**
58	*M*	Oui
59	*E*	**Celui qui a très très faim.**
60	*P*	Oui
61	*E*	**Et alors qu'est-ce qu'il se passe ?**
62	*M*	Il descend (*accroche le loup à la corde avec l'aide de E*)
63	*E*	**Faut bien l'accrocher. Voilà, je l'accroche, je lâche**
64	*M*	Il descend pas
65	*E*	**Il descend pas**
66	*M*	Parce qu'il n'est pas lourd
67	*E*	**Parce qu'il n'est pas lourd, oui. Et qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
68	*P*	Il descend dans l'histoire.
69	*E*	**Dans l'histoire il descend ?**
70	*M*	Non !

71	*E*	**Alors, on regarde.** (*leur montre le livre*) **Il ya le loup qui arrive et puis le loup s'accroche à la corde. Il s'accroche à la corde et puis qu'est-ce qu'il se passe ?**
72	*Il*	Il descend
73	*E*	**Donc dans l'histoire le loup il…**
74	*Il*	...descend
75	*E*	**Et nous est-ce que le loup il descend ?**
76	*Pa/El/P/M*	Non !
77	*E*	**Qu'est-ce que vous en pensez de ça ?**
78	*M*	Que ce n'est pas une vraie histoire.
79	*E*	**Que ce n'est pas une vraie histoire. Et toi qu'est-ce que tu en penses ?** (à P)
80	*P*	Que ce n'est pas vrai
81	*E*	**Que ce n'est pas vrai ? Qu'est-ce qui n'est pas vrai ?**
82	*P*	Parce que les lapins, ils sont plus lourds que le loup.
83	*E*	**Oui les lapins, ils sont plus lourds que le loup. Donc qu'est-ce qui n'est pas vrai ? C'est l'histoire qui n'est pas vraie ?**
84	*M/P*	Oui !
85	*E*	**L'histoire n'est pas vraie. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
86	*M*	Non !
87	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?** (*aux garçons*)
88	*Pa/El*	Non !
89	*E*	**Non, vous êtes timides les garçons. Ce sont les filles qui parlent le plus. Bon on ne peut pas faire comme dans l'histoire. Le loup est-ce qu'il descend ?**
90	*Pa/El/P/M*	Non !
91	*E*	**Ben non il ne descend pas. On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?** (*silence*) **Oh vous avez le droit de dire oui ou de dire non il n'y a pas de bonne réponse. Le mieux c'est d'expliquer pourquoi on pense ça.**
92	*M*	Non !
93	*E*	**Non ce n'est pas embêtant ? Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
94	*M*	Parce que en fait, en fait, le début ça se passe bien. Mais la fin ça se passe mal.
95	*E*	**Oui, ça se passe mal c'est-à-dire que, on ne peut pas faire comme dans l'histoire, c'est ça ?** (*M fait oui de la tête*) **Et ça c'est embêtant ou pas ? Tu me dis que c'est embêtant ?** (*M fait non de la tête*) **Et toi qu'est-ce que tu en penses** (à P). **Est-ce que ça t'embête ou pas ?**
96	*P*	Non !
97	*E*	**Ca ne t'embête pas. Pourquoi ça ne t'embête pas ?**
98	*P*	Parce que les lapins, ils sont plus lourds
99	*E*	**Parce que les lapins, ils sont plus lourds, oui. Et puis dans l'histoire, est-ce que les lapins ils sont plus lourds? Oh on ne sait pas trop hein ? Mais est-ce que c'est important alors ? C'est une histoire. Pourtant les lapins ils sont trop lourds et le loup il ne remonte pas. Oui, vous êtes d'accord avec ça ? Et dans l'histoire on voit que le loup il remonte. C'est Philippe Corentin qui a écrit cette histoire. Qu'est-ce que vous auriez envie de dire à Philippe Corentin ? Celui qui a dessiné, qui a imaginé cette histoire, parce que vous savez qu'il y a des gens qui imaginent des histoires. Donc celui qui raconte l'histoire, est-ce que vous auriez envie de lui dire quelque chose ? Allez Paola !**
100	*P*	Que son histoire elle est très belle
101	*E*	Elle est très belle son histoire ?
102	*P*	Oui
103	*E*	**Vous avez aimé son histoire ?**
104	*M/P*	Oui

105	*E*	**Est-ce que vous auriez envie de lui dire autres choses ?**
106	*P*	Non, pas moi.
107	*E*	**Pas toi, et toi ?** (à M qui fait non de la tête). **Moi, hé bien je serais curieuse de savoir, si quand il a fait l'histoire, il savait qu'elle était pas possible son histoire. Faudrait qu'on lui demande pour savoir. J'ai une dernière question pour vous. On a des tout-petits, un peu comme les enfants qui sont à côté, à qui on a raconté l'histoire. On a raconté l'histoire et puis ils ont pensé, après qu'on leur a raconté l'histoire, qu'on pouvait faire comme dans l'histoire. C'est-à-dire qu'à la fin, ben le loup il pouvait remonter en haut. Est-ce que c'est embêtant ça ?**
108	*M*	A la place, on peut le descendre !
109	*E*	**On peut le descendre bien sûr. Mais si on le descend, est-ce qu'on fait comme dans l'histoire ? Est-ce que dans l'histoire il y a ta main ?**
110	*M*	Non
111	*E*	**Est-ce que c'est embêtant qu'ils pensent ça ?**
112	*M*	Non
113	*E*	**Non, ce n'est pas embêtant? Si on essaie de leur faire comprendre que, en fait, ce n'est pas possible, que le loup il nepeut pas faire remonter les lapins. Comment on pourrait faire pour les aider ?**
114	*M*	en leur parlant
115	*E*	**en leur parlant**
116	*M*	En leur parlant
117	*E*	**en leur parlant ? C'est-à-dire que tu veux leur raconter l'histoire ?** (*M acquiesce*) **Est-ce que vous pensiez vous au début que le loup il ne pouvait pas redescendre ?** (*M acquiesce encore).* **Au tout tout début qu'on vous a raconté l'histoire ?**
118	*M*	Oui, mais parce qu'il descendait, mais quand on a fait ça (*montre le puits*) il descendait pas.
119	*E*	**Ah quand vous avez fait, il descendait pas. Donc c'est quand vous avez fait que vous vous êtes rendus compte que l'histoire, et bien elle n'était pas possible c'est ça ?**
120	*P*	Oui
121	*Pa*	Oui
122	*E*	**Oui, ahh enfin je t'entends ! Tu es un petit peu timide. Et alors, est-ce que c'est embêtant si on ne peut aps faire comme dans l'histoire ?**
123	*M*	Non
124	*E*	**Pourquoi non ? Juste comme ça ? Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires pas possibles ? tu peux me raconter ?**
125	*Pa*	Il n'arrive pas à descendre parce que le loup, il n'a pas le seau.
126	*E*	**Il n'a pas le seau ?**
127	*Pa*	Il n'a pas le seau parce qu'il est tout en bas et s'il remonte, s'il remonte il va ici.
128	*E*	**Vous en connaissez d'autres d'histoires, pas celle là, d'autres histoires où ça ne marche pas ?**
129	*Pa/El/P/M*	(*font non de la tête)*
130	*E*	**Non, vous n'en connaissez pas ?**
131	*M/P*	Non !
132	*Pa*	Celle de *Bascule* tu te rappelles si elle était vraie ou fausse ?
133	*M*	Je ne sais pas!
134	*Pa*	Moi non plus je sais plus
135	*E*	**Comment on fait pour savoir si une histoire est fausse ou pas ?**
136	*Pa*	On l'essaie
137	*E*	On l'essaie. Et puis, et puis comment on fait pour savoir si elle marche ou pas ? Si elle est possible ou pas ? Comment on fait ? Qu'est ce qui fait qu'une histoire est possible ou pas ?

138	*Pa*	Si elle est possible, le loup il redescendrait.
139	*E*	D'accord. Donc ce que tu fais c'est que tu regardes si tu peux faire pareil que dans l'histoire, c'est ça ?
140	*Pa*	Oui
141	*E*	Et puis si tu n'y arrives pas, elle est fausse. Merci à tous les trois, quatre ! Un, deux, trois, quatre. Merci à tous les quatre. Je vous laisse, je vous laisse repartir avec votre maître.

Transcription Binôme A8 Mathis et Loanne

Transcription *enr 00400_part2* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*Maître*	**Donc ça c'est la classe de Karine et ils ont fait Plouf! au mois de janvier.**
2	*E*	**D'accord. Et bien bonjour à tous les deux.**
3	*Loanne et Mathis*	Bonjour!
4		[Partie privée entre E et l'instituteur]
5	*E*	**Alors, donc avec votre maîtresse, c'est Caroline votre maîtresse ?**
6	*Loanne et Mathis*	Non c'est Karine
7	*E*	**Avec votre maîtresse vous avez fait des choses par rapport à ça. Qu'est-ce que vous avez fait ?**
8	*Loanne*	Moi je m'en rappelle plus.
9	*Mathis*	On a fait l'histoire
10	*E*	**On a fait l'histoire. C'est-à dire ? Ton prénom ?**
11	*Mathis*	C'est Mathis
12	*E*	**Ton prénom c'est Mathis et toi ?**
13	*Loanne*	Loanne
14	*E*	**Loanne**
15	*Mathis*	Mais y'a un moment qui est pas possible !
16	*E*	**Ah bon**
17	*Mathis*	Ben oui, tu as un moment pas possible. Parce que les lapins, la famille lapin n'est pas plus lourde que le cochon
18	*E*	**Que le cochon ?**
19	*Mathis*	Ou le loup !
20	*E*	**Ou le loup. Il y a un moment qui n'est pas possible dans l'histoire. C'est-à-dire que vous avez essayé de faire comme dans l'histoire c'est ça ?** (*M acquiesce*) **Tu te souviens maintenant un petit peu ou pas ?**
21	*Loanne*	Pas trop
22	*E*	**Pas trop**
23	*Mathis*	Moi je me souviens
24	*E*	**Toi, tu te souviens. Alors, je vais vous aider hein, je vais t'aider à te souvenir** (*ouvre le livre*). **Alors, tu te souviens au début, qu'est-ce qu'il se passe ?**
25	*Mathis*	Alors, il y a le loup qui tombe dans le puits
26	*E*	**Oui, le loup il tombe. Il voit la Lune, il croit que c'est un fromage et il tombe**

		parce qu'il a faim.
27	*Mathis*	Oui, alors que c'est le reflet de la Lune
28	*E*	**Oui, et puis ensuite ?**
29	*Mathis*	Il entend un bruit, et c'est le petit cochon et lui dit, heu
30	*E*	**Il lui dit qu'il y a un fromage**
31	*Mathis*	Il y a un fromage
32	*E*	**Et le cochon, il a envie de manger**
33	*Mathis*	Ben oui hein
34	*E*	**Et puis**
35	*Mathis*	Il tombe dans l'eau le cochon
36	*E*	**Et pendant qu'il tombe le cochon, qu'est-ce qu'il se passe ?**
37	*Mathis*	Le loup il…
38	*Loanne*	...Remonte
39	*E*	**Le loup il remonte, le loup il remonte et puis le cochon il se retrouve**
40	*Loanne*	En haut
41	*E*	**En haut ou en bas ? Il est descendu**
42	*Loanne*	En bas
43	*E*	**En bas.**
44	*Mathis*	Ensuite, il entend un bruit et c'est la famille lapin. Y a le papa, la maman et le petit !
45	*E*	**Et là qu'est-ce qu'il se passe ?**
46	*Mathis*	Et là il dit, le cochon il dit, c'est un puits à carottes
47	*E*	**Hum hum**
48	*Mathis*	Et après, la famille lapin, elle descend
49	*E*	**La famille lapin descend et qu'est-ce qu'il se passe pour le cochon ?**
50	*Mathis et Loanne*	Il remonte !
51	*E*	**Oui, et puis ensuite ?**
52	*Mathis*	Ils entendent un bruit, et c'est le loup
53	*E*	**Et là ?**
54	*Mathis*	Ils essayent de grimper au mur
55	*E*	**mais ils n'y arrivent pas**
56	*Loanne*	Ils n'y arrivent pas car ils sont trop petits
57	*Mathis*	Alors après, le loup il dit brrrr, heu non il dit pas ça, il dit
58	*E*	**Il dit "ah il est bon le fromage"**
59	*Mathis et Loanne*	ah il est bon le fromage
60	*E*	**Mais les lapins, ils n'ont pas de fromage, par contre qu'est-ce qu'il y a dans le puits ?**
61	*Mathis*	Le reflet de la Lune
62	*E*	**Mais là y a pas la Lune par contre y a plein de lapins.**
63	*Mathis*	Ben oui
64	*E*	**Et le loup il aime bien les lapins**
65	*Mathis*	Ben oui
66	*E*	**Et alors qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
67	*Mathis*	Et ben, la famille Lapin, elle remonte et le loup, il descend
68	*E*	**Et alors, qu'est-ce qu'il s'est passé quand vous avez fait l'histoire en classe ?**
69	*Mathis*	A la fin, il voulait attraper les lapins, mais raté !
70	*E*	**Oui mais qu'est-ce qu'il se passe quand vous avez fait, quand vous avez fait ça en classe ? On réessaye ? Alors, on met le loup ?**

71	*Mathis et Loanne*	Oui
72	*E*	**Alors le loup il est ?**
73	*Mathis*	Dedans
74	*E*	**Au fond du puits, et puis après ? Il arrive le ?**
75	*Mathis et Loanne*	Cochon !
76	*E*	**Voilà.**
77	*Mathis*	Donc on va l'attacher
78	*E*	**On l'attache !**
79	*Mathis*	Et qu'est ce qu'il se passe ? Plouf! Et le loup il s'est échappé.
80	*E*	**Voilà. Le loup s'échappe, et le cochon il est au fond. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
81	*Mathis*	Y'a la famille lapin qui arrive
82	*E*	**Alors va y** *(E tient le seau et M met les lapins dedans)*
83	*Mathis*	En roulé-boulé !
84	*E*	**Oui, il ya la famille Lapin qui arrive. Et qu'est-ce qu'il se passe ?**
85	*Mathis et Loanne*	Le cochon il remonte
86	*E*	**Ah oui il est remonté, oui mais il s'est détaché. On va le raccrocher**
87	*Mathis*	Comme ça il remonte, et il s'échappe
88	*E*	**Attends, attends, on va refaire. On met la famille Lapin, et hop !**
89	*Mathis*	Le cochon il s'en va !
90	*E*	**Ne vous battez pas ! C'est collé. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
91	*Mathis*	**Le loup, il arrive !**
92	*E*	Et là ?
93	*Mathis*	Il dit, alors il était bon le fromage ? Et après,
94	*E*	**Il s'accroche** (*aide M à accrocher le loup*)
95	*Mathis*	Et ensuite la famille lapin
96	*E*	**Et là qu'est-ce qu'il se passe ?**
97	*Mathis*	La famille Lapin ne remonte pas
98	*E*	**Et pourquoi elle ne remonte pas la famille Lapin ?**
99	*Mathis*	Parce qu'elle est trop lourde!
100	*E*	**Elle est trop lourde la famille Lapin ? Qu'est ce que t'es en train de faire ?**
101	*Loanne*	Mais je suis en train de tenir (*tient le loup en bas du puits*)
102	*E*	**T'es en train d'essayer, mais regarde, si on laisse les choses tranquilles** (*le loup reste en haut)*
103	*E*	**Ah, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
104	*Mathis*	Non !
105	*E*	**Est-ce que c'est embêtant de ne pas pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
106	*Mathis*	Oui c'est embêtant !
107	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
108	*Mathis*	Parce qu'il n'est pas remonté le lapin. Parce qu'ils sont trop lourds. Alors on est obligé de faire… (*tire la corde*)
109	*E*	**Ah il faut tirer. Mais, dans l'histoire est-ce qu'il y a quelqu'un qui tire ?**
110	*Mathis et Loanne*	Non !
111	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
112	*Mathis*	Ben on la change !
113	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**

114	*Mathis*	Je ne sais pas !
115	*E*	**Ben dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que le loup il remonte ? Est-ce que le loup descend pardon ?**
116	*Mathis*	Non, il remonte
117	*E*	**Regarde l'histoire. Les lapins remontent et le loup descend**
118	*Mathis*	Ben oui, mais faut les décoller les lapins pour qu'ils remontent
119	*E*	**Ben là ils sont dans le seau les lapins et le loup il est accroché. Est-ce qu'on peut faire remonter les lapins ?**
120	*Mathis*	Ben faut
121	*E*	**Regarde est ce qu'ils remontent là**
122	*Mathis*	Ben faut séparer les trois lapins, faut les décoller quoi !
123	*E*	**Ah, d'accord je vois ce que tu veux dire. Faut qu'on décroche. Faudrait qu'il en reste quelques uns au fond du puits pour qu'ils remontent c'est ça ?**
124	*Mathis*	oui !
125	*E*	**Mais dans ce cas là, il y a des lapins qui vont rester et puis le loup et qu'est-ce qu'il va faire avec les lapins ?**
126	*Mathis*	Il va essayer de les attraper et raté.
127	*E*	**Et ben là, je sais pas hein ! Il va peut être pouvoir les manger**
128	*Mathis*	Le cochon (*joue avec lui*)
129	*E*	**Alors est-ce que l'histoire est possible ?**
130	*Mathis et Loanne*	Non !
131	*E*	**Elle n'est pas possible ? Pourquoi elle n'est pas possible ?**
132	*Mathis*	Parce qu'on est obligé de tirer (*tire la corde*)
133	*E*	**Et voilà, l'histoire elle n'est pas possible. Et donc moi je vous repose la question, est-ce que c'est embêtant les histoires qui ne sont pas possibles ?**
134	*Mathis*	Ben oui !
135	*Loanne*	Oui !
136	*E*	**Oui, parce qu'il faudrait que l'histoire elle soit possible toujours ?**
137	*Mathis*	Oui, comme ça ça ne serait pas embêtant. Ben oui parce qu'il faut mettre plus de lapins
138	*E*	**Heu, plus ou moins ?**
139	*Mathis*	Moins
140	*E*	**Oui mais si tu mets moins de lapins qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que tu vas réussir à faire remonter le cochon ?**
141	*Mathis*	Non !
142	*E*	**Et ben non !**
143	*Mathis*	Mais on ne peut pas le descendre nous
144	*E*	**Mais oui on ne peut pas faire le début de l'histoire. Quoi qu'on fasse, est-ce qu'on arrive à faire toute l'histoire ?**
145	*Mathis*	Mais parce que les lapins ils sont décollés
146	*E*	**Oui. Donc l'histoire elle n'est pas possible. On ne peut pas faire pareil que dans l'histoire.**
147	*Mathis*	Bon allez, tire ! (*tire sur la corde*)
148	*E*	**Ben oui si on tire, oui. Mais moi ça ne m'interesse pas qu'on tire dessus.**
149	*Mathis*	Non laisse, laisse !
150	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires, laisse je vais ranger ça d'abord, est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui sont pas possibles ?**
151	*Mathis et Loanne*	Non !

152	*Mathis*	Oui parce qu'un loup ça parle pas
153	*E*	**Parce qu'un loup ça parle pas**
154	*Mathis*	Ben oui
155	*Loanne*	Oui
156	*E*	**D'accord**
157	*E*	**Elles sont moins bien que les histoires qui sont possibles les histoires qui ne sont pas possibles ?**
158	*Mathis*	Ca c'est le petit cochon
159	*E*	**Alors elles sont moins bien ?** (*M acquiesce)* **Tu ne l'as pas aimé toi ?**
160	*Mathis*	Si j'ai aimé mais… je vais le mettre dans le puits lui (*joue avec les personnages*)
161	*E*	**On arrête de jouer. C'est terminé ça, c'était juste pour voir, pour vérifier que ça marche.**
162		[E reconcentre M car il ne pense qu'à jouer]
163	*E*	**Y a des petits là, les petits qui sont là, à qui on a raconté une histoire et puis… Coment on pourrait faire pour leur faire comprendre que ce n'est pas possible ?**
164		[partie inaudible]
165	*Mathis*	On fait l'histoire. Ils croient que c'est possible, tout, mais en fait on va leur montrer que ce n'est pas possible la fin.
166	*E*	??? **Et ben merci à tous les deux**
167	*Loanne*	Au revoir

Transcription Binôme A9 Lucas et Anna

Transcription *enr 00401* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Vous avez vu un peu ce qui allait venir**
2	*Anna*	Il y a un puits, et puis là c'est le cochon (*montre le cochon en pâte-à-modeler*)
3	*E*	**C'est le cochon oui. Et puis ça c'est, le… Devinez ce que ça c'est !** (*montre le loup*)
4	*Anna*	Le loup
5	*E*	**C'est le loup et puis ça, oh**
6	*Lucas*	Lapin
7	*E*	**C'est la famille. Est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez fait avec ça en classe ?**
8	*Lucas*	En fait, on avait, on a lu l'histoire de Plouf (*montre le livre*) et d'abord y avait le loup qui venait et qui voyait une Lune et il se penche tellement qu'après il tombe dans le puits et après…
9	*Anna*	En fait c'était le reflet de la Lune
10	*E*	**C'était le reflet de la Lune**
11	*Anna*	Oui
12	*Lucas*	Et après en fait le loup il dit qu'au fond du puits, il dit, "cochon, cochon, viens, il ya un fromage dans le puits" et après le cochon il vient et le loup il remonte et en fait le cochon il avait, et en fait le cochon il avait pas de fromage. Et puis après il y a la famille Lapin qui arrivait et après le cochon il disait "venez, venez, il y a un puits à carottes" et après les lapins
13	*Anna*	Et après les lapins ils ont dit "Quoi ! Il y a un puits à carottes" et après ils ont tombé et puis il est remonté
14	*E*	**D'accord ! Alors on prend le… on fait le début de l'histoire. Il y a le cochon, heu le lapin, heu qu'est-ce que c'est ça ?**
15	*Anna et Lucas*	Le loup
16	*E*	**C'est le loup. Oh lalalala ! Je suis fatiguée, hein ? Le loup. Et puis qu'est-ce qu'il se passe ensuite ?**
17	*Lucas*	On prend le cochon
18	*Anna*	Le cochon il vient et il dit : oh il y a des carottes. Heu, des carottes? Heu
19	*E*	**Un fromage**
20	*Anna*	Oui, un fromage. Il dit oh il y a la corde et il vient, il s'attache à la corde
21	*E*	**Lâche-le, voilà. Et une fois qu'il est accroché qu'est-ce qu'il se passe ?**
22	*Anna*	Ben il remonte et ça ça descend (*fait descendre le cochon*)
23	*E*	**Et ça descend. Mais il y a besoin que tu y ailles avec les mains ou pas ?**
24	*Anna*	Heu, oui !

25	*E*	**Oui ? Regarde ! Remets le loup ! Remets le loup ! Non ne détache pas le cochon. Remets le loup ! Remet le loup dedans. Voilà. Bon je lâche le cochon. Et qu'est-ce qu'il se passe ? Hop !**
26	*Anna*	Ben il fallait mettre les bras
27	*E*	**Ah c'est pour éviter que ça tombe hein ?**
28	*Anna*	Oui, voilà !
29	*E*	**Le loup s'en va et le cochon est au fond du puits et puis après qu'est-ce qu'il se passe ?**
30	*Anna*	La famille Lapin elle dit, "oh". Le cochon il dit "oh, il y a un puits à carottes"
31	*E*	**Donc on met les lapins. Et attention ! C'est parti ! Est-ce qu'il y'a besoin de tenir ? Ou ça peut tomber tout seul ?**
32	*Anna*	Ca, ça peut tomber les lapins mais ça, on attache
33	*E*	**Et puis ensuite, qu'est-ce qu'il se passe ?**
34	*Anna*	Le loup il revient, il ne s'est même pas, il ne s'est même pas rappelé
35	*Lucas*	Rappelé !
36	*Anna*	Rappelé que en fait c'était juste de l'eau et il est venu et il s'est accroché à la corde
37	*E*	**Et qu'est-ce qu'il se passe ?**
38	*Anna et Lucas*	Il est tombé !
39	*E*	**Attendez! Attendez, je l'accroche.**
40	*Anna et Lucas*	Voilà (*font descendre le loup à la main*)
41	*Anna*	La famille Lapin elle
42	*Lucas*	Attends c'est décroché (*remet la corde sur la poulie*)
43	*Anna*	J'arrive pas c'est collé !
44	*E*	**Donc la famille Lapin après elle s'en va d'accord.**
45	*Anna*	Et puis, le, le… Non c'est tout à l'envers (*remonte les lapins à la main et fait descendre le loup*)
46	*E*	**Et qu'est-ce qu'il se passe si tu ne mets pas les mains ? Est-ce qu'on peut le faire si tu ne mets pas les mains ?**
47	*Lucas*	Si on ne met pas les mains ça tombe.
48	*E*	**Qu'est ce que tu me dis ? Je ne t'ai pas entendu.**
49	*Anna et Lucas*	Si on ne met pas les mains ça tombe.
50	*Anna*	Oui
51	*E*	**Voilà. Enlève les mains !**
52	*Anna*	C'est trop lourd (*en regardant les lapins*)
53	*Lucas*	Ben oui ça c'est trop lourd.
54	*Anna*	Et puis lui il remonte (*remonte les lapins*). Et puis ils sont méchants les lapins. Ils cassent le puits sur la tête du loup et puis il ne peut plus remonter
55	*E*	**Ils cassent le seau**
56	*Lucas*	Non, non ! Ils jettent le seau sur la tête du loup. Tuuuuuut!
57	*E*	**Hum hum! Est-ce que ?**
58	*Anna*	Regarde (*montre l'illustration du seau cassé sur tête du loup*)
59	*E*	**Oui, je me souviens de l'histoire. J'ai une question pour vous, là. Est-ce que, sans mettre les mains, vous avez réussi à faire comme dans l'histoire pour tout ?**
60	*Anna*	Heu, non !
61	*E*	**Non, pourquoi ?**
62	*Anna*	Ben on arrivait, on essayait mais ça tombait alors on n'a pas, on n'a pas fait. Puis ça s'est cassé, le loup, la pâte-à-modeler ça c'est cassé, la tête et les jambes.
63	*E*	**Et là, qu'est-ce qu'il se passe ?** (*montre le puits*) **Est-ce qu'on a réussi à faire comme**

		dans l'histoire ?
64	*Anna*	Oui
65	*E*	**Oui ?**
66	*Anna*	Oui! Heu, sauf avec les mains
67	*E*	**Sauf avec les mains ? Alors, est-ce qu'il y a des mains dans l'histoire ?**
68	*Anna*	Non !
69	*E*	**Non ! Qu'est-ce qu'on arrive à faire comme dans l'histoire ?**
70	*Anna*	Heu sans les mains et puis, en fait le puits c'est bizarre, on dirait qu'il sort mais… moi je crois que c'est comme ça, il monte il est là et ça descend, il tombe, comme ça, tombe tombe tombe tombe! Et voilà !
71	*Lucas*	Après on remonte
72	*Anna*	On reprend le loup ! On reprend la famille Lapin !
73	*E*	**Attends ! On va reprendre cette partie de l'histoire, tous ensemble, tous les trois ! Vas-y lâche la corde s'il te plait. Et remets les lapins, non remets les lapins dedans, dans le seau. Voilà. Et puis on va les descendre**
74	*Anna*	On va faire une photo?
75	*E*	**Non c'est pas la peine de faire une photo parce que là on voit bien les choses. Là, les lapins ils sont au fond du puits. Oui ? Et puis ils voient le loup, celui du début qui a très très faim. Ce loup là !**
76	*Anna*	Oui, il vient
77	*E*	**Et puis il vient et puis le loup il s'accroche et dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?**
78	*Anna*	(*Lucas lève la main en même temps*) En fait la ficelle elle tombe et elle tombe pour que la famille Lapin elle
79	*Lucas*	En fait, après il essaie de les attraper les lapins mais ça va tellement vite qu'il y arrive pas
80	*E*	**Oui ça c'est dans l'histoire. Et nous, est-ce qu'on arrive à faire la même chose ?**
81	*Lucas*	Non
82	*E*	**Lâche les deux. Est-ce qu'on arrive à faire comme dans l'histoire ? Regarde !**
83	*Lucas*	Non !
84	*Anna*	Non !
85	*E*	**On n'arrive pas à faire comme dans l'histoire**
86	*Anna*	On fait juste un tout petit peu comme ça (*tire la corde avec sa main*)
87	*E*	**Si on tire avec la main, mais si on n'utilise pas la main ? Qu'est-ce qu'il se passe ? Laisse-le comme ça ! Si on n'utilise pas la main, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
88	*Anna et Lucas*	Non !
89	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est embêtant ça qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?**
90	*Anna*	Ce n'est pas très embêtant parce que c'est juste une histoire
91	*E*	**Ce n'est pas très embêtant parce que c'est juste une histoire ?**
92	*Anna*	Oui
93	*E*	**Et qu'est-ce que tu en penses toi ?**
94	*Lucas*	Moi aussi je pense ça. Je pense aussi, j'en pense pareil !
95	*E*	**Tu penses pareil ? Que ce n'est pas très embêtant parce que c'est une histoire.**
96	*Anna*	Oui
97	*E*	**Et dans une histoire on peut raconter ce qu'on veut ?**
98	*Anna*	Heu, non !
99	*E*	**Oui ou non ?**
100	*Anna*	Je ne sais pas trop, je ne sais pas trop !

101	*E*	**Tu ne sais pas trop. Bof, une histoire, on met ce qu'on veut dans une histoire.**
102	*Anna*	Oui
103	*E*	**Simplement il y a des histoires, là, cette histoire là (*montre Plouf*), est-ce que dans cette histoire on peut faire pareil ?** (*Lucas et Anna hochent la tête pour dire non*)
104	*Anna et Lucas*	Non
105	*Anna*	Ah mais je sais comment ils montent. Il y a un grand loup et un grand seau et ça met là, mais ce n'est pas là
106	*Lucas*	Attends
107	*E*	**Donc ça c'est une histoire où, est-ce que l'histoire elle est possible ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
108	*Anna*	Non ! Il faut faire avec les mains mais là ça tombe pas (et tire de nouveau sur la corde)
109	*E*	**Voilà, il faudrait faire avec les mains.**
110	*Lucas*	Le loup il penche, il penche trop (*en regardant le livre*)
111	*E*	**Mais ça c'est le moment où il va tomber. Ca c'est autre chose. Donc là on peut pas faire comme dans l'histoire. Ben y a des histoires qui ne sont pas possibles.**
112	*Lucas*	Oh c'est quoi ça ?
113	*E*	**Cela tu laisses. C'était au cas où mais on n'en a pas besoin. Des histoires ne sont pas possibles et puis ben voilà quoi. Alors, moi j'ai une petite question pour vous. Il y a des enfants, mais des petits enfants qui ont fait l'histoire, en fait ils ont lu l'histoire et puis quand ils ont lu l'histoire et bien ils ont cru que l'histoire elle était possible. Ils ont cru qu'on pouvait faire comme dans l'histoire. Est-ce que vous pensez que c'est embêtant ça ? S'ils croient qu'on peut faire comme dans l'histoire les petits ?**
114	*Anna*	Ce n'est pas vrai, on ne peut pas faire comme dans l'histoire parce que il faut faire avec les mains mais sans les mains ça ne marche pas !
115	*E*	**Oui sans les mains ça ne marche pas !**
116	*Anna*	Oui
117	*E*	**Comment on pourrait les aider à comprendre ça les petits ? Est-ce que t'as une idée ?**
118	*Anna*	Oui ! En fait quand ils sont petits, maternelle là-haut, ben on va leur expliquer que ce n'est pas possible parce qu'il comprend maintenant, pas comme nous mais quand même, un petit peu. On peut l'expliquer et puis, on peut l'expliquer
119	*Lucas*	???
120	*E*	**Comment la maîtresse elle a fait pour vous ? Vous pensiez que c'était possible au début ?**
121	*Lucas*	Non
122	*E*	**Oh moi je pense que tu pensais que c'était possible**
123	*Anna*	Heu, moi je pensais que c'était possible mais là comme on a vu j'ai pas… Je croyais que c'était possible mais maintenant je dis que c'est plus possible parce qu'on a vu
124	*E*	**Donc ce qui t'as fait changer d'avis, c'est quoi? Comment t'as fait pour savoir si c'était possible ou pas ?**
125	*Anna*	Parce que en fait, dans l'école, une fois ben on a fait le même puits, on avait le même puits et puis on l'a fait
126	*E*	**Oui vous l'avez fait et est-ce que ça a marché ?**
127	*Anna*	Heu, non !
128	*E*	**Non !**
129	*Anna*	Et puis en fait, on a fait une autre histoire, en fait le petit glaçon il fondait parce qu'il y avait du… du soleil alors il fondait et puis après
130	*E*	**Et puis après, vas-y, vas-y continue**
131	*Anna*	Après il avait chaud et il est tombé par ce que ça glissait et il est tombé tout tout tout tout tout et puis il arrivait dans un grand soleil avec des autres copains et puis il a dit "petit glaçon, petit glaçon pourquoi tu es là ?" et puis

132	*E*	**"Attention tu fondras"**
133	*Anna*	"Attention tu fondras"
134	*E*	**Et qu'est-ce qu'il se passe à la fin ?**
135	*Anna*	Y a une petite fille qui prend le glaçon pour le manger puis on a fait pareil on a pris un petit glaçon, on l'a mangé, c'était dur, moi j'avais les dents, avec les dents c'était difficile
136	*E*	**Est-ce qu'elle est possible cette histoire alors ?**
137	*Anna/Lucas*	Oui !
138	*Lucas*	Sauf qu'il y avait un truc qui n'était pas possible. Dans l'histoire il disait que "petit glaçon tu vas te transformer en esquimau au chocolat
139	*E*	**D'accord**
140	*Lucas*	Et ce n'était pas possible
141	*E*	**Par contre qu'il fonde c'était possible**
142	*Anna*	Oui qu'il fonde c'est possible
143	*E*	**Et comme vous avez fait pour savoir ?**
144	*Lucas*	On a eu un glaçon de maîtresse et puis après on a
145	*E*	**Vous l'avez vu fondre**
146	*Anna*	Oui
147	*Lucas*	Non, on a d'abord essayé si
148	*Anna*	On l'a mis dans une table, dans une table et puis on a regardé s'il fondait. Moi, le mien il fondait pas.
149	*Lucas*	Moi le mien il a fondu
150	*Anna*	Il était tout petit puis après il a fondu tout et puis après il l'a cassé, cassé par terre.
151	*E*	**D'accord**
152	*Lucas*	Et puis en fait, après on a essayé si on pouvait jouer avec les glaçons si ça se pouvait et après on a essayé de les manger.
153	*E*	**D'accord ! Et bien merci beaucoup à tous les deux. Et puis vous pouvez demander à votre maîtresse de m'amener deux nouveaux camarades. Merci d'avoir répondu à mes questions.**

Transcription Binôme A10 Zou et Angelina

Transcription *enr 00402* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Alors. Comment vous vous appelez tous les deux ?**
2	*Angelina*	Angélina !
3	*Zou*	Zou, Zou !
4	*E*	**Angélina, Zou. D'accord. Et alors dis-moi, est-ce que ça te dit quelque chose ça** (*montre le puits*)
5	*Angelina/Zou*	Oui !
6	*E*	**Alors je vais te laisser raconter** (*parle à Zou*) **et puis ensuite tu me racontera ce qu'il a oublié** (*à Angélina*), **d'accord ?**
7	*Angelina*	D'accord
8	*E*	**Alors vas-y, raconte-moi**.
9	*Zou*	En fait c'est un loup, que je sais plus comment il s'appelle
10	*E*	**Il n'a pas de nom**
11	*Zou*	C'était un loup qui avait, qui avait soif et qui est tombé dans un puits. Après il dit au cochon "vite, descend, descend". Après le cochon descend
12	*E*	**Attends rapproche toi de moi car je ne t'entends pas bien**
13	*Zou*	Après, après, après le cochon descend, après le loup remonte après. Après le loup il ne se rappelait plus, après il dit : "tiens tiens à là famille des lapins" après les lapins descendirent après le cochon remonte, après le loup, après le loup il remonte, après le loup,...après le loup il sort après il se rappelle plus qu'il était tombé dans le puits, après les lapins ils disent "viens viens le loup s'il te plait tu peux aller nous, tu peux descendre" après le loup il descend, après les lapins remonte. Après les lapins pan, après le loup dit haa après le seau, après le seau du puits tombe dans le puits
14	*E*	**D'accord, ça c'est l'histoire**
15	*Zou*	Hum hum
16	*E*	**Donc l'histoire c'est ça. Tu es d'accord avec lui ?**
17	*Angelina*	Oui !
18	*E*	**Oui, on va dire ça. Et qu'est-ce que vous avez fait en classe ? Qu'est-ce que vous avez fait avec tout ça ?**
19	*Angelina*	En fait on a vérifié si l'histoire était vraie
20	*E*	**Et alors ?**
21	*Angelina*	Et en fait, on a mis, on a mis le loup dans le seau (*elle le met*)
22	*E*	(*à Z*) **Tu vas la laisser faire, on va la regarder**
23	*Angelina*	Et après on a … (*remonte le seau*) et après on voulait qu'il descende donc on a tiré ici

		(*tire la corde*)
24	*E*	**Est-ce qu'il y a besoin de tirer ?**
25	*Angelina*	(*A lâche la corde*) Et après il est tombé
26	*E*	**Oui**
27	*Angelina*	Et il y avait le cochon qui arrivait et qui voyait le loup. Après le loup, le …
28	*E*	**Cochon** (*aide A à attacher le cochon à la corde*)
29	*Angelina*	Cochon. Il… Il… Le loup il disait au cochon, descend, descend et du coup après le cochon, avec son poids, il est descendu. Et après le loup il est remonté et il est parti
30	*E*	**Je vais te le prendre** (*prend le loup*). **Voilà ! Et puis ensuite ?**
31	*Angelina*	Et du coup, après, y a les lapins qui arrivaient et il disaient, et le cochon il disait "venez dans ce puits, y a des carottes" et du coup après (*met les lapins dans le seau*)
32	*E*	**Voilà**
33	*Angelina*	Et après le cochon il est plus lourd que… Le cochon il était plus lourd que
34	*E*	**Les lapins** (*montre les lapins au fond du puits*)
35	*Angelina*	Les lapins ils étaient plus lourds que le cochon
36	*E*	**Oui**
37	*Angelina*	Du coup après, il dit, y a le loup qui arrivait. Il savait plus que c'était ce puits qu'il avait rencontré et il disait aux lapins "est-ce que je peux aller voir dedans" et après le loup il disait oui. Heu les lapins ils disaient oui ! Et du coup... (*attache le loup à la corde*). Et du coup, les lapins ils remontaient. (*Regarde le loup*) Et du coup le loup il ne pouvait pas descendre, (*regarde les lapins*) puisque les lapins ils étaient plus lourds. On va tirer ! (*tire la corde pour faire remonter les lapins et descendre le loup).*
38	*Zou*	Après les lapins ils sortaient
39	*Angelina*	Ou après les lapins ils sortaient. Ils avaient réussi. Du coup après (*Z veut faire redescendre le seau*) Non non !
40	*Zou*	Après le seau il tombait sur la tête du loup
41	*Angelina*	Non, enfin. En fait c'est pas ça (*reprend les lapins qu'elle avait fait sortir du seau et les remet dedans*). C'est que du coup, après, les cochons (*en parlant des lapins*), ils restaient la dedans et du coup, on va dire ça, on va faire ça comme ça (*fait redescendre les lapins au fond du puits*). Et après du coup, le loup, le loup il voulait les ... oh là là ça m'énerve
42	*E*	**Et alors, le loup, est-ce qu'il arrive à faire remonter les lapins ?**
43	*Zou*	Oui !
44	*Angelina*	Oui !
45	*E*	**Oui ? Ben, attends, lâche** (*les lapins tombent du seau*)
46	*Angelina*	Heu non !
47	*E*	**Alors on remet les lapins**
48	*Angelina*	Non
49	*E*	**Est-ce que le loup arrive à faire remonter les lapins ?**
50	*Angelina*	Non mais il faut enlever les lapins. Il faut enlever des lapins !
51	*E*	**Donc, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
52	*Angelina*	Non !
53	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire.**
54	*Angelina*	Oui
55	*E*	**Tu es d'accord Zou ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
56	*Zou*	Heu non !
57	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire.**
58	*Angelina*	Donc, ben je continue la fin. (*tire sur la corde pour faire monter les lapins*) Et du coup là après le loup
59	*E*	**Oui mais là comment tu fais pour faire ça ? Tu tires sur la corde**
60	*Angelina*	Et ben oui, mais c'est pas ça que je voulais dire

61	*E*	**Oh oh oh**
62	*Angelina*	Après du coup le loup il essaye de les attraper. Il était tombé (*lâche la corde, le loup remonte).* Oh! Non ce n'est pas vrai, je voulais que le seau il tombe sur la tête du loup
63	*E*	**Ben oui mais tu ne peux pas là parce que le loup, est-ce qu'il arrive à descendre ?** (*A réessaye mais le loup remonte*) **Ben non, le loup il n'arrive pas à descendre**
64	*Angelina*	Ben oui
65	*Zou*	Attends je vais essayer
66	*E*	**Ah mais tu n'y arriveras pas plus hein**
67	*Angelina*	Du coup attends, je t'explique l'histoire (*Zou bloque la corde*) Oh arrête Zou, arrête Zou ! Parce du coup (*lâche les lapins*) après quand le seau, oh, quand le seau tombait sur la tête du loup
68	*E*	**Oui mais là on peut pas faire comme dans l'histoire** (A fait non de la tête) **On peut pas faire comme dans l'histoire. Bon on ne peut pas faire comme dans l'histoire. Attends, on va arrêter avec les personnages. On l'a vu. Moi c'est ça qui m'intéressait. C'est qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire. D'accord. On l'avait dit ça**
69	*Zou*	On peut monter ?
70	*E*	**Ah non, j'ai une autre petite question pour vous. Réasseyez-vous là, à côté. Tu veux bien m'enlever les lapins pour que les suivants ils puissent me montrer la même chose.**
71	*Angelina*	Oh !
72	*E*	**Ah oui il a perdu sa tête là le lapin. Attends, tiens, vas-y donne le moi. Et puis, et voilà. Alors on ne peut pas faire comme dans l'histoire. Est-ce que ça, pour vous, c'est quelque chose d'embêtant ?**
73	*Zou*	Oui !
74	*E*	**C'est embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?**
75	*Angelina*	Oui
76	*E*	**Pour toi aussi Angélina c'est embêtant ?**
77	*Angelina*	Oui!
78	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
79	*Angelina*	Ben parce que, parce que on a pas pu faire comme dans l'histoire ! Et on pouvait s'amuser à faire comme dans une histoire
80	*E*	**Tu aurais voulu pouvoir t'amuser jusqu'au bout c'est ça ?**
81	*Angelina*	Oui !
82	*E*	**Faire comme dans l'histoire jusqu'au bout, et toi ?**
83	*Zou*	Moi c'est parce que les lapins ils arrêtent pas de tomber, les lapins ils sont trop lourds, ils arrêtent pas de tomber et aussi ce qui est embêtant c'est que là, on dirait que, on dirait que c'est une boule (*montre les lapins en pâte à modeler*)
84	*E*	**Alors est-ce que c'est important ça ?**
85	*Zou*	(*sourire*) Aussi c'est comme Angélina
86	*E*	**C'est comme Angélina, c'est embêtant. D'accord ! Est-ce que, est-ce que vous connaissez tous les deux, d'autres histoires, d'autres histoires qui ne sont pas possibles**
87	*Angelina*	Heu, oui moi
88	*E*	**Qu'est-ce que tu connais ?**
89	*Angelina*	Heu je connais
90	*Zou*	Trois petits cochons
91	*Angelina*	Oui voilà
92	*E*	**Pourquoi ce n'est pas possible ?**
93	*Angelina*	Parce qu'on ne peut pas prendre des pailles et des pierres tu vois. Et des pierres et…
94	*Zou*	On ne peut pas construire une maison avec la pâte à modeler

95	*Angelina*	Ben oui, voilà !
96	*E*	**D'accord, et c'est embêtant si on peut pas faire comme dans les histoires ? C'est embêtant si les histoires elles ne sont pas possibles ? Elles sont moins bonnes ces histoires si elles ne sont pas possibles ?**
97	*Angelina*	Ben c'est embêtant
98	*Zou*	Non, ce n'est pas embêtant
99	*Angelina*	C'est un petit peu embêtant. Moi j'aimerais bien m'amuser souvent à faire comme dans les histoires.
100	*E*	**D'accord, tu aimerais bien t'amuser à faire comme dans les histoires et c'est embêtant quand tu ne peux pas tout à fait. Oui ? Et est-ce qu'elles sont moins bonnes les histoires quand elles sont pas possibles ?**
101	*Angelina*	Non, quand même elles sont bien
102	*E*	**Donc ce n'est pas lié. Elles peuvent être possibles ou pas possibles et puis elles peuvent être bien quand même**
103	*Angelina*	Est-ce que tu peux nous raconter l'histoire ? (*montre Plouf*) Si c'est vrai ou pas ?
104	*E*	**Est-ce qu'elle est vraie l'histoire alors ? C'est toi qui me la lis ?**
105	*Angelina*	Ben non
106	*E*	**Et pourquoi elle n'est pas vraie l'histoire ?**
107	*Angelina*	Et ben, parce qu'en fait, on va voir les images. Alors, la première
108	*E*	**Alors, la première c'est le loup qui est à coté du puits, ça on l'a fait.**
109	*Angelina*	Alors, le loup là il veut descendre, alors, il monte dans le seau et il tombe
110	*E*	**Et est-ce que ça on peut le faire ça ?**
111	*Angelina/ Zou*	Oui !
112	*E*	**Oui. Et puis ensuite y a le cochon qui arrive**
113	*Angelina*	Oui et du coup après le… Attend
114	*E*	**On va aller vite parce qu'il faut aussi que je voie vos camarades**
115	*Zou*	Est-ce que vous allez leur raconter une histoire (*E fait non de la tête*)
116	*Angelina*	Après, après le cochon il descend
117	*E*	**Est-ce que… Voilà ! Et puis le loup il remonte. Est-ce que ça on peut le faire ?**
118	*Angelina*	Heu oui
119	*E*	**Ca on peut le faire ? C'est possible ça ?**
120	*Angelina/ Zou*	Oui !
121	*E*	**Ca c'est possible. Et puis le cochon pouf, il tombe dans l'eau et ha, il a froid, il a faim et puis y a personne pour l'aider. Puis arrivent les lapins, une famille de lapins et puis là le cochon il leur dit "ah mais vous savez il y a un puits à carottes, il y a plein de carottes là bas". Et du coup les lapins et bien ils s'accrochent au seau pour descendre.**
122	*Angelina*	Et en fait il n'y en a pas
123	*E*	**Et quand il arrive au fond, en bas, hé bien il n'y a pas de carottes. Est-ce que ça c'est possible ?**
124	*Angelina*	Non !
125	*E*	**Que le cochon il remonte et les lapins ils redescendent ?**
126	*Angelina*	Non !
127	*E*	**Est-ce qu'on l'a fait ça ? Est-ce qu'on a pu faire descendre les lapins et remonter le cochon ?**
128	*Angelina/ Zou*	Ah oui !
129	*Angelina*	Parce qu'en fait !
130	*E*	**Oui on l'a fait, on ne va pas le refaire. On l'a fait. Oui c'est possible. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe. Ben les lapins ils sont au fond et puis là on a le**

		loup, le loup du début, celui qui a très très faim. Et puis là le loup du début il pense qu'il va pouvoir attraper un lapin et le manger. Alors, il s'accroche à la corde et puis dans l'histoire, qu'est-ce qu'il se passe ? Il descend mais il n'arrive pas à les attraper et puis les lapins...
131	*Angelina*	En fait ce n'est pas vrai ça !
132	*Zou*	Aussi la grenouille elle s'attrape
133	*E*	**Ce n'est pas vrai ça ?**
134	*Zou*	Aussi la grenouille elle s'attrape
135	*Angelina*	C'est pas vrai que ils montent
136	*E*	**C'est pas vrai qu'ils montent alors est-ce qu'elle est possible cette partie de l'histoire ?**
137	*Angelina*	Non !
138	*E*	**Donc y a une partie de l'histoire qui n'est pas possible.**
139	*Angelina*	J'ai vu que dans toutes les pages il y avait la grenouille
140	*E*	**Oui c'est vrai, dans toutes les pages il y a une grenouille et puis à la fin, elle remonte avec les lapins. Et puis le loup il est tout seul.**
141	*Zou*	Pour ???, il s'est coincé dans le puits
142	*E*	**Ben oui. Et bien si il y a des petits à qui on raconte cette histoire et qui pensent que l'histoire est possible et qu'on peut faire tout pareil que dans l'histoire, qu'en pensez vous ?**
143	*Angelina*	On demande que… Ben on demande. Zou il choisit un garçon et moi je choisis une fille par exemple.
144	*E*	**Oui**
145	*Angelina*	Qui vient ici
146	*E*	**Oui**
147	*Angelina*	On choisit, on peut
148	*E*	**Non c'est pas vous qui choisissez. Je vous pose une question, si il y a des tout-petits, des petits enfants à qui on leur raconte l'histoire et puis ils pensent que l'histoire on peut la faire jusqu'au bout. On peut faire comme dans l'histoire, le loup peut descendre et puis les lapins ils peuvent remonter. Qu'est-ce que tu en penses ?**
149	*Angelina*	On amène des petits ? Il y a des petits ?
150	*E*	**Non non non. C'est une question que je te pose à toi, si par exemple moi je leur racontais l'histoire et puis ils pensent que c'est possible l'histoire.**
151	*Angelina*	Ben non, je crois pas si, si, si, s'ils font ça (*montre le puits*) je crois pas
152	*E*	**D'accord donc tu penses qu'il faut leur montrer ça et puis que en faisant il comprennent facilement**
153	*Angelina*	Oui
154	*E*	**D'accord, je te laisse retourner en classe et tu dis au maître qu'il choisisse deux nouveaux élèves…**

Transcription Binôme A11 Mathis et Charline

Transcription *enr 00403* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**On va s'asseoir ici ! Voilà. Rapproche-toi ! Toi aussi. Ton prénom ?**
2	*Charline*	Charline
3	*E*	**Charline et toi ?**
4	*Mathis*	Mathis
5	*E*	**Batiste**
6	*Mathis*	Mathis
7	*E*	**Mathis d'accord. Alors ben, ça vous fait penser à quoi tout ça ?**
8	*Charline*	A un puits
9	*E*	**A un puits**
10	*Mathis*	A un cochon
11	*E*	**A un cochon, et c'est quoi ça ? Pourquoi on a apporté le puits à votre avis ?**
12	*Mathis*	Pour voir si c'est lourd ou si c'est c'est léger
13	*E*	**Pour voir si c'est lourd ou si c'est c'est léger ?**
14	*Mathis*	Oui
15	*E*	**Ah et vous avez fait ça en classe ?**
16	*Charline*	Oui
17	*E*	**Est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez fait en classe? Toi Mathis tu vas commencer et tu rajouteras des choses, s'il manque des choses, d'accord ?**
18	*Charline*	Oui
19	*E*	**Alors raconte-moi !**
20	*Mathis*	C'était l'histoire du loup et il est descendu tout en bas !
21	*E*	**Et il est descendu mais il est descendu pourquoi ?**
22	*Mathis*	Il croyait qu'il y avait…un fromage
23	*E*	**C'est qui qui croyait que y avait un fromage au départ ?**
24	*Mathis*	Le loup
25	*E*	**Alors y a un loup au départ ? T'es d'accord** *(C acquiesce)* **Donc il pense qu'il y a un fromage au fond du trou** *(M acquiesce).* **Et qu'est-ce qu'il fait ?**
26	*Mathis*	Il tombe dans le puits
27	*E*	**Il tombe dans le puits, oui. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
28	*Mathis*	Le cochon il arrive. Il dit "viens, il y a un fromage dans le puits"
29	*E*	**Et puis, qu'est-ce qu'il se passe ?**
30	*Mathis*	Ben le cochon il va dans le puits et le loup il s'accroche à la corde
31	*E*	**Vous pouvez me le faire. Tiens,** *(à C, lui donne le loup)* **tu vas nous le faire ? Tu**

		nous montres. Donc au début le loup il est… il est dans le puits, il est dans le seau. Voilà, il est tombé. Et hop !
32	*Mathis*	C'est pas elle qui doit le descendre !
33	*E*	**Ah non c'est pas à elle de le descendre ?**
34	*Mathis*	Il descend tout seul
35	*E*	**Il descend tout seul, d'accord. Et puis là ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
36	*Mathis*	Le cochon il arrive
37	*E*	(*accroche le cochon à la corde*). **Et là qu'est-ce qu'il se passe avec le cochon ?**
38	*Mathis*	Non c'est le loup qui s'accroche à la corde
39	*E*	**Heu…** (*regarde le livre*). **Non c'est le cochon qui s'accroche à la corde. Le cochon s'accroche à la corde et qu'est-ce qu'il se passe ?**
40	*Mathis*	Il tombe
41	*E*	**Et qu'est-ce qu'il se passe pour le loup ?**
42	*Mathis*	Le loup il remonte
43	*E*	**Hop !** (*lâche la corde*) **Voilà ! Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
44	*Mathis*	Il s'accroche à la … Il voulait le manger mais il est descendu trop vite.
45	*E*	**Il est descendu trop vite et ça ne marche pas oui. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe avec le cochon**
46	*Mathis*	IL y a trois lapins. Il leur dit "venez il y a des carottes dans le puits"
47	*E*	**Et qu'est-ce qu'il font les lapins ?**
48	*Mathis*	Les lapins ils vont dans le seau
49	*E*	(*E va donner les lapins à C*) **Je te laisse faire, ou je le fais ? Allez !**
50	*Mathis*	Je le fais !
51	*E*	**Allez vas-y, fais-le ! Attends, faut bien les mettre. Parce que là, tu vois, ils ont glissé. Alors on va les mettre dans le seau et qu'est-ce qu'il se passe ?**
52	*Mathis*	Ils descendent
53	*E*	**Ils descendent et…** (*le seau se coince*) **Ah, attends, regarde, c'est parce que ça coince là (***le seau descend*)
54	*Mathis*	Après, après il nous reste
55	*E*	**Ils restent, attends, on regarde !**
56	*Mathis*	Après ils restent. Ils restent comme ça, ils bougent pas
57	*E*	**Tu es sûr ? Lâche ! Regarde !** (*Lâche la corde et le seau descend*). **Oh, ah ! Qu'est-ce qu'il se passe là regarde! Y'a le nez du cochon qui, qui bloque. Il a un gros nez ce cochon. Et qu'est-ce qu'il se passe ? Le cochon…**
58	*Mathis*	Et le cochon, il part
59	*E*	**Voilà le cochon il remonte et les lapins, les lapins ils sont au fond.**
60	*Mathis*	Et le loup il revient
61	*E*	**Et le loup il revient. Et là, qu'est-ce qu'il se passe ?**
62	*Mathis*	Il s'accroche à la corde le loup
63	*E*	**Il s'accroche à la corde** (*M accroche le loup à la corde, le lâche*). **Et qu'est-ce qu'il se passe là ?**
64	*Mathis*	Le loup il descend pas
65	*E*	**Le loup il descend pas**
66	*Mathis*	Oui, en fait il descend mais il ne descend pas !
67	*E*	(*raccroche le loup qui est tombé)*
68	*Mathis*	En fait il n'a pas vu que il ne descendait pas, le loup, celui qui a fait ça.
69	*E*	**Celui qui a écrit l'histoire ?**
70	*Mathis*	Oui
71	*E*	**Et qu'est-ce que tu en penses de ça alors ?**
72	*Mathis*	Bien

73	*E*	**Bien, quoi ?**
74	*Mathis*	Elle a bien fait. Après le loup il retombe dans le puits comme ça (*remonte les lapins à la main pour faire descendre le loup*)
75	*E*	**Mais est-ce qu'on arrive à le faire ça ?**
76	*Mathis*	Non !
77	*E*	**Non ! Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
78	*Mathis*	Non !
79	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
80	*Mathis*	Non! (*chuchote*) Les lapins, comment on les enlève ?
81	*E*	**Je vais les enlever, c'est compliqué. Voilà. En tout cas si on enlève les lapins…**
82	*Mathis*	C'est quoi ça ? (*montre quelque chose hors-champ*)
83	*E*	**Oh ça je ne sais pas du tout**
84	*Mathis*	C'est ???
85	*E*	**Oui, j'ai l'impression que… Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
86	*Mathis*	Non !
87	*E*	**Et toi qu'est-ce que tu en penses ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
88	*Charline*	Non !
89	*E*	**Non ? Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
90	*Mathis*	Non, ce n'est pas embêtant !
91	*E*	**Pourquoi ?**
92	*Mathis*	Y'avait pas une histoire
93	*E*	**Oui ?**
94	*Mathis*	Y'avait pas une histoire si il ne descend pas le loup
95	*E*	**Y'avait pas une histoire si il ne descend pas le loup ? Ah d'accord, ok**
96	*Mathis*	Ils vont se mettre dans le puits
97	*E*	**Oui parce que, si on fait, … ce que tu veux dire c'est que si on fait comme nous on a fait et bien le loup il ne descend pas et l'histoire elle ne se finit pas, c'est ça ? Elle n'est pas bien dans ce cas l'histoire ?**
98	*Mathis*	Mais si on met, si, si,… si on met rien (*dans le seau)* et qu'il y a quelqu'un accroché, et ben ça descend tout seul, comme ça ! (*lâche le loup*)
99	*E*	**Tout à fait !**
100	*Mathis*	Et vite !
101	*E*	**Et vite, oui.**
102	*Mathis*	La je suis sûr que si on remet le cochon, et ben il va descendre vite
103	*E*	**Ah bien oui parce que qu'est-ce qu'on avait au départ ? Le loup** (*parle du cochon en fait)*, **il est lourd. Il est juste lourd. Qu'est-ce qu'il est par rapport au, au loup**
104	*Mathis*	Je ne sais pas
105	*E*	**Tu ne sais pas**
106	*Mathis*	Il est maigre
107	*E*	**Il est maigre, oui. Il est plus, il est moins lourd que le loup, que le cochon hein**
108	*Mathis*	Il est comme ça
109	*E*	**Le cochon il est plus lourd**
110	*Mathis*	Là il va aller en bas de suite.
111	*E*	**Oui, ça c'est le cochon**
112	*Mathis*	Et là il remonte… Il reste dedans et là, et là il ne peut pas remonter
113	*E*	**Hum ! Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles. Est-ce que toi tu en connais d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?** (*à C qui dit non*) **Tu n'en connais pas ?**
114	*Mathis*	Non !
115	*E*	**Toi non plus. Vous n'en connaissez pas tous les deux**

116	*Mathis*	Non
117	*E*	**Non**
118	*Mathis*	Pourquoi y a une lumière là ?
119	*E*	**Heu, pour que la caméra elle puisse vous voir un peu parce que sinon il fait trop sombre dans la pièce. Tout simplement, tu vois ? L'histoire elle n'est pas possible alors. Bon ! Est-ce qu'une histoire si elle n'est pas possible, elle est moins bonne qu'une histoire si elle est possible ?**
120	*Mathis*	Ah c'est un tronc d'arbre qui le tient
121	*E*	**Pardon ?**
122	*Mathis*	Le puits. Ca c'est un tronc d'arbre qui le tient (*montre l'histoire*)
123	*E*	**Oui là c'est un tronc d'arbre**
124	*Mathis*	Et là non ! (*montre le puits fabriqué*)
125	*E*	**Et là non ! Est-ce que c'est important ça ?**
126	*Mathis*	Ben oui
127	*E*	**Oui pourquoi ?**
128	*Mathis*	Sinon le puits, il n'y aura pas de puits
129	*E*	**Est-ce que ça aussi c'est un puits ?** (*montre le puits fabriqué*). **Est-ce que ce sont des puits tous les deux ?**
130	*Mathis*	Oui
131	*E*	**Oui ? Qu'est ce qui est important dans le puits ? Qu'est-ce qui importe le plus ?**
132	*Mathis*	Ca ! (*montre la poulie*)
133	*E*	**Oui, ça ! Tu connais son nom ?**
134	*Mathis*	Heu… Non !
135	*E*	**C'est une poulie ! Effectivement c'est la poulie qui est importante.**
136	*Mathis*	Et le cochon, après il s'en va, il s'en va dans l'histoire. Et le loup il reste dans le puits
137	*E*	**Oui. Dans l'histoire il reste, mais nous, est-ce que le loup il reste dans le puits ?**
138	*Mathis*	Non
139	*E*	**Non ! Qui c'est qui reste dans le puits ?**
140	*Mathis*	Hein?
141	*E*	**Qui c'est qui reste dans le puits ? Quand on le fait nous ? Tiens, mets-les dans le** (*tend les lapins à M*). **Mets les lapins pour voir. Voilà ! C'est les lapins qui restent dans le puits.**
142	*Mathis*	???
143	*E*	???
144	*E*	**Y a des petits à qui on a raconté l'histoire et puis les petits… attends, je vais t'aider, et puis les petits quand on leur a raconté l'histoire, ça c'est une question pour tous les deux, hein ? Quand on leur a raconté l'histoire au petits, et ben les petits, Mathis tu m'écoutes ? Les petits ils ont pensé que l'histoire elle était possible. Qu'on pouvait faire comme dans l'histoire, l'histoire elle était possible, elle était vraie l'histoire. Est-ce que tu penses que c'est embêtant ça ? Pour des petits comme ça.**
145	*Mathis*	(*fait oui de la tête*) Sinon ça ne serait pas une histoire.
146	*E*	**Hum hum. Qu'est-ce que tu veux dire par là ? Tu peux m'expliquer ?**
147	*Mathis*	Je ne sais pas !
148	*E*	**Tu ne sais pas. Les petits ils pensaient que le loup, les petits ils pensaient que le loup il pouvait faire remonter les lapins. Est-ce qu'on peut le faire nous ?**
149	*Mathis*	Non !
150		???
151	*E*	**Est-ce que c'est embêtant s'ils disent ça les petits ?**
152	*Charline*	Non !
153	*E*	**Non, c'est des bébés ?**

154	*Mathis*	C'est embêtant parce que sinon on ne peut pas faire une histoire.
155	*E*	**Qu'est-ce que tu veux dire par là ? Sinon on ne peut pas faire une histoire ? Tu veux dire qu'une histoire il faut forcément qu'elle ne soit pas possible ?**
156	*Mathis*	Je dis qu'une histoire il faut qu'elle soit possible.
157	*E*	**Mais là c'est une histoire**
158	*Mathis*	Elle n'est pas possible.
159	*E*	**Elle n'est pas possible. Donc ça veut dire qu'il y a des histoires qui sont fausses, pas possibles. C'est embêtant si on a des histoires qui ne sont pas possibles ?**
160	*Mathis*	Pour moi oui
161	*E*	**Oui, pourquoi ? Tu préfères qu'elles soient possibles ?**
162	*Mathis*	Oui. Il est gros le puits.
163	*E*	**Oui il est gros le puits. Est-ce qu'on pourrait aider les petits à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
164	*Mathis*	Oui
165	*E*	**Comment on pourrait faire ?**
166	*Mathis*	On pourrait leur montrer… leur montrer avec le puits
167	*E*	**Et alors ?**
168	*Mathis*	On met les lapins et après, on va mettre, on, on met le, le
169	*E*	**On met le loup**
170	*Mathis*	On met le loup à la… on met le loup dans le
171	*Charline*	**A la corde**
172	*Mathis*	A la corde … Le loup dans le puits. Parce que le puits il va aller en bas.
173	*Charline*	C'est le lapin, les lapins dans le puits et le loup à la corde !
174	*E*	**Très bien. Et qu'est-ce qu'il va se passer alors ?**
175	*Mathis*	Les lapins ils vont rester en bas
176	*E*	**Oui ?** (C acquiesce). **Et ça ça va permettre aux petits de comprendre ? Que l'histoire n'est pas possible ?** (C acquiesce). **Oui je suis d'accord. Je vous remercie tous les deux. Merci d'avoir pris du temps pour répondre à mes questions. Vous allez dire à la maîtresse de m'envoyer deux autres élèves. Merci à vous !**

Transcription Binôme A12 Clara et Thomas

Transcription *enr 00404* (2011) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Alors tenez, vous allez vous assoir. Voilà, là, très bien. Alors comment vous vous appelez tous les deux ?**
2	*Thomas*	Moi Thomas et Clara, Clara comment ?
3	*E*	**Thomas et Clara, le prénom ça me suffit. Rapproche-toi un petit peu car sinon je pense que je ne vais pas bien vous entendre tous les deux. Alors**
4	*Thomas*	Je connais cette histoire
5	*E*	**Ah ben oui c'est pour ça, je vais vous poser des questions sur cette histoire. Tu la connais aussi Clara ?** ()
6	*Thomas*	On a lu et on a fait l'expérience
7	*E*	**Ah et qu'est-ce que vous avez fait comme expérience ? Tu peux me raconter ?**
8	*Thomas*	En fait, c'était en premier il était tombé dans le, il croyait que c'était, il croyait qu'il y a un croissant dedans mais en fait c'était la Lune qui faisait le reflet. Mais il est allé dedans, il est tombé et après il a dit, il a dit, il a dit au cochon "viens voir, il y a... je ne me rappelle plus ce qu'il y a à manger"
9	*E*	**C'est un fromage**
10	*Thomas*	Oui un fromage et lui il est descendu, il fait remonter et après le loup, et après il dit d'accord et… Clara, tu peux expliquer ? Je m'en rappelle plus
11	*Carla*	Après il se rend compte que le loup il lui avait fait une farce. Et après il y a une famille de lapins qui vient et qui… et le cochon il dit
12	*Thomas*	Venez y a plein de carottes à manger
13	*Carla*	Venez venez c'est un puits de carottes, il y a plein de carottes et après ils sont dans le seau, les lapins ils descendent et le cochon il monte.
14	*Thomas*	Oui le cochon il monte
15	*Carla*	Et après il y a le loup il vient et heu
16	*Thomas*	C'est un peu bizarre parce que il y a la grenouille on la voit à chaque fois.
17	*E*	**Oui c'est vrai.**
18	*Carla*	Et après il y a le loup qui vient et les lapins ils disent "viens, viens il y a plein de"
19	*Thomas*	"Il y a plein de, de, je m'en rappelle plus"
20	*E*	**De lapins parce que le loup il les aime bien**
21	*Thomas*	
22	*Carla*	Viens ! Viens ! Il y a plein de lapins ! IL y a plein de lapins ! Et après
23	*Thomas*	Non mais c'est bon, heu, c'est des lapins. En fait, il veut essayer de les attraper comme ça. Mais après il les rate et après eux ils montent et lui, lui il est coincé dans le puits.
24	*Carla*	En fait et après, il, le loup, il dit, il dit, heu, moi je ne vous crois pas parce que je suis déjà allé dedans

25	*E*	**Oui au début il pense que les lapins ils vont lui dire qu'il y a du fromage au fond du puits mais il n'y a pas de fromage en fait. Donc il dit "taratata, c'est ça, c'est ça, il n'y a pas de fromage au fond du puits" et les lapins ils disent "il n'y a pas de fromage, on le sait ça, mais par contre il y a des lapins". Et qu'est-ce qu'il se passe après ?**
26	*Thomas*	Il veut descendre
27	*Carla*	Il veut attraper les lapins au passage
28	*E*	**Oui**
29	*Thomas*	Mais, en fait il, il se trompe parce qu'il, il, il veut descendre mais eux, ils vont remonter et il pourra pas les attraper
30	*E*	**Hum hum**
31	*Thomas*	Lui il va descendre et eux ils vont remonter et Plouf !
32	*Carla*	Oh, la grenouille aussi elle
33	*E*	**Elle remonte, oui ! La grenouille aussi elle remonte. Et qu'est-ce que vous avez fait en classe avec ça ?**
34	*Thomas*	Après, on a essayé, on a essayé de faire rentrer les trois lapins pour voir si ça descendait mais, non pas toi, les trois, oui, les trois lapins et le loup il ne descendait pas. Le cochon, heu, je me rappelle plus lesquels ils descendaient pas.
35	*E*	**Alors, vous avez essayé de faire comme dans l'histoire c'est ça ?**
36	*Thomas/Carla*	Oui !
37	*Thomas*	D'abord on a fait avec la pâte-à-modeler
38	*E*	**Alors tiens regarde !**
39	*Thomas*	C'est quoi ça ? Ca c'est…
40	*E*	**Ca c'est le loup**
41	*Thomas*	Oh on dirait un chien
42	*E*	**Oh oui, un loup. C'est pareil. Alors on a mis le loup et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
43	*Thomas*	(*montre le cochon*) Lui on peut
44	*Carla*	Il y a le cochon
45	*Thomas*	Ca veut dire quoi là. Ah non en fait faut qu'il descende. S'il descend (*lâche le seau avec le loup*)
46	*E*	**Voilà**
47	*Thomas*	Il est trop léger
48	*E*	**Voilà, le loup il est tombé, il est au fond du puits**
49	*Thomas*	Il est trop léger
50	*E*	**Heu on ne sait pas ça encore**
51	*Thomas*	Il est dans le truc là (*remet le loup dans le seau*)
52	*E*	**Oui mets-le. Voilà** (*attache le cochon à la corde)* ! **Puis ensuite on a le cochon**
53	*Thomas*	Il dit
54	*E*	**Alors le cochon arrive, qu'est-ce qu'il se passe ?** (*Lâche le cochon*). **Ah, il est vraiment trop gros. Hop** (*remet la corde en place sur la poulie*)
55	*Thomas*	Il reste à côté !
56	*E*	**Attend ! On remet bien le cochon. Tu vois, il faut bien mettre la corde dans la poulie. Et puis, on laisse, on attend, on regarde. Ah décidemment,… alors regarde, là elle est bien mise. Vas-y lâche : Hop**
57	*Thomas*	Voilà, le loup il est descendu
58	*E*	**Et le cochon, il se retrouve, au fond du puits mais il ne faut pas qui se détache**
59	*Thomas*	Là on le laisse ici parce qu'après il va arriver
60	*E*	**D'accord, il va revenir. Donc on a le cochon et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ? On a la famille…**
61	*Thomas/C*	Lapin

	arla	
62	*E*	**Bon elle est un peu amochée ma famille lapin mais**
63	*Thomas*	Mais ce n'est pas des lapins ça !
64	*E*	**Ce ne sont plus des lapins. Est-ce que le cochon c'est un cochon ?**
65	*Thomas*	Ben si
66	*E*	**Oui ! Oui, c'est un cochon tu trouves ? C'est un cochon en pâte-à-modeler**
67	*Carla*	Ca c'est un lapin, ça c'est un lapin, ça c'est un lapin et ça c'est un lapin !
68	*E*	**Et alors qu'est-ce qu'il se passe quand les lapins arrivent ?**
69	*Thomas*	Ils disent " y a un puits de carottes" Et là (*fais descendre les lapins*)
70	*E*	**Est-ce que t'as besoin de le tenir ?**
71	*Thomas*	Ben non
72	*E*	**Si on tient pas est-ce que ça ?** (*lâche la corde*)
73	*Thomas*	Heu oui
74	*Carla*	Oui
75	*E*	**Hop**
76	*Thomas*	C'est un peu bizarre.
77	*E*	**Voilà**
78	*Carla*	Maintenant on détache le cochon
79	*E*	**Et puis ensuite ?**
80	*Thomas*	Le loup !
81	*E*	**Bon vas-y accroche le loup. Et on laisse bien les lapins**
82	*Carla*	Voilà
83	*E*	**Voilà, on accroche le loup. Qu'est-ce qu'il se passe quand on accroche le loup**
84	*Carla*	Hey bien je dis non non non non !
85	*E*	**Qu'est-ce qu'il se passe ?**
86	*Thomas*	Il dit non non non c'est des blagues, ne descend pas
87	*E*	**Est-ce qu'on arrive à faire descendre le… Est-ce que le loup arrive à faire remonter les lapins ?**
88	*Carla*	Non !
89	*E*	**Non. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
90	*Thomas*	Non, c'est des blagues
91	*E*	**L'histoire c'est des blagues ?**
92	*Thomas*	Ils ont dit un mensonge
93	*E*	**Mais est-ce que l'histoire elle est possible ?**
94	*Carla*	Non !
95	*Thomas*	(*fais descendre le loup*) Hey, mais reste en bas ! (*C rigole*)
96	*E*	**Est-ce qu'on y arrive ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
97	*Carla*	Non !
98	*Thomas*	Hey mais j'ai une idée, peut-être que maîtresse, parce que regarde, peut-être que c'est pas comme ça qu'il faut le mettre. Regarde comment il faut la mettre ! Regarde, hop, lâche-le. Comme ça peut-être !
99	*E*	**On peut essayer si tu veux. Ca va aller plus vite. Vas-y lâche !**
100	*Thomas*	Punaise, punaise, punaise, vite !
101	*E*	**C'est bon, c'est bon comme ça. Lâche !**
102	*Thomas*	Oh ben ça fonctionne pas
103	*E*	**Et ben non ! Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
104	*Thomas/Carla*	Non !
105	*Thomas*	Ce sont des bêtises

106	*E*	**Ce sont des bêtises. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
107	*Thomas*	Si on peut le faire. Il est descendu
108	*E*	**Heu… Regarde !** (*E qui tenait le seau avec les lapins le lâche, et celui-ci tombe*)
109	*Thomas*	Attend ! Juste… (*le refait*). Ben voilà
110	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
111	*Carla*	Non !
112	*Thomas*	Est-ce que si on, on met le cochon dessus
113	*E*	**Ecoute-moi, on arrête de manipuler maintenant. On m'écoute maintenant, hein ? La question que je vais vous poser maintenant. D'accord. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
114	*Carla*	Oui
115	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
116	*Thomas*	J'ai tout enlevé, ah ben, le lapin. La tête de lapin elle s'est enlevée.
117	*E*	**Je reprends tout. Comme ça vous arrêtez de jouer et vous m'écoutez. On est d'accord ?**
118	*Thomas*	Oh punaise
119	*E*	**Arrête, arrête, arrête ! Hop là !**
120	*Thomas*	Hey, y a plus le pot ? Ah ben si
121	*E*	**Alors, est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
122	*Thomas/Carla*	Oui !
123	*E*	**Oui, pourquoi ?**
124	*Thomas*	Ah si un jour maîtresse elle a dit que France 2 allait venir nous filmer mais ils sont pas venus
125	*E*	**Oui, je sais. Il m'a raconté le maître. Alors c'est embêtant ou pas si ne on peut pas faire comme dans l'histoire ?**
126	*Thomas/Carla*	Oui
127	*E*	**Oui ? Pourquoi vous voulez faire comme dans l'histoire ?**
128	*Thomas*	Parce que comme ça, ça marcherait mieux !
129	*E*	**D'accord. Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où ça nemarche pas ? Où ce n'est pas possible ?**
130	*Thomas*	Non
131	*E*	**Tu n'en connais pas ?**
132	*Thomas*	Si parce qu'on a fait un truc, c'était le Glaçon. En fait on avait des ? ? ? Ah oui on doit y aller nous
133	*E*	**Oui vous allez y aller dans quelques instants. D'accord donc vous n'en connaissez pas d'autres des histoires. Et ben écoutez, je vous remercie. Au revoir !**

Transcription Binôme A1 post Loris et Roxanne

Transcription *enr 00117* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Asseyez-vous ! On peut tous s'asseoir par terre, il n'y a pas de problèmes. Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait sur Plouf ! avec votre maître l'année dernière ?**
2	*Loris*	Heu Oui
3	*E*	**Oui ? Et toi est-ce que tu te souviens ?**
4	*Roxanne*	Oui, on a des animaux
5	*Loris*	en pâte-à-modeler
6	*E*	**Oui, alors je vais mettre ça ici pour vous entendre parce que il faut que vous parliez fort. Alors dites-moi...**
7	*Loris*	On a fait de la pâte-à-modeler pour fabriquer le loup et les cochons… Heu, et après des … des lapins
8	*E*	**Des lapins oui. Et vous vous souvenez pour quoi vous aviez fait ça ?**
9	*Loris*	Heu parce qu'on voulait savoir heu
10	*Roxanne*	On voulait vérifier si cette histoire était vraie
11	*E*	**Ah tu voulais vérifier si cette histoire était vraie ?**
12	*Roxanne*	Oui ! Si elle marchait vraiment
13	*Loris*	On voulait vérifier si elle marchait vraiment l'histoire.
14	*E*	*Oh vous vous souvenez bien dites donc. Et alors est-ce qu'elle marchait vraiment cette histoire ?*
15	*Loris*	Heu non
16	*E*	**Non ?**
17	*Loris*	Non ! Parce que le cochon et ben il était plus lourd que le loup alors, alors après le cochon il est resté en bas
18	*E*	**Le cochon était plus lourd que le loup alors le cochon est resté en bas et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passait ?**
19	*Loris*	Et ensuite y'a… et ensuite y'a le… y'a le cochon qui… qui ramène les lapins en bas
20	*E*	**Oui**
21	*Loris*	Et après il descend et après y a le loup qui réarrive. Et après il veut descendre et après les autres lapins ils remontent et c'est lui qui, qui est tombé dans le trou
22	*E*	**Et alors, est-ce que, est-ce que vous avez vérifié si l'histoire était vraie ?**
23	*Loris et Roxanne*	Oui !
24	*E*	**Et est-ce qu'elle était vraie l'histoire ? Est-ce qu'elle était possible ?**
25	*Loris et Roxanne*	Non !
26	*E*	**Est-ce que tu te souviens à quel moment elle n'était plus possible l'histoire ? Puisque tu dis qu'elle n'est pas possible.**
27	*Roxanne*	Quand le cochon il était trop lourd

28	*E*	**C'était quand le cochon était trop lourd ? Hein, alors tu m'as dit que le cochon il est plus lourd, vous m'avez dit que le cochon il est plus lourd que le loup, c'est ça ? Que le cochon il descend ?**
29	*Loris et Roxanne*	Oui !
30	*E*	**Et puis ensuite qu'est-ce qu'il y avait? Il y avait les ?**
31	*Loris*	Les lapins
32	*E*	**Les lapins. Et alors les lapins, est-ce qu'on arrivait à les faire descendre les lapins ?**
33	*Loris*	Oui
34	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ça ?**
35	*Loris*	Oui
36	*E*	**Oui**
37	*Loris*	Oui parce qu'ils étaient trois contre..., il étaient trois et y avait un cochon
38	*E*	**Donc, donc le cochon il descendait c'était possible, ensuite quand les lapins descendaient est-ce que c'était possible de faire descendre les lapins ?**
39	*Loris*	Oui
40	*E*	**Donc ça c'était possible encore. Alors ce n'est pas comme vous venez de me dire. Puisque vous venez de me dire que c'est parce que le cochon était trop lourd que ce n'était pas possible.**
41	*Loris*	Mais moi j'ai dit avec les trois lapins, le cochon il peut remonter
42	*E*	**Tu es d'accord avec ça aussi ?**
43	*Roxanne*	Oui
44	*E*	**Donc les lapins ils descendent c'est ça ?**
45	*Loris*	Oui
46	*E*	**Donc ça on peut faire comme dans l'histoire. Et ensuite ?**
47	*Roxanne*	Le loup il arrive et puis les lapins ils peuvent remonter.
48	*Loris*	Et après c'est le loup qui reste en bas et c'est les lapins qui remontent
49	*E*	**Et ça est-ce que c'est possible de le faire ?**
50	*Loris*	Non
51	*Roxanne*	Je ne crois pas parce que je m'en rappelle plus
52	*Loris*	Ils étaient trois lapins. Y avait un loup et puis c'était le cochon le plus lourd que le loup et les trois lapins plus lourds que le cochon. Les trois lapins et ben, ils sont trop lourds contre le loup
53	*E*	**Qu'est-ce que t'en penses toi ? Tu te souviens plus bien ?**
54	*Roxanne*	Non plus trop
55	*E*	**Est-ce que vous voudriez qu'on refasse ça?**
56	*Loris*	Heu oui, pour voir
57	*E*	**On le refait pour voir. Alors, tiens, regarde. Tu veux bien prendre la boite qui est là ? Voilà. Donc vous aviez fait avec de la pâte-à-modeler alors bon, on va faire… On ne va pas avoir des vrais cochons et des vrais lapins et tout ça mais est-ce que, ce n'est pas très grave. Vous êtes d'accord avec moi ? Tu m'as dit que le cochon devait être comment par rapport au loup, il devait être?**
58	*Loris*	Plus lourd
59	*E*	**Alors** *(fait 2 boules en pâte-à-modeler, une petite et une plus grande)*
60	*Loris*	Et plus grand
61	*E*	**Plus grand. Alors si ça c'est le loup** *(pose la petite boule)*, **ça c'est le ?**
62	*Loris*	Cochon
63	*E*	**Cochon. Et tu m'as dit quoi pour les lapins ? Ils devaient être comment par rapport aux...?**
64	*Loris*	Il devait être un petit, plus lourd, et un petit, un moyen et un grand
65	*E*	**Alors, si on les met tous les trois ensemble, tous les trois ensemble il faut qu'ils**

		soient comment par rapport au cochon ?
66	*Loris*	Plus gros que le cochon
67	*E*	**Qu'est-ce que t'en penses toi Roxanne ?**
68	*Roxanne*	Moi je dis qu'y en a un qui doit être petit et les deux autres grands.
69	*E*	**Et tous ensemble, parce que regarde, je vais faire une boule, on va dire que ma boule c'est les lapins. Ca ira ça tu crois ?** *(R acquiesce)* **Alors si je fais une boule avec les lapins, la boule elle doit être comment par rapport à la boule du cochon ?**
70	*Loris*	Plus grosse
71	*Roxanne*	Beaucoup plus grosse
72	*E*	**Beaucoup plus grosse? Alors est-ce que comme ça, ça vous va ? (** *les 3 boules de tailles différentes sont alignées)*
73	*Loris et Roxanne*	Oui
74	*E*	**Oui. Alors si on dit que ça c'est le loup** *(montre la plus petite boule)*, **au début le loup, il tombe dans le, puits c'est ça ? Alors comment on avait fait ? Tu veux le refaire Roxanne ?**
75	*Roxanne*	Oui ! Il s'accroche là-dessus
76	*E*	**Allez, fais-le, je te laisse faire. Je vous laisse faire tous les deux en même temps, je regarde. Voilà, c'est très bien. Alors hop !** *(R lâche le loup)* **Hop ! Donc le loup il est tombé. Et puis ensuite on a le… On a le cochon … qui arrive. Alors vas-y. Surtout que le cochon il sait que... Il est là le cochon et donc qu'est-ce qu'il fait ? Il s'accroche à la corde**
77	*Loris*	Il s'accroche là. Et le loup, il est dedans
78	*E*	**Oui il se met dans le seau.**
79	*Loris*	Et… *(essaie de mettre la pâte-à-modeler autour de la corde)*
80	*E*	**Oui, elle n'est pas évidente à travailler. Oui, ça devrait être bon**
81	*Loris*	Et après il *(lâche mais il ne se passe rien)* Faut faire plus gros!
82	*E*	**Oui faut le faire plus gros. Attend, je vais en mettre un peu plus. On va voir si ça marche ou pas. Faut le faire plus gros. Attention !** *(E lâche la corde et le seau remonte).* **Oui !**
83	*Loris*	Le loup remonte
84	*E*	**Le loup remonte**
85	*Loris*	Il sort
86	*E*	**Et puis maintenant**
87	*Loris*	Après y a des cochons
88	*E*	**C'est des lapins. Oui, il faut les faire plus gros. Les lapins ils viennent**
89	*Loris*	Faut en mettre plus d'une. Parce qu'ils vont dans le seau
90	*E*	**Voilà.** *(Loris lâche la corde).* **Et puis le cochon il ?**
91	*Loris*	Il remonte
92	*E*	**Il remonte. Et puis ensuite ?**
93	*Loris*	Et après… *(regarde le livre)* et après, y a le loup qui veut remonter
94	*E*	**Y a le loup qui revient**
95	*Loris*	Qui veut remonter
96	*E*	**Qui veut descendre plutôt**
97	*Loris*	Oui, descendre.
98	*E*	**Et alors** *(R met le loup sur la corde)*
99	*Loris*	Et alors, ça marche pas.
100	*E*	**Ca ne marche pas. Donc, est-ce que c'est possible, cette histoire ?**
101	*Loris et Roxanne*	Non !
102	*E*	**Non. Est-ce que c'est embêtant si l'histoire elle n'est pas possible ?**

103	*Loris*	Oui
104	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
105	*Loris*	Parce qu'après les lapins, ils peuvent plus remonter et ils peuvent plus manger, ils peuvent plus manger
106	*E*	**Ils restent coincés en bas c'est ça ?** *(L acquiesce)* **Et pour toi Roxanne, est-ce que c'est embêtant si cette histoire n'est pas possible ?** *(R hausse les épaules)*
107	*Roxanne*	Oui !
108	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires pas possibles ?**
109	*Loris*	Heu… Heu… je me rappelle plus
110	*E*	**Et toi Roxanne ?**
111	*Roxanne*	Je me rappelle plus
112	*E*	**D'accord. Si il y a, parce que maintenant vous êtes grands. Si y a des petits de la maternelle qui pensent que l'histoire elle est possible. Est-ce que c'est embêtant d'après vous s'ils pensent que l'histoire elle est possible ?**
113	*Roxanne*	Non !
114	*E*	**Non. Ce n'est pas embêtant.**
115	*Roxanne*	Parce qu'on sait qu'ils vont le faire à la maternelle aussi.
116	*E*	**Ah, tu penses que ce n'est pas embêtant, parce que, parce qu'avec leur maître ils vont, ils vont l'apprendre ?** *(R acquiesce)* **Et toi qu'est-ce que t'en penses ?**
117	*Loris*	Pareil
118	*E*	**Pareil**
119	*Loris*	Et après on apprend, et après ils vont voir que, que l'histoire elle est fausse alors après ben… Ils vont, ils vont regarder.
120	*E*	**D'accord. Et imagine qu'il ne le fasse pas le… avec leur maître, parce qu'ils ne sont pas à l'école de BIOT, ils ne sont pas avec Monsieur Wolff et du coup ils l'ont pas fait à la maternelle. Et puis ils vous disent quand ils regardent l'histoire, donc c'est vous qui leur montrez l'histoire qui leur racontez et ils pensent que c'est possible. Comment vous pourriez faire pour les aider à comprendre que ce n'est pas possible ?**
121	*Roxanne*	On va leur montrer
122	*Loris*	Ben on va leur montrer. On va leur dire parce que y a trois lapins qui sont plus lourds que le loup et le loup il est plus léger alors il peut pas descendre… pour le manger
123	*E*	**D'accord donc vous allez leur montrer c'est ça?** *(R acquiesce).* **Vous allez faire comme ça** *(montre le puits et L acquiesce).* **Et tu penses qu'ils vont comprendre comme ça ?** *(L hausse les épaules)* **Est-ce que vous aviez compris vous l'année dernière ?**
124	*Loris*	Oui
125	*E*	**Donc est-ce qu'ils vont comprendre aussi ? Pourquoi pas, hein ? Hum. Est-ce que heu… Est-ce que, est-ce que l'auteur il avait le droit de raconter une histoire où ce n'est pas possible. A votre avis ?**
126	*Roxanne*	Oui
127	*E*	**Oui, pourquoi ?**
128	*Roxanne*	Ben, parce que c'est lui qui raconte l'histoire alors c'est lui qui va… qui va faire heu… l'histoire
129	*E*	**Donc c'est lui qui décide et toi si tu parles, si tu parles de cette poulie là, si tu parles de cette pâte-à-modeler là, est-ce que toi tu as le droit de, de dire ce que tu veux et de dire que par exemple les lapins et bien, et bien, ils vont remonter et que le loup il va descendre ? Est-ce que tu peux le dire toi ?**
130	*Loris*	Non
131	*E*	**Pourquoi tu ne peux pas le dire ?**
132	*Loris*	Parce que y a, y a, y a plus de lapins que… Y a trois lapins et un loup et alors les trois lapins ils sont plus lourds que le loup
133	*E*	**Et toi Roxanne. Qu'est-ce que tu en penses ? Est-ce qu'on peut dire ce qu'on veut**

		ou est-ce qu'il faut qu'on dise que c'est les lapins qui restent en bas et c'est le loup qui reste en haut.
134	*Loris*	Non, on peut dire que les lapins ils restent en bas et que le loup il reste en haut. On peut pas dire le lapin il remonte et le loup il va en bas
135	*E*	**Qu'est-ce que t'en penses toi ?**
136	*Roxanne*	La même chose
137	*E*	**T'en penses la même chose ? Alors je voudrais vous montrer quelques images et puis vous aller me dire, si avec ces images là, si avec ses choses là, on pourrait faire, comme on a fait ici, l'histoire de Plouf. Alors regardez cette image. Est-ce que vous pensez qu'avec cette image, avec cette image on pourrait faire Plouf, comme on peut le faire là.** *(puits avec poulie en bolduc sur tige)*
138	*Loris*	Oui (et R acquiesce)
139	*E*	**Tu dis oui parce qu'il dit oui ou dit dit oui parce que t'es sûre de toi ?**
140	*Roxanne*	Je suis sûre de moi
141	*E*	**Tu es sûre de toi, alors explique moi comment tu pourrais, on pourrait faire Plouf avec ça.**
142	*Roxanne*	Parce que ça ça fait le seau et ça c'est le petit truc *(la poulie)* dans lequel on descend. Et là c'est la corde. Alors c'est presque la même chose.
143	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi ?**
144	*Loris*	Moi aussi parce que, on peut aussi heu… ou alors on peut pas parce qu'il y a le seau et ça et ben après ça va remonter et y a toute la corde qui va tomber parce que, parce que y a pas une poulie
145	*E*	**Y'a pas une quoi ?**
146	*Loris*	Une poulie
147	*E*	**Ah y a pas ça c'est ça** *(montre la poulie)*
148	*Loris*	Oui
149	*E*	**Est-ce qu'il y a ça ou pas. Regarde ! Mais il faut, tu dis que pour que ça remonte il faut une poulie, c'est ça ? Et que y a pas la poulie dedans donc ça peut pas remonter et descendre c'est ça ?**
150	*Roxanne*	Mais ça c'est la même chose, ça *(montre l'équivalent d'une poulie sur l'image)* et ça presque
151	*E*	**Ca, montre moi. Ah ça tu veux dire, c'est la même chose que ça** *(montre tour à tour les deux poulies)*
152	*Roxanne*	Presque, c'est la même chose.
153	*E*	**C'est presque la même chose**
154	*Roxanne*	Parce qu'on attache la corde dedans
155	*E*	**Ah**
156	*Loris*	Oui mais là on l'attache la corde dedans et là on attache la corde dessus
157	*E*	**Ah, c'est vrai ça. Mais qu'est ce qu'il faut faire pour que ça puisse marcher pareil ? Il faudrait quoi, il faudrait que ça puisse...**
158	*Loris*	Heu rouler
159	*E*	**Rouler. Et est-ce que tu penses que ça peut rouler ou pas ?**
160	*Loris*	Non
161	*E*	**Et toi, est-ce que tu penses que ça peut rouler ?**
162	*Roxanne*	Oui
163	*E*	**Toi tu penses que ça peut rouler. Comment il faudrait faire pour savoir ?**
164	*Roxanne*	Faudrait essayer
165	*E*	**Faudrait essayer. Faudrait essayer. Alors je vous en montre une autre. D'accord. Regarder celui-là** *(puits avec une poulir très proche de la leur)*
166	*Roxanne*	On peut
167	*E*	**On peut. Toi qu'est-ce que t'en penses? Alors pourquoi tu dis qu'on peut là ?**
168	*Loris*	Parce que la y a une poulie et elle est pareil que celle là alors ça peut rouler

169	*E*	**Et toi qu'est-ce que t'en penses ?**
170	*Roxanne*	Heu la même chose aussi
171	*E*	**La même chose aussi. Alors on le voit pas bien ici mais tu penses que ce qui est important c'est la poulie, c'est ça que t'es en train de me dire ?**
172	*E*	**Alors et là. Qu'est ce que vous en pensez de celui là ?** *(puits réel)*
173	*Loris*	Elle peut
174	*Roxanne*	Heu, je crois pas qu'on peut
175	*E*	**Tu ne crois pas qu'on peut. Explique-moi pourquoi tu ne crois pas qu'on peut**
176	*Roxanne*	Parce que c'est trop profond le trou
177	*E*	**Ah et alors si c'est trop profond qu'est-ce qu'il se passe ?**
178	*Roxanne*	Ben peut-être qu'après la pâte-à-modeler elle va se détacher au bout de quelques minutes
179	*E*	**Ah d'accord. Et si la pâte-à-modeler elle ne se détache pas, est-ce que tu penses que ça va être possible ou pas?**
180	*Roxanne*	Oui
181	*E*	**Oui. Et si on remplace la pâte-à-modeler par, regardez je vais vous montrer, regardez ici vous avez vu ce qu'ils ont utilisé ? Hop, regardez**
182	*Loris*	Par des bouteilles ?
183	*E*	**Est-ce que ?**
184	*Loris*	Non, ce n'est pas possible
185	*E*	**Ce n'est pas possible ?**
186	*Loris*	Non parce que c'est trop léger par rapport à la pâte-à-modeler comme ça
187	*E*	**Ah, tu veux dire qu'il faut que, qu'il faut que ça soit suffisamment lourd les choses qu'on utilise pour faire les personnages ?**
188	*Roxanne*	Et aussi la bouteille elle ne peut pas s'accrocher à la corde
189	*E*	**Ah c'est vrai**
190	*Loris*	Et en plus ça peut tomber
191	*E*	**Ben moi en fait je penses que ce qu'ils ont fait c'est qu'ils ont mis en fait deux seaux, plutôt qu'une corde ici ils ont mis un seau. Comme ça on peut mettre les bouteilles dans le seau. Est-ce que vous pensez qu'on peut mettre les bouteilles dans les seaux et puis dire qu'une bouteille c'est un loup, une bouteille c'est un lapin et une bouteille c'est un cochon. Qu'est-ce que vous en pensez de ça ?**
192	*Roxanne*	Heu moi je pense que
193	*Loris*	Si c'est une bouteille on peut pas faire parce que y a que un loup et après si il descend il peut plus remonter. Si il n'y a qu'une bouteille
194	*E*	**Ah mais y a trois bouteilles en fait. Y a une bouteille pour faire le loup, une bouteille pour faire le cochon et une bouteille pour faire le lapin.**
195	*Roxanne*	Si elles sont pas de la même taille, je crois que ça peut être possible parce que
196	*Loris*	y en a une qui est petit après y a le cochon qui est un peu plus grand et les lapins qui sont plus grands
197	*E*	**Qu'est-ce que vous en pensez ?**
198	*Roxanne*	La même chose
199	*E*	**La même chose d'accord. Alors je vous en montre un autre, regardez. Est-ce que vous pensez qu'avec ça, qu'avec ça on peut, on peut faire Plouf ?**
200	*Loris*	Oui on peut parce que là y a une coulisse là
201	*E*	**Qu'est-ce que t'en penses toi Roxanne ?**
202	*Roxanne*	Hum… je crois pas
203	*E*	**Alors explique-moi pourquoi tu ne crois pas ?**
204	*Roxanne*	Parce que la corde elle peut passer au dessus
205	*E*	**Le corde elle peut passer au dessus, alors attend on va peut être essayer de regarder une autre image pour voir si on voit mieux. Est-ce qu'on voit mieux là ? Alors regarde, là on voit bien.**

206	*Loris*	Ah oui c'est pas possible parce qu'il descend et après quand il fait ça la corde elle lâche
207	*E*	**Alors, qu'est-ce qui vous embête, racontez-moi**
208	*Loris*	Ben en fait la corde elle est toute seule et après ça c'est une roue, alors elle va tourner et après, parce que là y a rien, y a pas un petit crochet alors ça va pas tenir et ça va
209	*E*	**Alors ce qui vous embête c'est qu'il n'y ait pas de petits crochets pour accrocher les choses c'est ça ?**
210	*Roxanne*	Ben
211	*Loris*	Et aussi là on pourrait faire, on pourrait remettre un… un contour pour qu'après ça soit possible, ça ça tombe pas
212	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses ?**
213	*Roxanne*	La même chose encore
214	*E*	**La même chose. Alors en fait, si on regarde bien regardez on va, on va agrandir, si on agrandit qu'est-ce qu'on voit ? Est-ce que vous pensez que le bout de bois là il peut tourner sur l'axe ?**
215	*Loris*	Non
216	*E*	**Et c'est pour ça que tu penses que ça ne marche pas ?**
217	*Loris*	Oui
218	*E*	**Alors en fait, je n'en ai pas pris avec moi, j'aurais dû vous montrer. C'est un bout de bois, et il y a un trou dedans et comme il y a un trou dedans ça peut tourner comme ça. C'est un peu comme si ça c'était le bout de bois, le machin rond comme ça, puis au milieu y avait un petit trou, comme ça. Et puis on met quelque chose là et puis ça peut tourner comme ça. Tu vois ce que je veux dire Roxanne ? Et puis au milieu il y a un petit trou, un petit creux qui fait qu'on peut mettre la corde dedans. Donc la corde elle est posée dessus comme ça. Et puis ça peut tourner comme ça. Est-ce qu'on peut faire Plouf avec ça ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire si il y avait que ce matériel là, vous pensez?**
219	*Roxanne*	Oui
220	*E*	**Tu penses oui maintenant ? Pourquoi tu penses oui maintenant ?**
221	*Roxanne*	Parce que peut-être qu'il peut faire un nœud ici, que ça peut bloquer
222	*E*	**Ca peut bloquer comme ici tu veux dire ?** *(E montre le puits et R acquiesce).* **C'est important que ça bloque ?**
223	*Loris*	Oui, c'est important
224	*E*	**Pourquoi c'est important ?**
225	*Loris*	Parce que s'il y avait pas de nœud ça ferait ça *(tire sur la corde)* et après ça glisserait.
226	*E*	**Ah d'accord.**
227	*Loris*	Parce que là y a pas de nœud et ça glisse.
228	*E*	**D'accord, bon on peut imaginer. Ah, je vois ce que vous voulez dire. Donc si ça glisse pas, si ça reste comme ça est-ce qu'on peut faire Plouf avec à votre avis ?**
229	*Loris*	Heu non, parce que si ça glisse pas et ben il va rester comme ça et il pourra pas descendre
230	*E*	**Donc là en fait il glisse mais il n'est pas bloqué. Et c'est ça qui vous embête ? C'est ça Roxanne ?**
231	*Roxanne*	Oui
232	*E*	**Mais en fait s'il était bloqué ça ne vous embêterait pas, à condition qu'il glisse. Je vous comprends mieux ?**
233	*Roxanne*	Oui
234	*E*	**Il faut que ça glisse**
235	*Loris*	Oui
236	*E*	**Est-ce que vous avez des questions à me poser ? Est-ce que vous aviez aimé Plouf ?**
237	*Lorsi et Roxanne*	Oui

238	*E*	**Est-ce que vous aimeriez si vous aviez des petits, leur raconter, leur faire comme vous l'aviez fait en classe l'année dernière ?**
239	*Loris et Roxanne*	Oui
240	*E*	**Oui ? Est-ce que vous auriez quelque chose à raconter à l'auteur de cette histoire ? Qu'est-ce que vous aimeriez lui dire si vous deviez lui dire quelque chose ? (pas de réponses) Est-ce que vous aviez aimé son livre ?**
241	*Roxanne et Loris*	Oui
242	*E*	**Est-ce que vous pensez que son livre aurait été mieux s'il n'avait pas fait descendre le loup parce que ce n'est pas possible ?**
243	*Roxanne et Loris*	Non !
244	*E*	**Non, c'est mieux que ce soit comme ça même si l'histoire elle n'est pas possible?**
245	*Roxanne*	Oui
246	*E*	Merci beaucoup à tous les deux. Donc ce que je vais faire c'est que je vais te laisser remonter dans ta classe…

Transcription Binôme A2-3 post Matthieu et Alice

Transcription *enr 00118* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*Matthieu*	Je me rappelle du puits
2	*E*	**Tu te rappelles du puits ?**
3	*Matthieu*	Oui
4	*E*	**Et tu te rappelles pourquoi on avait travaillé avec le puits, avec ton maître?**
5	*Matthieu*	Oui
6	*E*	**On avait travaillé avec le puits pourquoi ?**
7	*Matthieu*	Parce que, on avait lu, on avait lu une histoire et, et après on avait construit un puits. On avait lu une histoire avec le loup et les cochons et après et des cochons
8	*E*	**Bonjour Alice, viens ! Viens t'installer avec nous. Matthieu tu as quel âge ?**
9	*Matthieu*	7 !
10	*E*	**Tu as 7 ans. Tiens, assieds-toi à côté de Matthieu. Et toi Alice tu as quel âge maintenant ?**
11	*Alice*	7ans
12	*E*	**7ans aussi. Vous êtes des grands! Est-ce que tu te souviens de moi Alice ?**
13	*Alice*	Heu non !
14	*E*	**Tu te souviens de l'expérience. Alors Mathieu était en train de nous raconter qu'il se souvenait un peu de ce puits. Est-ce que tu te rappelles ?**
15	*Alice*	Oui !
16	*E*	**Alors, pourquoi, pourquoi vous aviez utilisé ce puits à l'école ? On va la laisser et tu répondras après. Tu nous diras un peu de ce que tu te rappelles. Pourquoi, hein ?**
17	*Alice*	C'est heu… un balance
18	*E*	**Pour faire une balance ? Alors Matthieu, vas-y à toi ! Redis-moi ce que tu me disais.**
19	*Matthieu*	Heu, ben on avait lu une histoire où il y avait des cochons, des loups et une grenouille. Elle était au fond du puits
20	*E*	**Oui. Tu te rappelles de ça Alice ?**
21	*Alice*	Ah oui je me rappelle
22	*E*	**Et donc, et donc pourquoi vous avez fait le puits ?**
23	*Matthieu*	Parce qu'on…
24	*Alice*	Pour heu, pour mettre les personnages dans le puits et les faire monter comme dans l'histoire

25	*E*	**C'était pour faire comme dans l'histoire ?**
26	*Alice et Matthieu*	Oui
27	*E*	**Et ça a marché ?**
28	*Alice et Matthieu*	Oui
29	*E*	**On pouvait faire comme dans l'histoire? Est-ce que vous vous souvenez ?**
30	*Alice*	Heu, je sais pas
31	*Matthieu*	Moi je m'en souviens
32	*E*	**Toi tu t'en souviens ?**
33	*Matthieu*	Oui
34	*E*	**Et alors comment vous avez fait pour savoir si on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
35	*Alice*	On a fabriqué… On a fabriqué le loup, les moutons et heu
36	*E*	**Le cochon**
37	*Alice*	Et heu le cochon, on les a mis dans le puits
38	*E*	**Oui**
39	*Alice*	Et on a essayé si ça marchait ou pas
40	*E*	**D'accord. Alors est-ce que vous vous souvenez comment il fallait faire le loup, le cochon et les lapins pour faire comme dans l'histoire ?**
41	*Alice*	Oui!
42	*E*	**Vous avez envie d'essayer ?**
43	*Alic et Matthieu*	Oui
44	*E*	**Alors on essaye. Alors bon mes personnages ne sont pas bien faits mais c'est pas très grave hein. On va dire que ça c'est le loup. Alors le loup au début qu'est-ce qu'il se passe, il...?**
45	*Alic et Matthieu*	Il tombe
46	*E*	**Il tombe. Tu le fais tomber. Au début il s'accroche… Il s'accroche à la corde**
47	*Matthieu*	Ici ?
48	*E*	**Alors il s'accroche où ? Regarde ! Il y a un endroit où il y a le seau, il y a un endroit où il y a la corde. Hop ! Il tombe ! On va le mettre carrément dans le seau, hein ? Et puis ensuite, l'histoire ?**
49	*Alice*	Il y a le … y a le cochon qui arrive
50	*E*	**Il y a un cochon qui arrive et puis, qu'est-ce qu'il se passe? Le cochon…**
51	*Alice*	Le cochon et ben… En fait le loup il dit au cochon " y a des carottes en dessous" et le loup… et le cochon il prend la corde, il descend donc ça fait remonter le loup et après le cochon il est dans le puits
52	*E*	**Alors, on le fait. On dit que ça c'est notre cochon**
53	*Matthieu*	Oui !
54	*E*	**Allez, ça c'est notre cochon ! Alors qu'est-ce que vous pensez qu'il se passe quand je fais ça ?**
55	*Alice*	Ben la corde elle va tirer et elle va faire remonter le seau
56	*E*	**Je lâche alors ? Il faut que je lâche ou il ne faut pas que je lâche ?**
57	*Matthieu*	Ok tu lâches
58	*E*	**Je lâche. Ah ! Alors est-ce que ça se passe comme dans l'histoire ?**
59	*Matthieu*	Oui !
60	*E*	**Alors ça se passe comme dans l'histoire, le cochon il est…**
61	*Alice*	Descendu !
62	*E*	**Et puis le loup il est…**

63	*Alice*	Remonté
64	*E*	**Et puis le loup, il s'en va** *(A acquiesce).* **Oui ?**
65	*Matthieu*	Oui
66	*E*	**Et puis ensuite, qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
67	*Alice*	Il y a les lapins qui arrivent
68	*E*	**Oui**
69	*Alice*	Et…
70	*E*	**Et si on regarde l'histoire, les lapins**
71	*Alice*	Ils des… Ils se mettent dans… Ils prennent la corde
72	*E*	**Oui, ils se mettent dans le seau**
73	*Alice*	Ils se mettent dans le seau
74	*E*	**Et puis ?**
75	*Alice*	Et… Et ils descendent et donc ça fait remonter le cochon (*M fait l'expérience*)
76	*E*	**Attends, regarde, c'est ici ! Ca se mélange ! Est-ce que ça marche comme dans l'histoire ?**
77	*Alice et Matthieu*	Oui !
78	*E*	**Donc là pour le moment ça marche comme dans l'histoire. Les lapins ils sont descendus et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
79	*Alice*	Le loup il revient
80	*E*	**Le loup il revient**
81	*Alice*	Et…
82	*E*	**Et puis il s'accroche à la corde**
83	*Alice*	Il s'accroche à la corde. Les lapins remontent et le loup il redescend (*M tente de le faire)*
84	*Matthieu*	Voilà *(il lâche mais rien ne se passe)*
85	*E*	Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire? *(A fait non de la tête)* Matthieu est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire?
86	*Matthieu*	Ben si, si on tire
87	*E*	**Oui, si on tire. Est-ce que dans l'histoire on tire ?** (*M fait non de la tête*) **Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire? Non, tu es d'accord ? Est-ce que l'histoire elle est possible alors ?**
88	*Matthieu*	Oui
89	*E*	**Elle est possible l'histoire ?** *(M acquiesce)* **Qu'est-ce que tu en penses toi, Alice?**
90	*Alice*	Heu, je crois qu'elle n'est pas possible. Parce que dans l'histoire et ben on doit pas tirer sur la corde, c'est...
91	*E*	**Donc, dans l'histoire on ne doit pas tirer sur la corde et dans l'histoire est-ce que le loup descend ?**
92	*Alice*	Oui !
93	*E*	**Et nous, est-ce que le loup descend** *(montre le puits)* ?
94	*Alice*	Non !
95	*E*	**Et du coup tu me dis que l'histoire elle n'est pas possible ? C'est ça que tu me dis? Et toi Matthieu, qu'est-ce que tu me dis ?**
96	*Matthieu*	Ben si on tire, ça peut marcher
97	*E*	**Si on tire ça peut marcher. Mais est-ce qu'on peut tirer ?**
98	*Matthieu*	Non !
99	*E*	**Alors, est-ce que ça marche ?**
100	*Matthieu*	Ben si ça marche
101	*E*	**Ca marche, le loup il descend ?**
102	*Matthieu*	Oui si on tire
103	*E*	**Ah oui mais si on tirait. On a dit qu'on ne pouvait pas tirer. Est-ce que sans tirer**

		est-ce que le loup il descend ?
104	*Matthieu*	Ben non
105	*E*	**Parce que là on ne tire pas dans l'histoire. Donc, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
106	*Matthieu*	Non !
107	*E*	**Est-ce que l'histoire elle est possible alors ?**
108	*Matthieu*	Oui (rigole)
109	*E*	**Ha ha! Et toi Alice tu dis quoi ?**
110	*Alice*	Que l'histoire elle n'est pas possible
111	*E*	**Alors y a Mathieu qui me dit que l'histoire elle est possible puis Alice qui me dit que l'histoire elle n'est pas possible. Vous êtes pas d'accord là tous les deux. Alors Alice tu expliques à Matthieu pourquoi l'histoire elle n'est pas possible.**
112	*Alice*	Parce que le loup il ne descend pas et que… et que dans l'histoire il descend sans tirer
113	*Matthieu*	Alors pourquoi le loup il descendait et après il ne descend pas ?
114	*Alice*	Parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup
115	*E*	**Parce que, tu m'as dit ?**
116	*Alice*	Les lapins sont plus lourds que le loup
117	*E*	**C'est vrai ça ? Regarde** (*montre les lapins dans le seau*) **Ils sont plus gros en tout cas. Ils sont sans doute plus lourds aussi. Alors est-ce qu'elle est possible cette histoire Matthieu? Tu n'es pas convaincu hein ?**
118	*Matthieu*	Non !
119	*E*	**Ca t'embête**
120	*Matthieu*	Non elle n'est pas possible
121	*E*	**Elle n'est pas possible. Mais c'est embêtant qu'elle ne soit pas possible ?**
122	*Matthieu*	Ben non !
123	*E*	Hein ?
124	*Matthieu*	Ben non !
125	*E*	**Ben non ! Pourquoi non ?**
126	*Matthieu*	Je sais pas
127	*E*	**Et toi Alice, est-ce que tu penses que c'est embêtant qu'elle soit pas possible cette histoire ?**
128	*Alice*	Non
129	*E*	**Pourquoi non ?**
130	*Alice*	Je ne sais pas
131	*E*	**Tu ne sais pas. Ah! Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où ce n'est pas possible ?**
132	*Matthieu*	Oui !
133	*E*	**Tu peux m'en donner une ?**
134	*Matthieu*	Le petit quotidien
135	*E*	Le petit?
136	*Matthieu*	quotidien
137	*E*	**Le petit quotidien**
138	*Matthieu*	Oui j'en ai plein des livres
139	*E*	**Ah oui mais moi je te demande une histoire qui n'est pas possible. Est-ce que tu en connais d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
140	*Matthieu*	Madassa
141	*E*	**Madassa ? Et pourquoi ce n'est pas possible ?**
142	*Matthieu*	Je ne sais pas. C'est le grand trieur quand on écrit et y a … y a… Je m'en rappelle plus
143	*E*	**T'en connais toi des histoires pas possibles ?**

144	*Alice*	Non parce que je ne sais pas toutes si elles sont possibles ou pas
145	*E*	**Qu'est-ce que tu m'as dit ? Je ne t'ai pas bien entendu. Parle plus fort !**
146	*Alice*	Je connais une histoire. Je ne sais pas si elle est possible ou pas
147	*E*	**Tu ne sais pas si elle est possible ou pas.**
148		[discussion entre E et le maître]
149	*E*	**Alors vous avez réfléchi ? Vous n'en connaissez pas d'autres histoires pas possibles?** (*A fait non de la tête*) **Bon ce n'est pas grave. Imaginez quil 'y a des enfants qui sont avec Jean-Luc par exemple. Et puis ces enfants là ben Jean-Luc il a pas eu le temps de leur faire Plouf!, donc il ne leur a pas raconté l'histoire, il ne leur a rien raconté. Et puis, heu, et puis vous leur racontez l'histoire de Plouf!, tous les deux. Et puis, heu, vous leur demandez si l'histoire elle est possible ou pas. Vous pouvez leur poser cette question là, hein? Et puis ces enfants, ils sont convaincus que l'histoire elle est possible. Ils disent oui oui oui, l'histoire elle est possible. Qu'est-ce que vous en pensez ?**
150	*Matthieu*	Elle est possible
151	*E*	**Elle est possible ?**
152	*Alice*	Non elle n'est pas possible
153	*E*	**Non elle n'est pas possible. Alors est-ce que c'est embêtant s'ils pensent qu'elle est possible ?**
154	*Matthieu*	Puisque que les enfants ils disent que c'est possible et c'est possible
155	*E*	**Ah oui mais Alice elle est pas d'accord avec toi parce que elle, Alice, elle dit que l'histoire elle n'est pas possible. Parce que le loup,… Tu peux redire pourquoi tu penses que l'histoire elle n'est pas possible ?**
156	*Alice*	Parce que le loup il ne descend pas
157	*E*	**Parce que le loup il ne descend pas. Alors si les enfants ils pensent que c'est possible ?**
158	*Alice*	Ben on va leur montrer que ce n'est pas possible
159	*E*	**On va leur montrer que ce n'est pas possible. Tu veux leur montrer comment ?**
160	*Alice*	Ben on va leur montrer l'histoire comme tu l'as fait
161	*E*	**Comme j'ai fait là** (*montre le puits*). **Comme on l'a fait ensemble ? Et tu penses que là ils comprendront que l'histoire est pas possible ?**
162	*Alice*	Oui
163	*E*	**Et regarde ! S'ils sont comme Matthieu ?** (*pas de réponse*) **Ah ! C'est compliqué hein ? Mathieu, pourquoi tu dis que l'histoire elle est possible ?**
164	*Matthieu*	Parce que
165	*E*	**Parce que tu as envie qu'elle soit possible**
166	*Matthieu*	Non, parce que le loup il descend avant, et après il descend pas alors ça peut être possible, si…
167	*E*	**Alors, est-ce qu'il y a des parties de l'histoire qui sont possibles et des parties qui nesont pas possibles? Est-ce que …**
168	*Matthieu*	Tout est possible
169	*E*	**Tout est possible ? Même la fin ?**
170	*Matthieu*	Oui, ça c'est possible.
171	*E*	**Ca c'est possible, regarde ! On vient bien d'essayer de le faire, hein? Est-ce qu'on a réussi à le faire ? Est-ce qu'on a réussit à faire ça ?** (*M fait non de la tête*) **Non ! Tu es d'accord ? On n'a pas réussi à le faire.**
172	*Matthieu*	Non !
173	*E*	**Alors si on n'a pas réussi à le faire est-ce que c'est possible ?**
174	*Matthieu*	Non !
175	*E*	**Non, mais ça t'embête** (*M acquiesce*) **Parce que tu aurais bien aimé que ça soit possible? Et toi Alice ?**
176	*Alice*	J'aurais aussi bien aimé que ça soit possible
177	*E*	**Mais est-ce que c'est possible ?**

178	*Matthieu et Alice*	Non !
179	*E*	**Et alors, est-ce que vous savez qui a écrit cette histoire ? Il s'appelle Philippe Corentin** (*en cœur avec A*). **Est-ce que Philippe Corentin il avait le droit de faire une histoire qui n'était pas possible ?**
180	*Alice*	Oui !
181	*Matthieu*	Oui !
182	*E*	**Oui, pourquoi oui ?**
183	*Alice*	Parce que c'est, c'est… Il fait comme il veut.
184	*E*	**Il fait comme il veut. Qu'est-ce que tu en penses toi Matthieu ?**
185	*Matthieu*	Oui, il fait comme il veut
186	*E*	Mais tu aurais préféré qu'il fasse comme il veut ou tu aurais préféré qu'il fasse de façon à ce que l'histoire elle soit possible ?
187	*Matthieu*	Ben oui, je crois bien
188	*E*	**Tu aurais aimé quoi ?**
189	*Matthieu*	Que l'histoire elle soit possible
190	*E*	**Ah, alors qu'est-ce que tu lui dirais si tu le voyais Philipe Corentin ?**
191	*Matthieu*	Je lui dirais, oui mais ce n'est pas possible
192	*E*	**Il faut qu'il écrive des histoires possibles ?**
193	*Matthieu*	Ben oui, sinon ça sert à rien !
194	*E*	**Sinon ça sert à rien. Je vais vous montrer des images maintenant pour terminer, puis je voudrais savoir, alors, regardez bien cette image, hein, vous la voyez ? Je voudrais savoir si vous pensez qu'avec cette image on peut faire comme on vient de faire là nous avec notre puits. Est-ce que vous pensez qu'on peut faire Plouf! comme nous on vient de faire avec ce système ?**
195	*Matthieu*	Oui ! Oui parce que, parce en fait on peut, on a, on a fait un puits avec des plots et c'est possible
196	*E*	**On a fait un puits avec des plots. Qu'est-ce que tu en penses toi Alice ?**
197	*Alice*	Moi je crois que c'est pas possible.
198	*E*	**Pourquoi ce n'est pas possible de faire pareil que là ?**
199	*Matthieu*	Mais si parce que, parce que c'est possible. Ca aussi c'est possible
200	*E*	**Alors, qu'est-ce que tu es en train de me dire ? Que ça, ça ressemble à ça ?** *(montre le seau du puits, M acquiesce).* **Et ensuite**
201	*Matthieu*	Ben tout ça, c'est la même chose sauf que là y a pas la pâte-à-modeler
202	*E*	**Ah il manque la pâte-à-modeler**
203	*Matthieu*	Oui il n'y a rien
204	*E*	**Mais si on rajoute la pâte-à-modeler tu penses qu'on peut faire la même chose là et là ?**
205	*Matthieu*	Oui
206	*E*	**Qu'est-ce qui est important pour toi pour faire la même chose ?**
207	*Alice*	C'est d'essayer
208	*E*	**C'est d'essayer, oui. Donc faudra qu'on essaye, c'est ce que tu es en train de me dire ?**
209	*Alice*	Oui !
210	*E*	**Alors quels sont les éléments qui sont… qui permettent de penser qu'on pourrait comme ici avec Plouf!** (*A lève la main*). **Oui montre-moi.**
211	*Alice*	La corde, le seau et ça
212	*E*	**Ca c'est.., ça c'est oui, effectivement ! Quoi d'autre encore, est-ce qu'il y a encore autre chose à part la corde ? Regarde, la corde elle est posée sur quoi là ?**
213	*Matthieu*	Mais pourquoi y a…
214	*Alice*	Sur un rouleau
215	*E*	**Sur un rouleau**

216	*Matthieu*	Mais pourquoi y a rien dedans et ici y a quelque chose (montre le puits) et là c'est trop facile puisqu'il n'y a rien. On peut faire descendre, monter, descendre, monter
217	*E*	**Il n'y a rien ? Je ne comprends pas ce que tu veux dire.**
218	*Matthieu*	Mais, si on met, si on met la pâte-à-modeler c'est difficile mais si on met…
219	*E*	**Ah oui faut mettre la pâte-à-modeler oui bien sûr. Oui, tu as raison Matthieu, effectivement faut mettre la pâte-à-modeler. Alors je vais vous en montrer une autre. Regardez celui-là !**
220	*Alice*	Il y a une bouteille dedans
221	*E*	**Il y a une bouteille dedans. Alors est-ce que vous pensez qu'avec ça on peut faire comme dans l'histoire ?**
222	*Matthieu*	Oui
223	*Alice*	Non
224	*E*	**Oui, pourquoi Matthieu ?**
225	*Matthieu*	Parce que, ça on va dire que c'est le loup et en bas on va dire que c'est les lapins
226	*E*	**Ah, donc le loup c'est quoi dans ce cas là ?**
227	*Matthieu*	Ben il va descendre. Le lapin il va remonter.
228	*E*	**Et on peut faire comme dans … On peut faire comme avec ce puits là, tu crois ?**
229	*Matthieu*	Non, parce qu'il n'y a pas les bouts de bois ici !
230	*E*	**Il n'y a pas les bouts de bois ici**
231	*Matthieu*	Si parce que là c'est plus grand *(montre le puits)* et là y a pas les trucs qu'on porte… et y a pas les trucs
232	*E*	**D'accord. Merci beaucoup à tous les deux. Je vais vous laisser rentrer en classe. Est-ce que vous avez des questions à me poser déjà avant que je vous laisse repartir ? Est-ce que vous aviez aimé faire cette histoire avec votre maître ?**
233	*Matthieu/ Alice*	Oui !
234	*E*	**Oui. Est-ce que vous aimeriez qu'il la refasse avec les autres enfants ?**
235	*Matthieu/ Alice*	Oui !
236	*E*	**Allez je vous laisse repartir dans vos classes...**

Transcription Binôme A4-5 post Raphaël et Nolhan

Transcription *enr 00119* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Vous vous souvenez de moi ?**
2	*Nolhan et Raphael*	Non
3	*Maître*	**Non vous ne vous souvenez plus**
4	*Nolhan et Raphael*	Non !
5	*E*	**Non, ce n'est pas grave. Venez, asseyez-vous là. Voilà. Et normalement c'est bon. Voilà alors je vais commencer par prendre vos noms et je vais vous poser des questions sur ce que vous avez fait avec votre maître l'année dernière. Alors toi tu t'appelles ?**
6	*Nolhan*	Nolhan
7	*E*	**Nolhan. Tu as quel âge Nolhan ?**
8	*Nolhan*	6 ans et demi
9	*E*	**6 ans et demi. Et toi tu t'appelles Matthieu**
10	*Raphael*	Non !
11	*E*	**Heu, Raphael ? C'est ça ?** (*R acquiesce*) **Tu as quel âge ?**
12	*Raphael*	7 ans
13	*E*	**7 ans**
14	*Raphael*	Et demi
15	*E*	**7 ans et demi**
16	*Nolhan*	Lui, c'est le plus vieux. Moi j'ai bientôt 7ans
17	*E*	**Toi tu as bientôt 7 ans**
18	*Nolhan*	Oui bientôt
19	*E*	**Alors, est-ce que vous vous souvenez de ça ?** (*montre le puits*)
20	*Nolhan*	Oui
21	*E*	**C'était pour quoi faire cette chose là ?**
22	*Nolhan*	C'était pour… c'était pour faire Plouf!
23	*Raphael*	C'était pour copier le livre
24	*E*	**Hum hum**
25	*Raphael*	C'était pour recopier le livre
26	*E*	**Pour recopier le livre ?**
27	*Nolhan*	Oui, pour faire le puits de Plouf
28	*E*	Oui, c'est-à-dire ? Faut que tu me raconte un peu plus parce que là je ne peux pas savoir comme ça

29	*Nolhan*	Parce qu'en fait, on va … on va reprendre des trucs de Plouf. Ca veut dire qu'on va essayer de retrouver les trucs qui sont dans Plouf!
30	*E*	**Hum hum. C'est ça que… que tu as fait ?**
31	*Raphael*	Oui
32	*E*	**Alors qu'est-ce que vous aviez essayé de faire avec Plouf ?**
33	*Raphael*	Le puits
34	*E*	**Le puits et puis qu'est-ce qu'il se passait alors ? Vous vous souvenez un peu de l'histoire ou pas ?**
35	*Nolhan*	Heu… En fait c'est un loup il a très faim. La nuit, il voit dans le puits un fromage mais en fait c'est le reflet de la Lune et après il va dans le puits et Plouf. Après, il y a un cochon qui arrive et lui dit qu'il y a un fromage. Et après le loup il va essayer de l'attraper mais il vu qu'il est trop lourd et qu'il descend trop vite et ben il n'a pas réussi et après le cochon il tombe dans l'eau et il disait c'est le reflet de la Lune. Et après c'est des lapins qui viennent et il dit qu'il y a des carottes et après il plonge et après il y a le loup du début qui revient. Et après... heu... après il descend le loup et tout le monde remonte et après il essaye de les attraper mais vu qu'ils sont trop lourd aussi, ils montent plus vite et après et même la grenouille elle monte. Et après, le loup il fait Plouf. Et après le seau il tombe sur sa tête et le loup il fait aïe.
36	*E*	**Tu te rappelles drôlement bien de l'histoire dit donc. Tu t'en rappelles aussi Raphaël ?**
37	*Raphael*	Non pas beaucoup
38	*E*	**Non pas beaucoup**
39	*Raphael*	Je ne me rappelais que du début.
40	*E*	**Tu ne te rappelais que du début. Et alors qu'est-ce que vous aviez fait dans la classe? Qu'est-ce que vous aviez fait avec cette histoire ? Qu'est-ce que vous avez fait avec le puits ?**
41	*Raphael*	Oui et on avait mis un petit bonhomme. Un petit… mis un loup des bois avec…
42	*E*	**Alors regardez. Il y a 3 boules de pâte-à-modeler. On va dire qu'y en a une qui est le loup, qu'il y en a une qui est le …**
43	*Raphael et Nolhan*	Cochon
44	*E*	**Cochon, et une qui est les…**
45	*Raphael et Nolhan*	Lapins
46	*E*	**Donc si on veut faire comme dans l'histoire que fait-on au départ ?**
47	*Nolhan*	On monte le puits (*tire sur la corde*)
48	*E*	**Oui ! Et donc on a au départ le…**
49	*Nolhan*	Loup
50	*E*	**On a le loup**
51	*Raphael*	Et là c'est le cochon et là c'est les lapins (*montre les boules de pâte-à-modeler*)
52	*E*	**Ah, pourquoi c'est le cochon ça ?** (*montre la plus petite boule*)
53	*Raphael*	Parce que le cochon c'est gros et les lapins ils sont beaucoup donc ils sont plus gros.
54	*E*	**Ah et pourquoi il faut que les lapins soient plus gros que le cochon ?**
55	*Raphael*	Parce qu'ils sont plus gros
56	*E*	**Alors attends** (*se concentre sur N*). **Le loup il est où là ?**
57	*Nolhan*	Là
58	*E*	**Alors il faut que le loup il descende d'accord ?**
59	*Raphael*	Mais pas très vite
60	*E*	**Est-ce qu'il faut tenir la corde ou pas pour le faire descendre ? Est-ce qu'il faut la faire tenir la corde ? Est-ce qu'il doit la tenir avec les mains ?**
61	*Raphael*	Heu… Oui !
62	*E*	**Oui ? Est-ce qu'il y a quelqu'un qui tient la corde là** (*montre le livre*)?
63	*Raphael*	Heu non

64	*E*	**Non hein. Et donc on a le loup au départ qui est au fond c'est ça ? Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
65	*Nolhan*	Y'a le cochon qui arrive.
66	*E*	**Le cochon qui arrive. Alors il s'accroche à la corde. Et puis quand il s'accroche à la corde qu'est-ce qu'il se passe ?**
67	*Raphael*	Il tombe
68	*E*	**Il tombe. Attends, est-ce que c'est comme ça qu'on fait ?**
69	*Raphael*	Non
70	*E*	**Alors montre-moi Raphaël comment on fait avec le cochon**
71	*Raphael*	Il faut faire croire que le loup il essaye de l'attraper quand…
72	*E*	**Alors le loup il se met dans le seau**
73	*Raphael*	Et là il monte
74	*E*	Hum hum
75	*Raphael*	**Et là tu as le loup qui essaye de l'attraper.**
76	*Nolhan*	Je n'arrive pas à le mettre…
77	*E*	**Alors comment on avait fait ? Est-ce que vous vous souvenez ? On va le refaire. On remet le loup dans le seau. Voilà ! Et puis là qu'est-ce qu'il se passe ?**
78	*Nolhan*	Il y a le…
79	*E*	**Le cochon**
80	*Nolhan*	Le cochon
81	*E*	**Il s'accroche à la corde**
82	*Nolhan*	Oui
83	*E*	**Et quand il s'accroche à la corde, qu'est-ce qu'il se passe ?**
84	*Raphael*	Il tombe dedans
85	*E*	**Est-ce qu'il faut tirer dessus Raphaël ?**
86	*Raphael*	Non
87	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses Nolhan? Pourquoi il ne faut pas tirer dessus ?**
88	*Nolhan*	Parce qu'il tombe tout seul
89	*E*	**Il tombe tout seul ?**
90	*Nolhan*	Parce qu'il est lourd
91	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses Raphaël ?**
92	*Nolhan*	Parce qu'il y a les deux qui sont accrochés alors c'est comme si c'était un manège
93	*E*	**Comme si c'était un manège, alors il faut que je lâche, c'est ça ?**
94	*Nolhan*	Oui ! Et donc on a au départ le…
95	*E*	**Alors, je lâche. Et quand je lâche, qu'est-ce qu'il se passe ?**
96	*Nolhan*	Le loup il remonte
97	*E*	**Le loup il remonte et puis ensuite, qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
98	*Nolhan*	Il y a les lapins
99	*E*	**Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire pour le moment ? Est-ce que le loup est descendu et que le cochon est remonté ?**
100	*Nolhan et Raphael*	Oui !
101	*E*	**Alors maintenant il y a les lapins et normalement dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?**
102	*Raphael*	Heu… Ben les lapins ils vont dans le puits et ils descendent
103	*Nolhan*	Ils remontent
104	*E*	**Bien, comment on fait ?**
105	*Raphael*	(*met les lapins dans le seau*). **Ben on le lâche**
106	*E*	**Et bien vas-y ! Attention qu'est-ce qu'il se passe, regarde !** (*montre la poulie*) **La corde il faut qu'elle soit comment ?** (*R remet bien en place la corde sur la poulie et il*

		lâche). **Alors est-ce que ça va, est-ce que on fait comme dans l'histoire ?**
107	*Nolhan et Raphael*	Oui !
108	*E*	**Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire pour le moment ?**
109	*Raphael*	Oui !
110	*E*	**Allez tu vas donner ça à Nolhan maintenant. Allez ! Et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
111	*Nolhan*	Le loup il revient
112	*E*	**Oui** (*N attache le loup à la corde*). **Attends, fais peut-être une galette avant. Voilà. Comme ça tu peux, tu peux le poser. Alors, le loup il revient et là ?**
113	*Nolhan*	Il descend (*tire sur la corde*)
114	*E*	**Ah !**
115	*Nolhan*	Les lapins ils sont trop lourds alors il ne peut pas descendre
116	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
117	*Nolhan et Raphael*	Non !
118	*E*	**Est-ce que l'histoire elle est possible ?**
119	*Nolhan*	Non !
120	*E*	**Non ? Vous êtes sur que l'histoire elle est pas possible ?**
121	*Nolhan*	Heu si !
122	*E*	**Pourquoi elle est possible ?**
123	*Nolhan*	Parce que c'est vrai que quand on est beaucoup, on est lourd
124	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce que dans l'histoire le loup il descend et les lapins ils remontent ?**
125	*Nolhan*	Oui
126	*E*	**Oui** (*regarde le puits*). **Est-ce que le loup il descend et les lapins remontent ?**
127	*Nolhan*	Non !
128	*Raphael*	Attends regarde ! (*touche la corde au niveau de la poulie*)
129	*E*	**Est-ce que le loup il descend et les lapins remontent ?**
130	*Raphael et Nolhan*	Non !
131	*E*	**Non ! Alors est-ce que l'histoire elle est possible ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
132	*Raphael/ Nolhan*	Non !
133	*E*	**Vous êtes sûrs ? Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
134	*Raphael*	Heu… Oui !
135	*E*	**Oui on peut faire comme dans l'histoire ?**
136	*Raphael*	Si on rajoute de la pâte-à-modeler sur le loup
137	*E*	**Ah. Si on rajoute de la pâte-à-modeler on peut faire comme dans l'histoire. Mais est-ce qu'on peut rajouter de la pâte-à-modeler au loup ?**
138	*Nolhan*	Oui ! Parce que là il est plus gros qu'au début
139	*E*	**Ah bon ? Regarde ! Est-ce que là il est plus gros qu'au début ?**
140	*Nolhan*	Heu…
141	*E*	**Est-ce qu'il a l'air d'avoir un gros ventre ?**
142	*Nolhan*	Ah non
143	*E*	**Alors si c'est le même loup qu'au début ? Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
144	*Raphael*	Non !
145	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses Nolhan? Pourquoi il ne faut pas tirer dessus? Si c'est le même loup qu'au début, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?** (*pas de*

		réponses). Je t'embête un peu là, hein?
146	*Raphael*	Et on met le cochon ici
147	*E*	**Alors tu veux rajouter, il faut rajouter le cochon. Tu veux dire que le loup tout seul il ne peut pas faire remonter les lapins.**
148	*Raphael*	Non !
149	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi Nolhan ?**
150	*Nolhan*	Heu…
151	*E*	**Est-ce que le loup tout seul il peut faire remonter les lapins ?**
152	*Nolhan*	Non
153	*E*	**Non, comment tu le sais ?**
154	*Nolhan*	Parce que, vu qu'ils sont trop lourds avec la grenouille, ben il peut pas descendre parce que c'est lourd
155	*E*	**Hum. Alors est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
156	*Nolhan*	Oui !
157	*E*	**Oui. Et toi Mathieu, est-ce que c'est embêtant… Heu… Raphaël excuse-moi. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
158	*Raphael*	Non !
159	*E*	**Non! Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
160	*Raphael*	Ben parce que ce n'est qu'une histoire
161	*E*	**Ce n'est qu'une histoire ?**
162	*Raphael*	Oui
163	*E*	**Et alors ? Dans une histoire on peut faire ce qu'on veut c'est ça que tu veux me dire ?**
164	*Raphael*	Non
165	*E*	**On ne peut pas faire ce qu'on veut dans une histoire ?**
166	*Raphael*	Non
167	*E*	**Et pourtant c'est ce qu'il a fait Corentin**
168	*Raphael*	On peut mais dans la vraie vie pour (inaudible) on ne peut pas
169	*E*	**Ah d'accord ! Donc dans une histoire on peut faire ce qu'on veut mais dans la vraie vie on ne peut pas. C'est ça ?**
170	*Raphael*	Oui
171	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi Nolhan ? Tu es d'accord avec Raphaël ou pas ?**
172	*Nolhan*	Oui
173	*E*	**Oui. Alors imaginez qu'il y a des petits enfants, on leur a raconté l'histoire et puis ils pensent que l'histoire elle est possible et qu'on peut faire comme dans l'histoire c'est-à-dire que comme dans l'histoire le loup il descend et les lapins remontent. Est-ce que c'est embêtant ça, les petits, si les petits enfants ils pensent ça ?**
174	*Nolhan*	Heu non
175	*E*	**Non ce n'est pas embêtant ?**
176	*Raphael*	Non !
177	*E*	**Non. Donc ils sont convaincus que le loup il descend. Quand on fait ça ils pensent que le loup il descend.**
178	*Raphael*	Ben on rajoute le cochon ici
179	*E*	**Alors oui mais sans le cochon ils pensent que ça va descendre.**
180	*Nolhan*	Ben non parce qu'ils sont tous les deux lourds après ça va être au milieu
181	*E*	**Alors comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que le loup… que ce n'est pas possible et que le loup il ne descend pas ?**
182	*Raphael*	Sinon le loup il peut manger le cochon
183	*E*	**Le loup il peut manger le cochon**

184	*Raphael*	Et après il descend
185	*E*	**Hum hum. Le loup il peut manger le cochon et après il descend**
186	*Raphael*	Oui
187	*E*	**Alors, si le loup il a mangé le cochon il est gros comme ça** (*regroupe les deux boules de pâte-à-modeler*) **et il descend alors ?**
188	*Raphael*	Oui (*E fait l'expérience*). Normalement il peut descendre.
189	*E*	**Voilà** (*il ne se passe rien*)
190	*Nolhan*	Moi je dirais qu'on peut enlever un lapin et après on enlève deux lapins et après on en laisse un
191	*E*	**Ah donc tu es en train de dire qu'il faut changer l'histoire c'est ça ? Toi aussi c'est ce que tu es en train de me dire. Si tu me dis que le loup il a mangé le cochon c'est qu'on est en train de changer l'histoire.**
192	*Raphael*	Hum
193	*E*	**Donc il faut changer l'histoire. Sinon est-ce que l'histoire elle est possible ?**
194	*Raphael et Nolhan*	Non !
195	*E*	**Je voudrais vous montrer quelque chose à tous les deux. Je voudrais vous montrer des images. Il y a des gens qui ont voulu avec ce matériel là, essayer de faire Plouf. Est-ce que vous pensez qu'ils peuvent réussir à faire comme on vient de faire avec ce matériel là ?**
196	*Nolhan*	Non
197	*Raphael*	Si !
198	*E*	**Alors explique-moi Raphaël pourquoi tu penses qu'on peut faire pareil qu'avec celui-là de matériel**
199	*Raphael*	Parce que là c'est le… ce n'est pas le même matériel
200	*E*	**Mais est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce qu'on peut faire l'histoire comme là on vient de faire ?**
201	*Raphael*	Ben ici ? (*montre la photo*)
202	*E*	**Oui**
203	*Raphael*	Oui !
204	*E*	**Oui ? Et toi qu'est-ce que t'en penses Nolhan ?**
205	*Nolhan*	Oui parce qu'il y a une bouteille
206	*E*	**Et la bouteille, pourquoi elle est là à ton avis ?**
207	*Nolhan*	Parce que pour que ça fasse les lapins
208	*E*	**Ah ! Donc tu penses que la bouteille c'est pour que ça fasse les lapins.**
209	*Nolhan*	Parce que les bouteilles des fois quand elles sont pleines, c'est lourd
210	*E*	**D'accord donc tu penses qu'on peut remplacer la pâte-à-modeler par des bouteilles** (*N acquiesce*) **plus ou moins lourdes c'est ça ?**
211	*Raphael*	Des bouteilles remplies. Là y a quelque chose dedans
212	*E*	**D'accord et est-ce que ça suffit pour qu'on puisse faire comme dans l'histoire ? Est-ce que ça suffit pour qu'on puisse faire comme ici on a ?**
213	*Nolhan*	Non !
214	*E*	**Qu'est-ce qu'il faudrait d'autre ?**
215	*Nolhan*	Heu… De la pâte-à-modeler pour faire le loup.
216	*E*	**De la pâte-à-modeler pour faire le loup. D'accord. Alors je vous en montre une autre d'image d'accord ? Attend, je vous montre cette image-ci.**
217	*Nolhan*	Hé mais c'est bizarre
218	*E*	**Est-ce qu'avec ça on peut faire comme là on vient de faire ?**
219	*Nolhan et Raphael*	Non !
220	*E*	**Pourquoi non ?**
221	*Raphael*	Parce que là c'est avec les trucs pour le sport… pour le sport… et quand tu mets les

		poteaux ici le seau et ben il va être, il va heu… il va pas toucher le sol donc ça va être plus dur
222	*E*	**Alors là est-ce qu'on peut faire Plouf avec ce matériel là? Donc là effectivement c'est du matériel de sport.**
223	*Nolhan*	Heu non
224	*E*	**Non ?**
225	*Nolhan*	Ca ne peut pas faire Plouf
226	*E*	**Pourquoi ?**
227	*Nolhan*	Parce que si… Parce que ces deux trucs là c'est lourd avec ça et le seau, et le grand seau il va monter parce que c'est lourd
228	*E*	**Alors en fait ce qu'ils ont fait, c'est qu'ici on ne voit pas mais dedans il y a aussi un seau en fait. Donc plutôt que de mette une corde ils ont mis un seau de chaque côté.**
229	*Raphael*	Comme ça
230	*E*	**Un seau comme le petit seau qu'il y a là. Voilà, il y a un petit seau ici. C'est pour ça que le seau il est là**
231	*Raphael*	Et sinon on met le cochon ici et on le fait tirer la corde
232	*E*	Hum hum
233	*Raphael*	Pour que le lapin il fasse lourd il monte la corde
234	*E*	**D'accord**
235	*Raphael*	Ici
236	*E*	**Hum hum**
237	*Raphael*	Il monte la corde
238	*E*	**Donc avec ça on peut pas faire comme dans l'histoire vous dites**
239	*Raphael et Nolhan*	Non !
240	*E*	**On ne peut pas essayer de mettre un loup ici, puis ensuite un cochon puis ensuite un lapin ?**
241	*Raphael*	Non parce que y a pas le bord. Ici parce que c'est trop petit pour mettre le cochon et tous les personnages
242	*E*	**D'accord. Donc je vais vous en montrer encore un autre, d'accord? Alors, regardez, c'est celui-là.**
243	*Nolhan*	Il est bizarre
244	*E*	**Alors est-ce qu'avec ça on peut faire l'histoire de Plouf ou pas ?**
245	*Nolhan*	Non! Parce que y a pas le seau
246	*Raphael*	Si là
247	*E*	**Attendez ! Je vais vous montrer celle-là, peut-être qu'on voit mieux dessus**
248	*Raphael*	Regarde, là, tu as un seau
249	*Nolhan*	Il y a un seau pour remonter mais y a pas de gros seau comme ici
250	*Raphael*	Transparent, on le voit pas
251	*E*	**Alors attendez on va regarder sur une dernière photo, oui**
252	*Raphael*	Celui là ils l'ont enlevé pour bien le montrer
253	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire l'histoire de Plouf avec ce matériel là ou pas ?**
254	*Nolhan*	Non
255	*Raphael*	Non parce que là il n'y a pas de seau et c'est pareil que là (*montre la corde*)
256	*Nolhan*	Et aussi parce que y a pas d'espace pour mettre le seau
257	*E*	**Il y a pas d'espace pour mettre le seau, c'est-à-dire ?**
258	*Nolhan*	Parce que les deux pots ils sont collés
259	*E*	**Alors regarde, là il y a un pot et là, sur le bout de la corde, il n'y a rien, comme ici.**
260	*Nolhan*	Oui mais là tu as pas assez de place pour qu'on… pour qu'on mette le seau
261	*E*	**D'accord**

262	*Raphael*	C'est ça qu'il essaye de dire Nolhan
263	*E*	**C'est ça que tu essaies de dire Nolhan ?**
264	*Nolhan*	Oui
265	*E*	**D'accord. Et bien merci beaucoup à vous. Oh j'ai oublié de vous poser une dernière question. Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où l'histoire elle n'est pas possible ?**
266	*Nolhan*	Heu Oui
267	*E*	**Alors quoi par exemple ?**
268	*Nolhan*	Heu… Je m'en rappelle plus
269	*E*	**Tu ne t'en rappelles plus et toi Raphaël ?**
270	*Raphael*	Heu… Tintin !
271	*E*	**Tintin. Pourquoi Tintin ce n'est pas possible ?**
272	*Raphael*	Tintin… Heu… Parce que dans Tintin y a des trucs qui sont durs à faire et qu'on peut pas faire.
273	*E*	**Tu as un exemple ?**
274	*Raphael*	Par exemple dans… dans une BD t'as une météorite qui a la télé se transforme en géant champignon
275	*E*	**Et ça c'est trop difficile à faire c'est ça ?**
276	*Raphael*	Oui
277	*E*	**D'accord. Est-ce que vous aviez aimé faire ce travail en classe l'année dernière ?**
278	*Nolhan*	Oui
279	*E*	**Est-ce que vous aimeriez le refaire cette année ?**
280	*Nolhan*	Oui
281	*E*	**Ou l'année prochaine ?**
282	*Raphael*	Heu… Cette année
283	*E*	**Cette année c'est trop tard mais l'année prochaine si on vous proposait de retravailler sur cette histoire ?**
284	*Raphael*	Oui
285	*E*	**Et qu'est-ce que vous en retenez de cette histoire maintenant qu'on l'a refaite ensemble ?**
286	*Nolhan*	Que ce n'est pas possible de faire l'histoire à la fin
287	*E*	**Que ce n'est pas possible de faire l'histoire à la fin. Et pourquoi ce n'est pas possible de refaire l'histoire à la fin ?**
288	*Nolhan*	Parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup
289	*E*	**Les lapins sont plus lourds que le loup et donc du coup qu'est-ce qu'il se passe ?**
290	*Nolhan*	Ben il ne peut pas redescendre le loup
291	*E*	**Le loup il ne peut pas redescendre**
292	*Nolhan*	Aussi... non
293	*E*	**Et toi ?**
294	*Raphael*	T'as le cochon qui tire sur cette corde et t'as le loup qui saute dans le puits pour les attraper
295	*E*	**D'accord**
296	*Raphael*	Donne ça ! On met les lapins là. Le cochon qui tire sur cette corde
297	*E*	**Alors là vous essayez de faire une autre histoire c'est ça ?**
298	*Nolhan*	Oui, attends
299	*E*	**Alors il faudrait quoi pour que le lapin remonte ? Qu'est-ce qu'il faut pour que les lapins remontent ? Ne vous disputez pas ou je vais tout reprendre. Qu'est-ce qu'il faudrait pour que les lapins remontent ?**
300	*Raphael*	Qu'il tire.
301	*E*	**Ils sont où les lapins et il est où le loup ? C'est toi qui l'a, tiens je te le prends**
302	*Raphael*	Le cochon qui tire sur la corde et le loup il saute pour les attraper pour qu'il arrive

		pas
303	*E*	**Hum hum**
304	*Nolhan*	Non le loup il est là et il monte. Après il saute dans le puits. Il est là après ça monte après il saute dans le puits…
305	*E*	**Mais le lapin il ne peut pas faire ça comme ça, regardez ! Si je mets les lapins … si je mets le loup est là comme ça qu'est ce qu'il se passe ? Oups !**
306	*Raphael*	Voilà comme ça en fait. Et oui il a sauté dans le puits. Et là ça remonte
307	*E*	**Mais ça remonte comment ? Ca remonte avec ta main là.**
308	*Raphael*	Non le cochon qui tire. Le cochon il tire
309	*E*	**Mais souviens toi on a déjà essayé et est-ce que ça fonctionnait ? Ca ne fonctionnait pas hein. Peut être qu'il faut mettre quelque chose de plus lourd que les lapins, qu'est-ce que vous en pensez ?**
310	*Raphael et Nolhan*	Oui !
311	*E*	**Hein, il faut mettre quelque chose de plus lourd que les lapins**
312	*Raphael*	Une bouteille comme dans l'autre
313	*E*	**Peut-être une bouteille, oui. Merci beaucoup à tous les deux. Alors je vais vous laisser. Est-ce que vous avez des questions à me poser avant que je vous laisse repartir dans la classe ?**
314	*Nolhan*	Heu non
315	*E*	**Non. En tout cas vous vous rappeliez bien de l'histoire**
316	*Nolhan*	Parce qu'on l'a lu au CP
317	*E*	**Ah vous avez revu l'histoire au CP**
318	*Raphael*	Oui…

Transcription Binôme A8 post Mathis et Loanne

Transcription *enr 00122* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*Mathis*	C'était pour faire Plouf
2	*E*	**Alors vous avez travaillé sur Plouf c'est ça ? Alors pourquoi vous avez utilisé ça ? Est-ce que vous vous souvenez ?** *(montre le modèle)*
3	*Mathis*	Pour faire l'histoire de Plouf
4	*E*	**Pour faire l'histoire de Plouf**
5	*Mathis &Loanne*	Oui
6	*E*	**Oui et il fallait faire quoi avec l'histoire de Plouf ?**
7	*Mathis*	En fait, il fallait prendre les personnages en pâte à modeler. Il y avait le loup qui venait (*montre sur le dispositif*). Il voulait boire. Il tombe dedans. Après y a le cochon qui arrive mais non il y a des lapins qui arrivent.
8	*Loanne*	ben…
9	*E*	**Vous ne vous souvenez plus. J'ai pris l'histoire. Doucement Mathis. On va laisser Loane tourner les pages, d'accord? Donc, au début, il y a le loup.**
10	*Loanne*	Après, il tombe
11	*E*	**Après, il tombe**
12	*Loanne*	Après, il y a un cochon qui vient
13	*E*	**Oui**
14	*Loanne*	Après le cochon il….
15	*Mathis*	Le loup, il lui dit: " c'est un puits à fromage, il y a un gros fromage dans le puits puis le cochon, il le croit donc, il vient, il s'accroche à la corde. Le loup y monte dans le seau. Ca fait ça (montre sur le dispositif). Le loup essaie d'attraper le cochon mais tellement qu'il va vite ...
16	*Loanne*	Il descend
17	*Mathis*	Il arrive pas à l'attraper et après, il s'en va.
18	*E*	**Donc le cochon**
19	*Mathis*	Et après le cochon il voit des lapins qui arrivent
20	*E*	**Attends, laisse-la parler. Et puis donc**
21	*Loanne*	Le cochon y dit qu'il y a plein de carottes
22	*Mathis*	Ca pue la carotte
23	*Loanne*	Ca pue la carotte et après les lapins y descendent
24	*Mathis*	Avec le seau. Et le cochon lui remonte
25	*E*	**Voilà**

26	*Mathis*	Et après ils essaient de sortir et le loup arrive.(*E tourne les pages*) Et il y a un gros fromage et après il descend, il veut les attraper et raté et puis après plouf! Il tombe dedans l'eau et "poum" fait le seau et "ouille " fait le loup.
27	*E*	**Tu te souviens aussi un peu de l'histoire ?**
28	*Loanne*	Oui
29	*E*	**Alors qu'est ce que vous avez fait avec ce puits ?**
30	*Mathis*	Avec ce puits on a fait
31	*E*	**Alors, tu sais quoi ? Tu vas me raconter ce que tu as fait en mettant tes mains derrière ton dos parce que je ne veux plus te voir toucher au puits pendant que tu me racontes. Voilà, alors raconte moi ce que tu as fait.**
32	*Mathis*	En fait, on a fait bouger les personnages
33	*E*	**Oui**
34	*Mathis*	Et puis, on a fait l'histoire avec les personnages
35	*E*	**Alors est ce que vous avez réussi à faire l'histoire avec les personnages ?**
36	*Mathis &Loanne*	Oui
37	*E*	**Toute l'histoire ?**
38	*Mathis*	Oui
39	*E*	**Tu te souviens toi Loanne ?**
40	*Loanne*	Oui
41	*E*	**Vous aviez réussi à faire toute l'histoire avec les personnages ?**
42	*Mathis*	Oui
43	*E*	**Alors comment on fait pour en être sûr de ça ? Qu'est ce qu'il faudrait faire pour en être sûr ?**
44	*Mathis*	On pense quand on est en maternelle, on pense….
45	*E*	**Vous avez fait comment pour essayer ? Est-ce que vous aviez essayé de faire comme dans l'histoire ?**
46	*Mathis*	Oui
47	*E*	**Alors vous aviez essayé avec de la pâte à modeler ? Vous vous souvenez ?**
48	*Loanne*	Oui
49	*E*	**Donc elles étaient un peu mieux faites que ça** (*prend des boules de pâte à modeler*) **mais ce n'est pas très grave. On avait au départ le loup c'est ça ?**
50	*Loanne*	Oui
51	*Mathis*	Oui, le loup
52	*E*	**Tu as droit de mettre le loup dans le puits** (*donne la boule à M*). **Donc le loup se met dans le seau déjà**
53	*Loanne*	Après je peux le mettre
54	*E*	**Alors on va le laisser mettre le loup dans le puits puis mettre le cochon et toi tu mettras le lapin d'accord ?**
55	*Loanne*	D'accord
56	*E*	**Alors vas y. Mets le loup.**
57	*Mathis*	Le loup descend
58	*E*	**Donc le loup descend et ensuite**
59	*Mathis*	Il est dans l'eau
60	*Loanne*	Montre
61	*E*	**Et ensuite**
62	*Mathis*	Le cochon, il arrive
63	*E*	**Ensuite le cochon arrive** (*donne une boule*) **tu vas fermer la pâte à modeler sur la corde**
64	*Mathis*	Comme ça ?
65	*E*	**Oui mais sur la corde**

66	*Mathis*	Ok
67	*E*	**Alors qu'est ce qui se passe dans l'histoire ? Le cochon**
68	*Loanne*	il descend et le loup il
69	*Mathis*	alors il dit :" il y a un gros fromage dedans"
70	*E*	**tu laisses les choses se faire.**
71	*Mathis*	il s'accroche on va le mettre dedans
72	*E*	**et donc ce qu'on fait**
73	*Mathis*	*lâche et plouf*
74	*E*	**Donc est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire là ?**
75	*Mathis &Loanne*	Oui
76	*E*	**Donc le cochon, il est en bas et le loup**
77	*Mathis*	Ici
78	*E*	**Et puis ensuite, il y a qui ?**
79	*Mathis*	Les trois lapins
80	*Loanne*	Les trois lapins
81	*Mathis*	La famille
82	*E*	**Une famille de lapins qui arrive et qu'est-ce qui se passe dans l'histoire ?** (*tourne les pages du livre)*
83	*Loanne*	Il y a le cochon qui dit…
84	*Mathis*	C'est un puits à carottes
85	*E*	**Et donc, on a**
86	*Mathis*	Les lapins, ils le croient
87	*E*	**Les lapins descendent et le cochon y remonte. C'est à Loanne de le faire**
88		*Loanne met la boule dans le seau*
89	*E*	**Alors là regardez, attention, il faut que la corde soit bien mise.**
90	*Mathis*	Poc. Elle est mal mise là. On enlève la pâte à modeler
91	*E*	**Donc là les lapins sont au fond et le cochon, il est**
92	*Mathis*	Il est parti
93	*E*	**Il est parti et puis ensuite, on va laisser Loanne accrocher le loup, puisque tu viens de décrocher le cochon et donc là dans l'histoire qu'est-ce qui se passe ?**
94	*Mathis*	Le loup y revient
95	*E*	**Voilà le loup revient. Il s'accroche à la corde. Voilà. Et dans l'histoire qu'est-ce qui se passe ?**
96	*Mathis*	Le loup descend
97	*E*	**Oui alors eup, eup eup, ne touche pas et là ?**
98	*Mathis*	Et le cochon y remonte
99	*E*	**Non, les lapins**
100	*Loanne*	Les lapins remontent
101	*E*	**Et là**
102	*Mathis*	Et les lapins remontent
103	*E*	**Alors on laisse les choses tranquilles. On ne touche pas. Est-ce que dans l'histoire il y a quelqu'un qui tire avec ses mains ?**
104	*Mathis &Loanne*	Non
105	*E*	**Non alors il n'y a personne qui tire avec ses mains. Alors est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
106	*Mathis &Loanne*	Non
107	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**

108	*Mathis &Loanne*	Non
109	*Mathis*	Il faudrait mettre un peu plus de poids
110	*E*	**Ah, donc si on ne met que le loup comme dans l'histoire, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
111	*Mathis*	Non
112	*E*	**Est-ce que l'histoire, elle est possible ?**
113	*Mathis*	Non
114	*E*	**Qu'est ce que tu m'avais dit au départ ?**
115	*Mathis*	Oui
116	*E*	**Ah, tu ne te souvenais pas bien alors ?**
117	*Mathis*	*fait non avec la tête*
118	*E*	**Alors quand on ne se souvient pas bien, qu'est ce qu'il faut faire pour le savoir ?**
119	*Mathis*	Il faut la refaire
120	*E*	**Il faut la refaire, tu es d'accord Loanne ?**
121	*Loanne*	Oui
122	*E*	**Il faut essayer. Oui. Est-ce que l'histoire, elle est possible ?**
123	*Mathis &Loanne*	Non
124	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça que l'histoire ne soit pas possible ?**
125	*Mathis*	Non
126	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
127	*Mathis*	Parce que c'est qu'une histoire
128	*E*	**Parce que c'est qu'une histoire ?**
129	*Mathis*	Oui
130	*E*	**Et alors ?**
131	*Mathis*	Et une histoire c'est une histoire c'est pas grave
132	*E*	**Ce n'est pas grave ?**
133	*Mathis*	Non ça ne fait rien
134	*E*	**Ca ne fait rien. Qu'est ce que tu en penses toi Loanne ?**
135	*Loanne*	Ouais
136	*E*	**C'est qu'une histoire ?**
137	*Loanne*	*Oui avec la tête*
138	*E*	**Donc ça fait rien. Tu penses la même chose ?**
139	*Loanne*	*Oui avec la tête*
140	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
141	*Mathis &Loanne*	Oui
142	*E*	**Alors vas y**
143	*Mathis*	Euh y a un livre dans ma classe qui s'appelle :" bibi et le poufrou gou fron"
144	*E*	**Et pourquoi ce n'est pas possible ? Qu'est-ce qu'il y a dans l'histoire ?**
145	*Mathis*	Parce qu'en fait il y a un gros monstre. Chaque fois il change de taille dedans. Il change de place tout le temps. Il se retourne tout le temps. Il change de taille et après il se grandit.
146	*E*	**Et ça c'est pas possible ?**
147	*Mathis*	Non ce n'est pas possible parce que chaque fois il faut mettre la main pour l'agrandir.
148	*E*	**Et toi, tu connais une histoire pas possible ?**
149	*Loanne*	J'en connais pas
150	*E*	**Tu ne connais pas d'histoire pas possible**

151	*E*	**Alors tu m'as dit que ce n'était pas embêtant que l'histoire ne soit pas possible ?**
152	*Mathis*	Ce n'est pas embêtant
153	*E*	**D'accord**
154	*Mathis*	Moi, je n'aime pas trop lire donc pour moi ce n'est pas trop embêtant
155	*E*	**Tu n'aimes pas trop lire. Pourquoi tu n'aimes pas lire ?**
156	*Mathis*	Je n'aime pas trop lire. Ma sœur par contre elle adore lire
157	*E*	**Tu n'aimes pas les histoires ?**
158	*Mathis*	Pas trop. J'aime bien quand c'est les autres qui racontent mais je n'aime pas trop quand je lis moi.
159	*E*	**Peut-être que tu aimeras un peu plus après. Peut-être que c'est parce que tu ne lis pas assez vite ?**
160	*Mathis*	Si, je lis vite mais pas trop vite
161	*E*	**Tu préfères autre chose**
162	*Mathis*	Oui
163	*E*	**Bon. Il y a des petits à qui on a lu l'histoire. Alors ce n'est pas comme toi l'année dernière au CP. On leur a juste lu l'histoire mais ils n'ont pas fait tout ça** (*montre le dispositif*) **et puis du coup ils pensent que l'histoire, elle est possible et qu'on peut faire comme dans l'histoire. Ils pensent que le loup descend à la fin et que les lapins remontent. Est ce que c'est embêtant qu'ils pensent ça ?**
164	*Mathis &Loanne*	Non
165	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant s'ils pensent ça ?**
166	*Mathis*	Ben parce que
167	*E*	**Parce que quoi ?**
168	*Mathis*	Parce que c'est que de la lecture
169	*E*	**C'est que de la lecture ?**
170	*Mathis*	Oui
171	*E*	**Mais ils pensent**
172	*Mathis*	C'est juste pour s'amuser
173	*E*	**Ils pensent qu'en vrai. Ils pensent que si on fait des choses comme on a fait ils pensent que le loup va descendre et que les lapins vont remonter. Est-ce que c'est embêtant ça ?**
174	*Mathis*	Non
175	*Loanne*	*Non avec la tête*
176	*E*	**Est-ce que vous pourriez les aider quand même à comprendre que c'est pas possible l'histoire ?**
177	*Mathis &Loanne*	Oui
178	*E*	**Est-ce que vous arriveriez à le faire ça ?**
179	*Mathis &Loanne*	Oui
180	*E*	**Comment vous feriez pour les aider ?**
181	*Mathis*	Ben, on leur dit que nous en fait, on a essayé et le loup n'est pas assez lourd pour que les lapins y remontent donc l'histoire n'est pas possible
182	*E*	**Tu lui dirais aux petits en question nous on a essayé.**
183	*Mathis*	Non
184	*E*	**Tu lui dirais quoi ?**
185	*Mathis*	Je leur dirais : vous voyez, nous on a essayé l'histoire et puis ça marche pas parce que les lapins y sont trop lourds pour remonter
186	*E*	**Alors si tu avais le matériel à disposition. Est-ce que tu leur dirais ou est-ce que tu ferais autre chose ? Si tu as ce puits là avec toi et la pâte à modeler. Qu'est-ce que tu ferais pour qu'ils comprennent ?**

187	*Mathis*	Je ferais l'histoire
188	*E*	**Tu ferais l'histoire et tu leur ferais refaire comme on vient de faire là** ?
189	*Mathis*	Oui
190	*E*	**Et tu crois qu'en faisant ça ils comprendraient ?**
191	*Mathis*	Oui
192	*E*	**Est ce que tu avais compris l'année dernière ? Est-ce que tu te souviens ? Tu ne te souviens pas ?**
193	*Mathis*	Non
194	*E*	**Il me semble que tu avais compris l'année dernière. Toi aussi, tu avais compris. Vous aviez compris tous les deux. Alors, je vais vous montrer des images et puis vous allez me dire si avec ces images. Voilà le matériel qui est là. Je voudrais savoir si avec ce matériel là on peut faire, on peut essayer de faire Plouf comme on vient de faire ou pas ?**
195	*Loanne*	Oui
196	*E*	**Oui, pourquoi oui ?**
197	*Mathis*	Non je dirais non
198	*E*	**Non, pourquoi non ?**
199	*Mathis*	Parce qu'en fait y a toujours le seau et la corde comme ça
200	*E*	**En fait il y a le seau et pas la corde. Ils ont mis deux seaux plutôt**
201	*Mathis*	D'accord donc ça peut marcher
202	*E*	**Comment ça peut marcher ?**
203	*Mathis*	Non ça ne peut pas marcher
204	*E*	**Pourquoi ça ne peut pas marcher ?**
205	*Mathis*	Parce que c'est toujours trop lourd les lapins
206	*E*	**Ah oui d'accord mais est ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ? C'est à dire est ce que c'est un puits qui marche comme ce puits là ou pas du tout ?**
207	*Loanne*	Oui
208	*Mathis*	Il marche
209	*E*	**Il marche ?**
210	*Mathis*	Oui
211	*E*	**Pourquoi il marche ?**
212	*Mathis*	Parce qu'en fait ça, ça roule, ça roule
213	*E*	**Ah, c'est ça qui est important pour qu'on puisse faire comme dans l'histoire ?**
214	*Mathis &Loanne*	Oui
215	*E*	**Oui**
216	*Mathis*	Oui ça roule comme ça (*montre le dispositif*), c'est ça qui est important
217	*E*	**C'est ça qui est important ?**
218	*Mathis*	Oui c'est ce qui fait monter et descendre
219	*E*	**Ok Alors je vous montre ce puits là. Je l'agrandis**
220	*Mathis &Loanne*	Non ça, ça marche pas
221	*E*	**Pourquoi ça ne marche pas ?**
222	*Mathis*	Parce que ça peut pas tourner ! Ah si ça peut. Regarde, il y a la petite roulette comme là.
223	*Loanne*	Ah oui
224	*E*	**Si il y a la petite roulette comme là, ça peut marcher ? on peut essayer de faire comme plouf ?**
225	*Mathis &Loanne*	Oui

226	*Mathis*	On peut essayer
227	*E*	**Comment il faudrait faire pour savoir ?**
228	*Mathis*	Qu'on ne peut pas faire l'histoire (*E change d'image*)
229	*Mathis*	Avec ce puits oui
230	*E*	**Pourquoi ?**
231	*Mathis*	Parce que c'est un vrai puits
232	*E*	**C'est un vrai puits ?**
233	*Mathis*	Oui
234	*E*	**Qu'est ce que tu en penses Loanne ?**
235	*Loanne*	Oui (*E change d'image)*
236	*Mathis &Loanne*	Oui
237	*Mathis*	Oui, oui, oui
238	*E*	**Pourquoi ?**
239	*Mathis*	Parce que regarde ici. là il y a une petite roulette ici. Petite roulette
240	*E*	D'accord. Un grand merci à tous les deux
241	*Mathis*	De rien
242	*E*	**Merci beaucoup. Est-ce que vous avez aimé que je vous pose des questions ?**
243	*Mathis &Loanne*	Oui
244	*E*	Oui. est ce que vous vous souviendrez de Plouf l'année prochaine?
245	*Loanne*	Euh. Pas sûr, peut être
246	*E*	**Est-ce que vous aimez essayer de faire comme dans les histoires ?**
247	*Loanne*	Oui.
248	*Mathis*	Oui, moi j'aime beaucoup
249	*E*	Merci à tous les deux

Transcription Binôme A9 post Lucas et Anna

Transcription *enr 00120* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Et puis je vais prendre vos prénoms. Alors toi c'est Anna. Je vais les écrire parce qu'après je les oublie. Anna, c'est ?**
2	*Anna*	A, deux N, A
3	*E*	**A, deux N, A. Anna tu as quel âge ?**
4	*Anna*	7 ans
5	*E*	**7 ans et Lucas. L U C A S ?**
6	*Lucas*	Oui
7	*E*	**Toi tu as quel âge Lucas ?**
8	*Lucas*	7 ans
9	*E*	**7 ans. Alors est-ce que vous vous souvenez de cette chose là qui est ici ?**
10	*Lucas*	Oui
11	*E*	**Et toi Anna est-ce que tu t'en souviens ?**
12	*Anna*	Oui
13	*E*	**Vous allez vous reculer un tout petit peu, voilà, parce que sinon ma caméra elle ne va pas vous voir. Alors vous vous souvenez de cette…**
14	*Anna*	Oui
15	*E*	**Alors vous avez fait ça pourquoi ?**
16	*Anna*	Ben en fait parce qu'on avait lu un livre comme ça (*montre Plouf*) et maîtresse elle avait fabriqué avec Jean-Luc ça (*montre le puits*)
17	*E*	**Oui, et pourquoi vous aviez utilisé ça ?**
18	*Lucas*	Heu, pour faire l'expérience de Plouf !, du livre.
19	*E*	**Pour faire l'expérience du livre ? C'est-à-dire ?**
20	*Lucas*	Ben… voir… si… pour faire avec…
21	*Anna*	Pour voir comment ça fait
22	*Lucas*	Pour voir comment ça fonctionne… un puits… le livre
23	*E*	**Hum hum. Est-ce que c'était pour essayer de regarder si on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
24	*Anna*	Oui
25	*Lucas*	Oui
26	*E*	**Oui, c'était ça ? Et alors est-ce que vous vous souvenez si on peut faire comme dans l'histoire ou pas ?**
27	*Anna*	Heu
28	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez ?**
29	*Lucas*	Non

30	*E*	**Tu ne t'en souviens pas. Et toi Anna, est-ce que tu t'en souviens ?**
31	*Anna*	Heu oui. On pouvait faire comme l'histoire
32	*E*	**Vous pouviez faire comme dans l'histoire. Et comment vous avez fait pour savoir si on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
33	*Lucas*	Parce que… on…
34	*E*	**Si on ne se souvient pas comment on peut faire pour savoir ?**
35	*Anna*	Il faut regarder le livre.
36	*E*	**Il faut regarder le livre. Et puis qu'est-ce qu'on peut faire ?**
37	*Anna*	Ben il faut le lire et comme ça on sait ce que ça fait.
38	*E*	**Alors, au début du livre y a un loup qui… tombe**
39	*Anna*	Dans le puits
40	*E*	**Voilà. Il tombe dans le puits parce qu'en fait il croit qu'il y a un fromage mais ce n'est pas un fromage, c'est le reflet de la Lune. Et puis ensuite, il est coincé dans le puits. Puis alors là, qu'est-ce qu'il se passe ?**
41	*Lucas*	Il y a un cochon
42	*E*	**Il y a un cochon qui arrive et qui dit**
43	*Anna*	Il lui dit, heu, viens, viens, heu non ça c'est pour les lapins
44	*E*	**Oui alors il y a un cochon**
45	*Lucas*	Viens il y a un fromage dans le puits
46	*E*	**Voilà, et puis, le cochon**
47	*Lucas*	Il descend
48	*E*	**Il s'accroche à la corde. Et puis le loup**
49	*Lucas et Anna*	Il remonte
50	*E*	**Il remonte. Et là le cochon il est, pas content parce qu'il s'est fait avoir. Et puis, qui arrive ?**
51	*Anna*	Les lapins. Et ils disent, heu… Le cochon il dit, viens voir il y a des carottes.
52	*E*	**Oui. Et du coup les lapins**
53	*Lucas*	Ils descendent
54	*E*	**Ils descendent et le cochon, il...?**
55	*Lucas et Anna*	Remonte
56	*E*	**Il remonte. Et puis ensuite, vous vous souvenez de ce qu'il se passe ?**
57	*Anna*	Oui. Après ils essayent de monter mais le loup il s'en rappelle pas donc il vient. Et il dit, venez, venez y a un fromage et après il tombe dans le puits et après, eux ils remontent là dedans et lui il descend par là. Et après ça fait… Et ils montent. Et après le seau il va tomber sur sa tête et ça va faire plak.
58	*Lucas*	Raté !
59	*E*	**Raté ! Donc effectivement, la dernière image**
60	*Lucas et Anna*	Poum
61	*Anna*	Maintenant il ne peut pas remonter
62	*E*	**Non. Alors, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce que vous vous souvenez si on peut faire comme dans l'histoire ?**
63	*Lucas*	Heu non
64	*Anna*	Pas cassé le pot
65	*Lucas*	On ne va pas pouvoir faire pareil
66	*E*	**On ne peut pas faire pareil que dans l'histoire ?**
67	*Anna*	Si
68	*E*	**Ah vous n'êtes pas d'accord ?**
69	*Lucas*	Non parce que d'abord, les trois lapins c'est plus lourd qu'un loup et on peut pas

		casser le pot
70	*E*	**Alors c'est la même chose les lapins sont plus lourds et on ne peux pas casser le pot ou c'est deux choses différentes ? Est-ce que c'est au même niveau ? Est-ce que c'est les mêmes types de problèmes dans les deux cas ? Non, tu ne sais pas ?** (*L fait non de la tête*) **Alors tu nous dit que on peut pas faire comme dans l'histoire parce que le loup... les lapins ils sont plus lourds que le loup c'est ça ?** (*L acquiesce*) **Comment on peut faire pour savoir ça ?**
71	*Lucas*	Parce que, on l'a déjà fait en maternelle et j'ai vu que le loup…que trois lapins c'est plus lourd qu'un loup
72	*E*	**Est-ce que tu t'en souviens toi Anna de ça ?**
73	*Anna*	Heu non !
74	*E*	**Et comment tu avais fait en maternelle ?**
75	*Lucas*	Ben parce qu'on mettait les lapins dans le pot et après le loup il restait en bas
76	*E*	**Le loup il reste… il reste en bas ou en haut ?**
77	*Lucas*	Non il restait en haut
78	*E*	**Il restait en haut. On essaie de le refaire pour qu'Anna se rappelle ? Alors au départ on va dire quoi ? Alors en maternelle vous aviez des jolis loups, des jolis lapins et tout ça mais là on avait pas le temps. Est-ce que c'est grave ?**
79	*Anna*	Non
80	*E*	Non
81	*Anna*	On peut faire pareil aussi
82	*E*	**On peut faire pareil aussi. Alors on va dire que le loup c'est lequel ?**
83	*Anna*	C'est ça (*montre la boule la plus grosse*)
84	*E*	**C'est ça le loup?** (*A acquiesce*) **Alors, si c'est ça le loup… Donc, le loup au début il se trouve tout en bas c'est ça ? Et puis qui c'est qui l'aide à remonter ?**
85	*Anna et Lucas*	C'est le cochon
86	*E*	**Alors, on prend quoi pour le cochon du coup**
87	*Lucas*	Heu lui (*montre la petite boule*)
88	*Anna et Lucas*	Heu ça (*montre la boule intermédiaire*)
89	*E*	**Alors on essaie. Je vais vous aider à l'accrocher. Et donc là si je lâche ?**
90	*Anna*	Il fait comme ça. (*A tire la corde pour faire descendre le cochon*)
91	*E*	**Ah. Est-ce que c'est possible comme ça ?**
92	*Lucas*	Non !
93	*Anna*	Non parce que… parce que c'est plus lourd
94	*E*	**Alors est-ce que c'est lui le loup ? Est-ce que c'est lui le loup ?**
95	*Anna*	Non ça doit être ça. Celui-là ! Et le cochon c'est ? (*inverse les deux boules*)
96	*E*	**Alors ? Ca c'est le loup ?**
97	*Anna et Lucas*	Oui !
98	*E*	**Si on dit que ça c'est le loup on le met ici c'est ça ?**
99	*Anna*	On le met dans le pot
100	*E*	**On le met dans le pot ici. Et donc tu me dis que ça c'est…**
101	*Anna*	C'est… le cochon
102	*E*	**Ca c'est le cochon. Alors ça c'est le cochon. Donc j'accroche le cochon**
103	*Lucas*	Oui
104	*E*	**Et là. Qu'est-ce que vous pensez qu'il se passe ?**
105	*Lucas*	Il tombe, il tombe
106	*E*	**Je lâche ?**
107	*Lucas*	Oui. Oui !

108	*E*	**Donc le cochon il est en bas et le loup ?**
109	*Lucas*	En haut
110	*E*	**En haut. Et ensuite c'est quoi ça ?**
111	*Lucas*	Les lapins
112	*Anna*	Ensuite lui il part et les lapins, et il vient, il disent… et le cochon il dit hey y a des carottes
113	*E*	**Voilà donc c'est les lapins qui se mettent** (*montre le seau*). **Et là ?**
114	*Anna*	Ils montent là et après ça marche pas
115	*Lucas*	Il en faut un plus gros
116	*E*	**Alors, est-ce qu'on a bien choisit notre loup au départ ?**
117	*Anna et Lucas*	Oui
118	*E*	**Vous êtes surs ?**
119	*Anna*	Heu… non le loup ça doit être ça peut-être (montre la petite boule)
120	*E*	**On essaie avec celui-là ?**
121	*Anna*	Oui
122	*E*	**Pour voir si on peut faire un peu plus comme dans l'histoire ?**
123	*Anna*	Oui
124	*E*	**Donc on essaie de faire autant qu'on peut comme dans l'histoire, c'est ça hein ?**
125	*Lucas*	OK
126	*E*	**Alors vas-y ! Mets le loup ! On dit que celui-là c'est le loup ?**
127	*Anna et Lucas*	Oui
128	*Lucas*	Heu il tombe
129	*E*	**Il tombe ensuite lequel on met comme cochon ?**
130	*Anna*	Heu on met…
131	*E*	**Le plus petit ou le plus gros ?**
132	*Anna*	Lucas, choisis !
133	*Lucas*	Lui (*choisit l'intermédiaire*)
134	*E*	**Lui. Allez vas-y ! Alors, je l'aplatis un peu comme ça tu n'as plus qu'à le plier sur la corde. Alors là on met le…cochon.**
135	*Lucas*	Hou là
136	*E*	**Alors, le cochon est descendu**
137	*Anna et Lucas*	Oui
138	*E*	**Maintenant on enlève le loup**
139	*Anna*	Oui
140	*E*	**Et maintenant qui est-ce qu'on met ? on met…**
141	*Anna et Lucas*	Les lapins
142	*E*	**Vas-y Lucas**
143	*E*	**Et donc les lapins ils… descendent et le loup il… remonte. Et puis ensuite qu'est-ce qu'il se passe ? Qui c'est qui remonte ?**
144	*Anna*	Après le cochon il part
145	*E*	**Et ?**
146	*Anna*	Et le re… heu le loup il vient
147	*E*	**Oui. Et les lapins ?**
148	*Anna*	Il va remonter
149	*E*	**Et alors ? Dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?**
150	*Lucas*	Heu, ben après il reste dedans. Après il faut faire tomber le truc sur sa tête

151	*E*	**Alors dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?**
152	*Lucas*	Ben après le truc il tombe sur sa tête
153	*E*	**Oui mais dans l'histoire… Donc dans l'histoire le loup il…**
154	*Lucas*	Tombe
155	*E*	**Et là regardez. Tu lâches tout Lucas, lâche tout Anna !**
156	*Anna*	Il faut prendre la grosse boule au début
157	*E*	**Ben on a vu que si prenait la grosse boule au début, est-ce que… est-ce qu'on pouvait faire le reste ?**
158	*Anna*	Ben non il fallait prendre…
159	*Lucas*	La moyenne
160	*E*	**On a déjà tout essayé, on a essayé ces deux là.**
161	*Lucas*	Oui mais ça, je suis d'accord que ça c'est le loup. Après ça ça doit être le… ça c'est le cochon, non, ça c'est le cochon et ça c'est les lapins
162	*E*	**Attends, redis-moi ça. Redis-moi qui est qui** (*aligne les 3 boules*)
163	*Lucas*	Ca c'est le loup (*grosse boule*), ça c'est le cochon (*la moyenne*)
164	*E*	**Mais est-ce que le cochon il va pouvoir faire remonter le loup ? Si ça c'est le cochon**
165	*Lucas*	Ah non !
166	*E*	**Non**
167	*Lucas*	Donc il faut que ça ce soit le loup (*petite boule*)
168	*E*	**Donc on a dit que si ça c'était le loup, avec le loup… Assieds-toi Lucas, assieds-toi !**
169	*Lucas*	Le cochon
170	*E*	**Alors on essaye de suivre les choses.**
171	*Lucas*	Oui et après les lapins ils…
172	*E*	**Donc si ça c'est le loup, le cochon** (*montre la boule moyenne*) **il fait remonter le loup. On l'a vu ça ?**
173	*Anna et Lucas*	Oui
174	*E*	**Donc ça c'est le cochon. Et puis on a vu que si on prenait ça comme cochon, le cochon il faisait… il était remonté par les…** (*prend la boule la plus grosse*)
175	*Lucas*	Lapins
176	*E*	**Lapins. Donc ça c'est les lapins** (*montre la grosse boule*). **D'accord. Donc les lapins, faisaient remonter le cochon et le cochon il faisait remonter…**
177	*Lucas*	Le loup
178	*E*	**Le loup**
179	*Anna*	Le loup
180	*E*	**Donc ça c'est le début de l'histoire. Le cochon il fait remonter le loup, ça marche bien. Les lapins ils font remonter le cochon, ça ça marche bien. Et est-ce qu'on a réussi à faire remonter les lapins avec le loup ?**
181	*Anna*	Heu non, parce que… Non ! On n'a pas réussi
182	*E*	**Non on n'a pas réussi à faire remonter les lapins avec le loup**
183	*Lucas*	Faut prendre un plus gros loup. Dans la boîte
184	*E*	**Alors il faudrait en prendre un plus gros, mais le loup dans l'histoire est-ce qu'il a changé ?** (*L fait non de la tête*) **Il est toujours pareil. Donc est-ce qu'on arrive à faire comme dans l'histoire ?** (*L fait non de la tête*)
185	*Anna*	Ben… Non, on ne peut pas la faire.
186	*E*	**Est-ce qu'on arrive à faire comme dans l'histoire ? Dis-moi ?**
187	*Anna et Lucas*	Non
188	*E*	**Vous êtes sûrs de ça ?**

189	*Anna et Lucas*	Oui
190	*E*	**Oui. On n'arrive pas à faire comme dans l'histoire. Est-ce que l'histoire elle est possible alors ?**
191	*Anna et Lucas*	Non !
192	*E*	**Donc l'histoire elle n'est pas possible. Vous êtes d'accord ou pas avec ça ?**
193	*Anna*	Oui
194	*E*	**Moi j'ai des enfants qui m'ont dit que l'histoire elle était possible. Vous en pensez quoi ?**
195	*Anna*	Peut être si on ré…peut être si on mélange, qu'on n'a pas fait encore et ben ça va…réussir
196	*Lucas*	On a fait deux fois le même
197	*E*	**Oui**
198	*Lucas*	Si on fait deux… on fait le cochon c'est le gros et les lapins c'est le petit
199	*Anna*	Ca c'est les lapins, ça c'est les lapins (*prend la grosse boule*)
200	*E*	**Mais ça c'est le loup** (*montre la petite boule*)**. On avait essayé de faire le début de l'histoire, on essaye de faire toute l'histoire, est-ce qu'on arrive à faire toute l'histoire ? (L fait non de la tête) Anna, est-ce qu'on arrive à faire toute l'histoire ?**
201	*Anna*	Heu non
202	*E*	**On est arrivé à faire le début**
203	*Anna*	Le début, le début c'est bon mais la fin ce n'est pas bon
204	*E*	**Non. Est-ce que l'histoire elle est possible ?**
205	*Anna*	Non
206	*E*	**Et toi Lucas, qu'est-ce que t'en penses ?**
207	*Lucas*	Non, elle n'est pas possible
208	*E*	**Elle n'est pas possible. Est-ce que c'est embêtant si l'histoire elle n'est pas possible ?**
209	*Anna*	Heu… Oui
210	*E*	**Oui ? Pourquoi c'est embêtant ?**
211	*Anna*	Parce que… je sais pas
212	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi ?**
213	*Lucas*	Heu… C'est… Ce n'est pas très drôle
214	*E*	**Ce n'est pas très drôle. Pourquoi ?**
215	*Anna*	Parce que les histoires c'est inventé, ce n'est pas en vrai
216	*E*	**Les histoires c'est inventé, ce n'est pas en vrai ?**
217	*Lucas*	Oui
218	*E*	**Et est-ce que c'est embêtant du coup que ça ne soit pas possible ?** (*pas de réponses*) **Hum hum. Si y a des petits qui pensent que l'histoire est possible, est-ce que c'est embêtant si les petits pensent ça ?**
219	*Lucas*	Non
220	*E*	**Non, ce n'est pas embêtant ? Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
221	*Lucas*	Parce que faut leur laisser leur avis
222	*E*	**Faut leur laisser ? Je n'ai pas bien entendu**
223	*Lucas*	Leur avis
224	*E*	**Faut leur laisser leur avis**
225	*Lucas*	Oui. Qu'ils pensent que c'est vrai
226	*E*	**Alors ils pensent, ils pensent que c'est possible mais ils pensent du coup que le, que le lapin va vraiment descendre… Que le loup il va vraiment descendre et puis que les lapins ils vont vraiment remonter. Est-ce que c'est embêtant s'ils pensentque l'on ne puisse faire comme ça ?**

227	*Anna*	Ben
228	*Lucas*	Ben on peut faire comme l'histoire sauf qu'il faut, il faut avoir deux fois la même boule
229	*E*	**Ah tu veux dire qu'il faut un loup qui est plus gros que les lapins c'est ça.** (*L acquiesce)* **Mais le lapin c'est le même qu'au début**
230	*Anna*	On ne peut pas changer
231	*E*	**On ne peut pas changer. Du coup l'histoire**
232	*Lucas*	Elle n'est pas possible
233	*E*	**Elle n'est pas possible. Comment on pourrait faire pour aider des petits à comprendre que l'histoire elle est pas possible ?**
234	*Lucas*	Ben montrer heu… comment ça se passe
235	*E*	**Le montrer comment ?**
236	*Lucas*	On fait le… le puits.
237	*E*	**Tu veux dire leur montrer comme ça. Comme on a fait nous. Tu penses que ça les aiderait ?** (*acquiesce*) **Et toi Anna, qu'est-ce que tu en penses ?**
238	*Anna*	Heu
239	*E*	**Comment vous aviez fait l'année dernière ?**
240	*Lucas*	Hum… comme on avait...des lapins et ben on n'arrivait à faire… l'histoire (*en montrant le puits*)
241	*E*	**Donc vous aviez fait comme ça** (*montre le puits et L acquiesce*). **Hum. Je vais vous montrer des images, et puis je voudrais que vous me disiez si, en utilisant le matériel qui est sur les images, on peut faire comme nous on vient d'essayer de faire là. C'est-à-dire si on peut essayer de faire Plouf, d'accord ? Regardez cette image, est-ce que qu'avec ça, il manque peut-être des choses, il manque peut-être le loup, il manque le loup, il manque les lapins, il manque tout ça mais est-ce qu'avec ce matériel là vous pensez ou pas qu'on peut faire comme on vient de faire ?**
242	*Lucas*	Oui
243	*E*	**Oui ?**
244	*Anna*	Oui
245	*E*	**Oui, pourquoi ?**
246	*Lucas*	Parce que, en fait y a juste les deux… là qui changent (*parle des plots*)
247	*E*	**Oui, qu'est-ce que**
248	*Lucas*	Et là, et ça aussi le rouleau (*parle de la poulie*). Ca c'est un rouleau (*montre l'image*) et ça c'est une poulie (*montre le puits*)
249	*E*	**Et tu penses qu'avec le rouleau on peut faire comme avec la poulie ?**
250	*Lucas*	Oui parce que ça tourne
251	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi ?**
252	*Anna*	Oui, on peut réussir à le faire comme ça
253	*E*	**Donc tu penses qu'avec ce matériel là on peut faire… on peut essayer Plouf ?** (*L acquiesce)* **Alors je te montre une autre image. Est-ce qu'avec ça on peut réussir à faire Plouf ?**
254	*Lucas*	Non !
255	*Anna*	Non
256	*E*	**Pourquoi non ?**
257	*Anna*	Parce que c'est pareil que ça
258	*Lucas*	Parce que y a un nœud
259	*E*	**Attends, oui ?**
260	*Lucas*	Parce que y a un nœud
261	*E*	**IL y a un nœud ! Ah! Alors on va essayer d'agrandir. Regardez est-ce que vous arrivez à voir ?**
262	*Lucas*	Oui il y a un nœud

263	*E*	**Et si il y a un nœud ?**
264	*Lucas*	Ben si il y a un nœud ça bouge pas
265	*E*	**Ben regardez il y a le nœud ici** (*montre la corde du puits*)
266	*Lucas*	Oui mais il y a pas de poulie
267	*E*	**Il n'y a pas de poulie ?**
268	*Anna*	Si y en a une sauf qu'elle est comme ça (*bouge la poulie du puits pour montrer comment on la voit sur la photo)*
269	*E*	**Oui voilà, voilà. On ne la voit pas bien effectivement.**
270	*Lucas*	Oui mais comme ça quand on tire, ça ne vient pas très bien
271	*E*	**Et tu penses que ça ne vient pas très bien parce que la poulie elle est mal mise ?** (*L acquiesce*) **D'accord, donc je vous en montre une autre d'image**
272	*Lucas*	Oui
273	*Anna*	Oui, on peut réussir
274	*E*	**Oui pourquoi ?**
275	*Lucas*	Parce que c'est un vrai puits
276	*E*	**C'est un vrai puits. Et tu penses qu'avec le vrai puits on peut faire comme avec le nôtre ? Oui ?**
277	*Lucas*	Oui parce que… comme y a de l'eau on peut faire pareil.
278	*E*	**On peut faire pareil. Et ça c'est quoi alors ?**
279	*Lucas*	Une poulie
280	*E*	**Donc c'est pareil que là ?**
281	*Anna*	Non, c'est juste enroulé comme ça.
282	*E*	**Mais est-ce qu'on peut essayer de faire comme, comme on a fait là ?**
283	*Lucas*	Oui
284	*E*	**Oui ? Bon ! Et alors, avec celui là ?**
285	*Anna et Lucas*	Non !
286	*E*	**Pourquoi non ?**
287	*Lucas*	Parce qu'il n'y a pas de trous
288	*E*	**Il n'y a pas de trous ?**
289	*Lucas*	On voit pas
290	*E*	**Alors attendez. On va regarder d'autres images, d'accord ?**
291	*Anna*	Ca c'est les mêmes
292	*E*	Regardez !
293	*Anna et Lucas*	Oui on peut réussir
294	*E*	**Pourquoi on peut réussir Anna ?**
295	*Anna*	Ben en fait parce que ça tourne même si c'est…attends. Ah non ça va pas marcher c'est comme ça
296	*E*	**Laisse ! Laisse ! Laisse ! Laisse !**
297	*Lucas*	Non mais ça ne va pas tenir
298	*E*	**Oui mais on ne va pas rejouer à ça alors on va le laisser tranquille hein ? Je vais vous laisser partir en récréation. Est-ce que vous aviez aimé travailler sur ce livre ?**
299	*Anna*	Oui
300	*E*	**Oui ? Est-ce que vous aimeriez retravailler dessus pour mieux comprendre les choses ?**
301	*Lucas*	Oui
302	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
303	*Anna et Lucas*	Non !

304	*E*	**Non. Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
305	*Lucas*	Oui
306	*E*	**Est-ce que tu peux me donner un exemple ?**
307	*Lucas*	Heu Cars
308	*E*	**Hein ?**
309	*Lucas*	?? On peut pas
310	*E*	**Pourquoi on ne peut pas ?**
311	*Lucas*	Parce que il faut… On ne peut pas, on ne peut pas faire rouler les voitures sans rien
312	*E*	**On ne peut pas faire rouler les voitures sans ?**
313	*Lucas*	Rien.
314	*E*	**Il faut de l'essence c'est ça que tu dis ?**
315	*Lucas*	Dans Flash McQuenn y a pas de géant donc heu on peut pas faire avec ça
316	*E*	**D'accord. Est-ce que tu en connais d'autres toi des histoires pas possibles ?**
317	*Anna*	Heu… Le papa noël on ne peut pas voler sur un traineau
318	*E*	**On ne peut pas voler sur un traineau donc le père noël ce n'est pas possible**
319	*Anna*	Hum
320	*E*	**D'accord. Merci beaucoup. Je vais vous laisser partir dans vos classes**

Transcription Binôme A10 post Zou et Angelina

Transcription *enr 00121* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Allez vas-y pose tes billes. On va fermer la porte parce que c'est bruyant. Je vais regarder si on vous voit dessus. Oui on vous voit dessus. Bon je vais commencer par reprendre vos prénoms même si je les connais parce que si je ne les écris pas après je vais les oublier. Donc je les note. Donc Zou! Zou tu as quel âge ?**
2	*Zou*	6 ans et demi
3	*E*	**6 ans et demi.**
4	*Zou*	Anna aussi… heu, Angélina
5	*E*	**Et Angélina aussi**
6	*Angelina*	Oui, comment tu sais ?
7	*Zou*	Non moi j'ai 7 ans
8	*E*	**Alors tu as 6 ans et demi ou…**
9	*Zou*	7 ans
10	*Angelina*	Moi j'ai 6 ans et demi mais comment tu sais que j'ai 6 ans et demi ?
11	*Zou*	Ben parce que t'es née en décembre
12	*Angelina*	Mais non, ah oui mais parce que tu sais c'est dimanche que j'ai 6 ans et demi. Dimanche c'est…
13	*Zou*	Et moi j'ai 7 ans dimanche.
14	*E*	**Et tu viens d'avoir**
15	*Zou*	Oui j'ai eu hier 7 ans
16	*Angelina*	Et moi j'ai eu hier 6 ans et demi
17	*E*	**Ben dit donc t'es un grand maintenant. Et puis vous savez lire maintenant tous les deux ?**
18	*Angelina/ Zou*	Oui !
19	*E*	**C'est bien de lire ? Vous aimez ça ?**
20	*Angelina/ Zou*	Oui !
21	*E*	**On peut se raconter des histoires et lire des histoires tout seul**
22	*Angelina*	Je peux raconter des histoires à mon petit frère
23	*E*	**Et oui ! Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous aviez fait avec ça à l'école ?**
24	*Angelina/ Zou*	Oui !
25	*E*	**Vous avez fait quoi ?**
26	*Angelina*	On a en fait
27	*Zou*	On a travaillé sur Plouf

28	*Angelina*	On a travaillé sur Plouf, on a fait des animaux et le loup quand il tombait dans le puits on a, on l'a mis dans le seau, on a… et il a descendu. On a tiré là pour qu'il descende (*tire sur la corde)*, pak, et il descend.
29	*E*	**Alors pourquoi vous avez fait ça ? Pourquoi, vous avez essayé de faire comme dans l'histoire ?**
30	*Zou*	Pour l'histoire de Plouf
31	*E*	**Oui et pourquoi vous aviez fait ça ?**
32	*Zou*	Parce que dans Plouf y a un puits
33	*E*	**Oui**
34	*Angelina*	Et parce qu'en fait le loup il se met dans le seau et après il va au fond parce qu'il croit qu'il y a un fromage
35	*E*	**Oui**
36	*Angelina*	Il veut aller dans le puits parce qu'il croit que c'est un fromage
37	*E*	**C'est vrai ça ?**
38	*Zou*	Oui
39	*E*	**Et puis ensuite ? Vous vous souvenez de ce qu'il se passe après ?**
40	*Angelina*	Heu oui
41	*Zou*	Après le cochon il vient et y a Plouf, y a Plouf qui dit reviens y a plein de fromage
42	*Angelina*	Non, non
43	*E*	**Si si c'est ça, le loup, le loup lui dit qu'il y a un fromage et du coup qu'est-ce qu'il fait le cochon ?**
44	*Zou*	Le cochon, lui il s'attache à la corde et du coup le cochon il descend et lui ça le fait remonter
45	*E*	**Et puis ensuite tu te souviens de ce qu'il se passe ?**
46	*Angelina*	Oui. En fait le cochon il est tout mouillé et du coup y… après y a des lapins qui viennent
47	*E*	**Hum**
48	*Angelina*	Et le cochon il dit "mettez-vous dans le seau, y a des carottes". Et après du coup les lapins ils se mettent dans le seau et ils croient qu'il y a des carottes, donc le cochon… les lapins ils sont plus lourds donc ils descendent et le cochon il remonte
49	*E*	**Et ensuite vous vous souvenez de ce qu'il se passe ?**
50	*Zou*	Et après il y a… il y a Plouf qui … se rappelle plus. Du coup après il dit, "viens il y a un fromage, y a plein de carottes" et après
51	*E*	**En fait les lapins ils disent "il y a pleins de lapins"**
52	*Zou*	Il y a pleins de lapins
53	*E*	**Parce que le loup il aime bien ?**
54	*Angelina*	???(tout le monde parle en même temps)??? Ah oui il s'en rappelle plus
55	*E*	**Et alors qu'est-ce qu'il se passe ?**
56	*Zou*	Et bien le loup il descend et les lapins ils remontent
57	*E*	**Ca c'est dans l'histoire ?**
58	*Zou*	Oui
59	*E*	**C'est comme ça que ça se passe ? Et est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait en classe ?**
60	*Zou*	Oui, on a fait des petits bonshommes
61	*E*	**Oui**
62	*Zou*	Avec de la pâte à modeler. On a travaillé sur le puits
63	*E*	**Hum hum. Est-ce que vous aviez réussi à faire comme dans l'histoire ?**
64	*Angelina/ Zou*	Oui !
65	*E*	**Oui ? Alors pour faire comme dans l'histoire qu'est-ce qu'il faut ? Il faut un lapin, il faut un cochon, il faut des lapins c'est ça ?**

66	*Angelina/ Zou*	Oui
67	*Angelina*	Et un loup
68	*E*	**Et un loup. Alors tenez, regardez. Alors, je ne les ai pas bien fait mais ce n'est pas grave hein. Alors ça c'est le loup** (*donne la petite boule*). **Alors le loup au départ, il se met dans le ?**
69	*Zou*	Puits
70	*E*	**Voilà. Il est est tombé là, hop ! Et puis il est remonté par ?**
71	*Angelina/ Zou*	Le cochon (*E donne la boule moyenne à A*)
72	*E*	Alors, allez-y ! Attends oui c'est vrai, elle est pas très pratique cette pâte à modeler. Alors attends on va laisser Zou accrocher le cochon et ensuite toi tu accrocheras les lapins d'accord ? Chacun son tour
73	*Angelina*	Oh mais Zou il a fait le loup
74	*E*	**Oh mais le loup ça compte pas vraiment. Allez ! Et puis tu feras le dernier comme ça. Allez, assieds-toi ! Assieds-toi ! Donc Zou tu accroches le cochon. Qu'est-ce qu'il se passe quand on accroche le cochon ?**
75	*Zou*	Le cochon il accroche
76	*E*	**Bon regarde, tu fais… On laisse le loup tranquille hein. Et ce qu'on fait c'est que tu le pinces comme ça.**
77	*Zou*	Ah voilà
78	*E*	**Tu vois, vas-y termine, fais-le. Donc, le cochon, alors qu'est-ce qu'il faut faire, il faut faire attention à ce que ça reste bien là. On lâche ! Ah. Et donc le cochon il est**
79	*Zou*	Tombe
80	*E*	**Donc le cochon il est descendu et le loup il est ?**
81	*Angelina*	Il remonte
82	*E*	**Il est remonté. Alors maintenant qu'est-ce qu'il se passe. On a ?**
83	*Zou*	Les lapins
84	*Angelina*	Les lapins
85	*E*	**Alors les lapins ils arrivent. Donc les lapins, ils ? Attention où tu mets tes pieds. Non non non. C'est à Angélina à le faire. Les lapins, qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ? Les lapins ils ?**
86	*Angelina*	Ils descendent
87	*E*	**Oui. Juste pose et… Attends ! Faut bien le mettre sur la poulie, d'accord ?** (*E lâche et les lapins descendent*) **Est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ?**
88	*Zou*	Oui !
89	*E*	**Là oui c'est possible de faire comme dans l'histoire. Et maintenant qu'est-ce qu'il se passe ?**
90	*Zou*	Il y a le loup qui… il est où le loup?
91	*E*	**Il est là le loup. Le loup qui vient**
92	*Zou*	Le loup qui vient
93	*Angelina*	Je peux le faire ?
94	*E*	**Tu le referas après. Allez, mets le loup. Le loup il vient et qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
95	*Zou*	Il va descendre
96	*Angelina*	Il descend
97	*E*	**Assieds-toi Angélina ! Assieds-toi ! Voilà**
98	*Zou*	Il descend
99	*E*	**Oui mais est-ce que dans l'histoire on tire avec la main ?**
100	*Angelina*	Mais ça repart. Il est plus léger le loup ?
101	*E*	**Il est plus léger le loup. Alors est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ?**

102	*Angelina/ Zou*	Non !
103	*E*	**Est-ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ?**
104	*Zou*	Non non !
105	*E*	**Vous êtes sûrs ?**
106	*Zou*	Oui
107	*E*	Pourquoi vous êtes sûrs que ce n'est pas comme dans l'histoire ?
108	*Angelina*	Parce que ça ne descend pas parce qu'il est plus léger
109	*E*	**Oui, il ne descend pas parce qu'il est plus léger ?**
110	*Angelina*	Oui
111	*Zou*	Mais on fait comme ça (tire sur la corde)
112	*Angelina*	Non, regarde donne !
113	*Zou*	Eux ils sont sortis (fait sortir les lapins)
114	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
115	*Angelina*	Heu, avec les mains
116	*E*	**Avec les mains oui mais est-ce qu'il y a des mains dans l'histoire ?**
117	*Angelina/ Zou*	Non !
118	*E*	**Donc, sans les mains est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
119	*Angelina/ Zou*	Non !
120	*E*	**Donc est-ce que l'histoire elle est possible ?**
121	*Angelina/ Zou*	Non !
122	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça si l'histoire elle n'est pas possible ?**
123	*Angelina/ Zou*	Oui !
124	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
125	*Angelina*	Parce que sinon on ne peut pas faire l'histoire et c'est embêtant
126	*E*	**C'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?** (A acquiesce) **Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
127	*Angelina/ Zou*	Oui !
128	*E*	**Zou, mets-toi par ici parce qu'après moi, la caméra elle ne te voit plus. Et j'aimerais bien te voir sur la caméra, c'est pour ça qu'Angélina je lui ai demandé de s'asseoir ici, pour que je vous voie tous les deux sur la caméra. Hein ?**
129	*Zou*	Ben parce que aussi quand… aussi là, la course
130	*E*	**Oui**
131	*Zou*	Ce n'est pas possible
132	*E*	**Pourquoi ce n'est pas possible ?**
133	*Zou*	Parce que les lapins, y a pas de mains pour qu'ils avancent. Y a pas de mains dans l'histoire pour qu'ils avancent
134	*E*	**Ah ! Est-ce que tu en connais des histoires pas possibles toi Angélina ?**
135	*Angelina*	Heu… non !
136	*E*	**Non ?**
137	*Zou*	Le Petit Chaperon Rouge
138	*E*	**Pourquoi c'est pas possible le Petit Chaperon Rouge ?**
139	*Zou*	Parce qu'on peut pas construire plein, des millions, des millions de fleurs. Ca prendrait trop de temps
140	*E*	**Il y a des millions et des millions de fleurs dans le Petit Chaperon Rouge ?**
141	*Zou*	Oui !

142	*Angelina*	Non ce n'est pas obligé..
143	*Zou*	Si il y'en a des millions
144	*E*	**Alors si il y a beaucoup de fleurs d'un coup tu veux dire que c'est pas possible parce c'est pas possible qu'il y ait autant de fleurs en même temps, c'est ça ?**
145	*Zou*	Hum
146	*E*	**Restez assis**
147	*Angelina*	Sinon, le petit chaperon rouge on peut pas, ils font semblant, on peut pas, on ne peut pas faire avancer le … le petit chaperon rouge, le loup en même temps, faire courir
148	*E*	**Heu… Je ne suis pas sûre de bien te comprendre. Tu veux dire qu'on ne peut pas faire avec de la pâte à modeler courir le petit chaperon rouge, tout ça ?**
149	*Zou*	Non parce qu'il n'y a pas de mains pour le faire avancer.
150	*Angelina*	Il n'y a pas de mains dans l'histoire sinon ils avancent pas
151	*Zou*	Et dans tous les livres c'est comme ça
152	*E*	**D'accord. Heu… Si il y a des petits enfants qui pensent que l'histoire elle est possible. Qui pensent qu'à la fin, le loup il peut descendre et puis les lapins ils peuvent remonter. Est-ce que c'est embêtant si il y a des plus petits qui pensent ça ?**
153	*Angelina*	Heu non !
154	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
155	*Angelina*	Heu si !
156	*E*	**Si c'est embêtant ? Pourquoi c'est embêtant ?**
157	*Angelina*	Ben parce qu'en fait, sinon ils ne vont pas savoir et les plus petits ils vont faire à la main et ils vont croire que ça va marcher
158	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi Zou ? Est-ce que c'est embêtant si ils pensent que c'est possible alors que l'histoire elle n'est pas possible ?**
159	*Zou*	Ce n'est pas embêtant
160	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
161	*Zou*	Parce que ce n'est pas grave
162	*E*	**Pourquoi ce n'est pas grave ?**
163	*Zou*	Ben ce n'est pas grave si l'histoire elle n'est pas possible
164	*E*	**Pourquoi ce n'est pas grave si l'histoire elle n'est pas possible ?**
165	*Zou*	Ben parce que c'est qu'une histoire
166	*E*	**C'est qu'une histoire. Qu'est-ce que tu en penses toi Angélina ?**
167	*Angelina*	Ben que ce n'est…pas possible et que... ce n'est pas possible parce que sinon… parce que sinon… ils vont faire comme on a fait tout à l'heure
168	*E*	**Ils vont faire à la main d'accord. Comment on pourrait aider des petits à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ? Est-ce que vous avez une idée ?**
169	*Zou*	Ben il faut bien écouter l'histoire
170	*E*	**Ben oui ils ont bien écouté l'histoire mais si on écoute juste l'histoire on ne peut pas savoir que l'histoire elle n'est pas possible, si ?**
171	*Zou*	Il faut la lire
172	*E*	**Il faut la lire ?**
173	*Angelina*	Non pas obligé ! Sinon ça
174	*E*	**Comment on peut faire pour les aider à comprendre ?**
175	*Angelina*	Ben, il faudrait leur dire que dans l'histoire il n'y a pas de mains et que c'est pas possible de faire à la main parce que dans l'histoire il n'y a pas de mains non plus et ils vont peut-être comprendre que ça ne marche pas.
176	*E*	**D'accord donc tu veux dire qu'il faut qu'ils essaient avec le puits, c'est ça ?**
177	*Angelina*	Il faut qu'ils essaient
178	*E*	**Il faut qu'ils essaient comme vous avez fait là ? Il faut qu'ils essaient avec la pâte à modeler ?**

179	*Angelina*	Oui
180	*E*	**Ou il n'y a pas besoin qu'ils essayent ? Qu'est-ce que tu en penses ? Est-ce que c'est mieux qu'ils essaient avec la pâte à modeler ou qu'ils n'essayent pas du tout et que tu leur racontes ?**
181	*Zou*	Vaut mieux qu'ils essayent avec la pâte à modeler
182	*Angelina*	Moi aussi
183	*E*	**Tu penses aussi ça ? Alors je vais vous montrer deux images maintenant. Regardez ! Il faut que vous vous mettiez ici pour pouvoir les voir. Alors, sur cette image il y a du matériel qui a été mis et la question que je vous pose c'est, est-ce que vous pensez qu'avec ce matériel là, on pourrait essayer de faire comme nous on a essayé de faire l'histoire de Plouf ?**
184	*Zou*	Heu
185	*E*	**Est-ce que vous pourrez faire comme nous on vient de faire l'histoire de Plouf ! ?**
186	*Zou*	Non parce que le loup comme, comme le loup il est trop léger et ben ça par exemple un gros cochon comme le loup il est trop léger et que le seau est trop lourd, il est plus lourd que le petit seau et ben c'est pas possible
187	*E*	**Alors si je prends, plutôt que cette pâte à modeler là, si je prends des grosses grosses boules de pâte à modeler à chaque fois, est-ce que je peux utiliser ce matériel là ?**
188	*Angelina/ Zou*	Heu oui !
189	*E*	**Pourquoi oui ?**
190	*Zou*	Parce que les poteaux sont solides
191	*E*	**Oui**
192	*Zou*	Et aussi y a un seau lourd et un seau petit
193	*E*	**Oui**
194	*Angelina*	Moi je connais comment ça marche ça.
195	*E*	**Ah bon ça marche comment ?**
196	*Angelina*	Ben en fait et ben parce que ça marche si on veut voir des photos ou
197	*E*	**Ah oui moi je pensais que tu me parlais du matériel qui est là**
198	*Angelina*	Ah non
199	*E*	**D'accord. Alors je vous en montre une autre photo. Alors, est-ce qu'avec ça on peut, on peut essayer de faire l'histoire ?**
200	*Zou*	Oui
201	*E*	**Oui pourquoi ?**
202	*Zou*	Parce que le seau il est un peu plus lourd que l'autre seau
203	*E*	**D'accord**
204	*Zou*	Et en plus il est peint
205	*E*	**Hum hum**
206	*Zou*	Heu, là je crois pas parce que, parce qu'en fait il a un gros cochon et ben ça peut pas remonter. Le loup comme il est trop léger et ben le cochon et ben les lapins ou le cochon ils peuvent pas remonter
207	*E*	**D'accord. Et alors celle-ci ?**
208	*Zou*	Là c'est pareil. Heu là c'est pareil.
209	*E*	**Dis-moi Angélina ?**
210	*Angelina*	Là il peut… il peut pas remonter le… il peut pas remonter le loup parce que
211	*E*	**Parce que ?**
212	*Angelina*	Parce que il est… si tu mets pas des grosses boules, si tu mets pas une grosse boule il peut pas remonter
213	*E*	**Ok. Merci beaucoup à tous les deux…**

Transcription Binôme A11 post Mathis et Clara

Transcription *enr 00123* (2012) (E = Estelle Blanquet)

1	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez pourquoi vous avez travaillé avec ce puits ?**
2	*Mathis*	Oui parce qu'il y avait le loup qui tombait dans l'eau
3	*E*	**Parce qu'il y avait le loup qui tombait dans l'eau ?**
4	*Mathis*	Oui il croyait qu'il y avait un fromage dedans mais c'était le reflet de la lune
5	*E*	**Tu te souviens de ça aussi Clara ?**
6	*Clara*	*(dit oui avec la tête)*
7	*E*	**Et puis alors après qu'est ce qu'il se passait ?**
8	*Mathis*	Il y avait des animaux qui venaient il a dit : "venez". C'était celui qui préfèrait manger les animaux
9	*E*	**Et donc après le loup il y a quelqu'un qui est venu, est ce que tu te souviens de qui c'était ?** (*tourne les pages du livre*)
10	*Mathis*	Non
11	*E*	**C'était un cochon**
12	*Mathis*	Ah
13	*E*	**Le cochon venait.Il pensait qu'il y avait un fromage aussi et puis il descendait. Et le loup**
14	*Mathis*	Il voulait l'attraper
15	*Clara*	Il remontait
16	*E*	**Il remontait**
17	*Mathis*	Il voulait aussi attraper le cochon
18	*E*	**Oui mais il n'y arrive pas et puis ensuite ? Est-ce que Clara tu te rappelles ?**
19	*Mathis*	Ensuite c'était les lapins
20	*Clara*	Ensuite la famille lapin elle est venue et le cochon il a dit que c'était un puits où il y avait des carottes et les lapins ils sont descendus
21	*E*	**Effectivement ils ont cru qu'il y avait plein de carottes ils sont descendus, ils se sont fait avoir et puis ensuite ?** (*tourne les pages du livre*)
22	*Mathis*	Il y a le loup qui croit qu'il y a un fromage encore
23	*E*	**Ah je ne crois pas qu'il croit qu'il y a un fromage mais il a vu qu'il y avait des lapins et les loups ils aiment bien les lapins et donc du coup il oublie toute prudence il s'accroche à la corde**
24	*Clara*	et le loup il descend dans le puits
25	*Mathis*	et le loup il descend et il oublie qu'il n'y avait pas de fromage
26	*E*	**Et puis il se fait avoir**
27	*Mathis*	raté
28	*E*	**raté**
29	*E*	**Ca c'était l'histoire. Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait en classe ?**

30	*Clara*	Oui
31	*Mathis*	Oui on avait fait le puits
32	*E*	**Vous aviez fait le puits comme celui là** (*montre le puits*) **et puis ensuite qu'est ce que vous avez fait ?**
33	*Mathis*	C'est celui là presque
34	*E*	**C'est celui là c'est le même et puis ensuite qu'est ce que vous aviez fait ?**
35	*Mathis*	On avait remonté la corde, on avait essayé de faire comme ça (*montre le livre*)
36	*Clara*	On avait construit les animaux en pâte à modeler et après on avait fait l'histoire
37	*E*	**Tu avais fait l'histoire ? Toi aussi ?** (à M)
38	*Mathis*	Euh oui
39	*E*	**Alors est ce que vous vous souvenez de ce qui se passait, si on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
40	*Mathis& Clara*	Oui
41	*E*	**Complètement ?**
42	*Mathis*	Non pas entier
43	*E*	**Pas en entier c'est-à-dire ?**
44	*Mathis*	Parce qu'on pouvait pas faire l'eau, la lune
45	*E*	**Ce qu'on avait essayé c'était de faire monter et descendre les personnages c'est ça ?**
46	*Clara*	(*dit oui avec la tête)*
47	*Mathis*	Mais on peut faire la lune
48	*E*	**Ah oui, on l'avait pas fait. On s'était focalisé sur le fait que les personnages ils montent et ils descendent**
49	*Clara*	(*dit oui avec la tête)*
50	*E*	**Et alors est ce qu'on arrivait à faire comme dans l'histoire ?**
51	*Mathis*	Oui pas entier
52	*E*	**Pas entier ? C'est-à-dire ?**
53	*Mathis*	Bin parce qu'on n'arrive pas tout à faire, le vrai mur on n'a pas
54	*E*	**Oui d'accord. Alors on avait regardé si les personnages ils montaient et ils descendaient comme dans l'histoire ? Alors regardez ça c'est mon loup** (*prend de la pâte à modeler*). **Bon je suis d'accord mon loup, il est un peu mal fait mais si ça c'est mon loup mon loup au départ il se retrouve** (*met la pâte à modeler dans le puits*)
55	*Mathis*	dans le puits
56	*E*	**Dans le puits et puis ensuite on avait fait quoi ? On avait pris un personnage et on avait dit que c'était un…**
57	*Mathis*	Un cochon
58	*E*	**Un cochon**
59	*Clara*	*(dit oui avec la tête)*
60	*Mathis*	Il s'accroche à la corde
61	*E*	**Il s'accroche à la corde et puis quand le cochon s'accrochait à la corde qu'est ce qu'il se passait ?**
62	*Mathis*	Bin il descendait
63	*Clara*	Bin il descendait et le loup il remontait
64	*Mathis*	Comme il est plus lourd
65	*E*	**Ils sont plus lourds donc ça descend ? Donc je mets le cochon et je lâche c'est ça ?**
66	*Clara*	(*dit oui avec la tête)*
67	*E*	**Et ça va descendre comme dans l'histoire ?**
68	*Mathis*	Oui
69	*Clara*	(*dit oui avec la tête)*
70	*E*	**Ah alors là ce qu'il s'est passé c'est que ça a frotté**

71	*E*	**Est-ce que ça a fonctionné comme dans l'histoire ?**
72	*Mathis& Clara*	Oui
73	*E*	Donc on fait partir le loup et puis ensuite
74	*Mathis*	Trois lapins
75	*E*	**On va dire que c'est mes trois lapins** (*prend la pâte à modeler*)
76	*Mathis*	(*met la pâte à modeler dans le seau*) là ils vont descendre
77		(inaudible)
78	*E*	**Ah oui mais attends regarde c'est parce que la poulie... Alors est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
79	*Mathis*	Oui
80	*E*	**Donc le cochon il…**
81	*Mathis*	Repart
82	*E*	Il s'en va
83	*E*	**Et puis après il y a…**
84	*Clara*	Et puis après le loup il ne pourra pas remonter la famille de lapins
85	*E*	**Il ne pourra pas remonter la famille de lapins ?**
86	*Mathis*	Si
87	*Clara*	(*dit non avec la tête*) Non parce que la famille elle est
88	*Mathis*	Plus lourde
89	*Clara*	Elle est plus lourde que la famille lapin
90	*E*	**Le loup il n'est pas assez lourd c'est ça que tu veux me dire ?**
91	*Clara*	(*dit oui avec la tête*)
92	*E*	**Comment on fait pour savoir ?**
93	*Mathis*	Bin en fait il va lâcher la corde il va descendre essayer de les attraper
94	*E*	**Ah alors est qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
95	*Mathis& Clara*	Non
96	*E*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
97	*Clara*	*(dit non avec la tête)* Non parce que la famille elle est …
98	*E*	**Est-ce que l'histoire elle est possible alors ?**
99	*Mathis& Clara*	Non
100	*E*	**Elle n'est pas possible ?**
101	*Mathis*	Si si un peu
102	*E*	**Alors est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ou pas ?**
103	*Clara*	Non
104	*Mathis*	Pas en entier
105	*E*	**Pas en entier donc la fin est ce qu'on peut la faire ?**
106	*Mathis& Clara*	Non
107	*E*	**On peut pas faire la fin donc est ce que l'histoire elle est possible ?**
108	*Mathis*	Elle est impossible à faire
109	*E*	**Elle est impossible à faire, qu'est ce que t'en penses Clara ?**
110	*Clara*	*(dit oui avec la tête)*
111	*E*	**Elle est possible ou impossible ?**
112	*Clara*	Elle est impossible
113	*Mathis*	Elle est possible mais la fin non
114	*E*	**Elle est possible mais pas jusqu'à la fin**
115	*Mathis*	Non pas jusqu'à la fin jusqu'à l'avant dernière image

116	*E*	**Le moment où le loup essaie de descendre. Est-ce que c'est embêtant si l'histoire elle n'est pas possible ?**
117	*Mathis& Clara*	Non
118	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
119	*Mathis*	Bin c'est un peu embêtant
120	*Clara*	C'est qu'une histoire
121	*E*	**Parce que ce n'est qu'une histoire**
122	*Mathis*	Et c'est un peu embêtant si on a envie de construire la même histoire mais on n'a pas le livre mais on veut juste construire ça. C'est embêtant.
123	*E*	**Mais est ce que c'est grave si ce n'est qu'une histoire ?**
124	*Mathis*	Mmm
125	*E*	**Et alors dans une histoire qu'est ce qu'il se passe ?**
126	*Mathis*	bin il ya des personnages
127	*E*	**Est-ce que dans une histoire on peut écrire tout ce qu'on veut ?**
128	*Mathis& Clara*	Non
129	*E*	**On ne peut pas écrire tout ce qu'on veut dans une histoire ?**
130	*Mathis*	Si un peu on n'est pas obligé de recopier
131	*E*	**C'est Corentin qui a écrit ça est ce qu'il pouvait raconter son histoire comme ça ?**
132	*Mathis& Clara*	Oui
133	*E*	**Pourquoi pas mais nous par contre**
134	*Clara*	On ne peut pas
135	*E*	**Mais nous si on parle de notre pâte à modeler, on dit qu'on a accroché la pâte à modeler est ce qu'on peut dire la petite pâte à modeler elle a fait remonter la grosse boule ?**
136	*Mathis& Clara*	Non
137	*Mathis*	C'est que tout ça qui peut
138	*E*	**Voilà oui il faudrait en mettre plus**
139	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
140	*Mathis*	Euh oui Cars parce que ça existe pas les voitures avec des yeux et qui parlent
141	*E*	**D'accord et toi tu en connais ?** (à C)
142	*Clara*	(*dit non avec la tête*)
143	*Mathis*	Non. **Si il y a des petits enfants qui sont convaincus que l'histoire elle est possible et que le loup il peut descendre est ce que c'est embêtant ça si les petits ils croient ça ?**
144	*Clara*	(*dit oui avec la tête*)
145	*Mathis*	Non ce n'est pas embêtant
146	*E*	(*à Clara*) **Tu peux ne pas être d'accord, ce sont des questions où chacun peut avoir un avis différent. Pourquoi toi tu penses que c'est pas embêtant ?** (à M)
147	*Mathis*	Parce qu'on a réussi à le faire pour ceux qui arrivent pour ceux qui arrivent
148	*E*	**Est-ce qu'on peut** (inaudible)
149	*Mathis*	Non ils ont réussi à le faire
150	*E*	**Qui ?**
151	*Mathis*	Bin ceux qui arrivent à le faire. Ils ont réussi à le faire c'est pour ça que c'est pas embêtant
152	*E*	**Ah mais est ce qu'on peut arriver à faire comme dans l'histoire ?**
153	*Mathis*	Non
154	*E*	**Donc si on n'arrive pas à faire comme dans l'histoire et que eux pensent qu'on**

		peut faire comme dans l'histoire est ce que c'est embêtant ?
155	*Clara*	(*dit oui avec la tête)*
156	*E*	**Alors pourquoi Clara ?**
157	*Clara*	parce que
158	*E*	**Tu trouves que c'est embêtant et puis voilà, il n'y a pas de problème. On peut parfois ne pas savoir pourquoi on trouve les choses comme elles sont.**
159	*Mathis*	Des fois c'est trop lourd et c'est pour ça que le loup il n'arrive pas à monter. Il peut pas descendre c'est trop lourd il faut tirer avec la main
160	*E*	**Oui mais est-ce que dans l'histoire on tire avec la main ?**
161	*Mathis*	Non euh si
162	*E*	**Ah bon il y a une main dans l'histoire ?**
163	*Mathis*	Non mais on peut ne pas la voir et elle est plus lourde que ça
164	*E*	**Tu crois vraiment ?**
165	*Mathis*	Mmm
166	*E*	**Est-ce qu'on pourrait les aider ces petits enfants à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
167	*Mathis*	Non
168	*E*	**On ne pourrait pas les aider ?**
169	*Clara*	(*dit non avec la tête*)
170	*Mathis*	Si on doit les aider
171	*E*	**Alors comment on pourrait faire pour les aider ?**
172	*Mathis*	On peut faire comme ça pareil et on regarde à la fin c'est pas possible (*montre le puits*)
173	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi Clara si on montre ça aux petits est ce que ça peut les aider à comprendre que c'est pas possible ?**
174	*Clara*	Oui
175	*E*	**Tu penses aussi ça ? Oui effectivement moi aussi je pense que si on leur montre ça, c'est possible qu'ils comprennent que l'histoire ne marche pas. Je voudrais vous montrer quelques photos. Alors je vais vous montrer une photo et je veux que vous me disiez si vous pensez qu'avec le matériel qui est là on pourrait essayer de faire Plouf comme on vient de faire nous ensemble.**
176	*Mathis& Clara*	Non
177	*E*	**Regardez bien**
178	*E*	**Et vous me dites pourquoi oui ou pourquoi non ?**
179	*Mathis*	On ne peut pas
180	*E*	**Pourquoi on ne peut pas ?**
181	*Mathis*	Parce qu'avec l'eau ça fait un peu trop lourd ça fait trop lourd pour le loup
182	*E*	**ah mais je ne comprends pas ce que tu veux dire**
183	*Mathis*	L'eau c'est trop lourd pour le loup, pour le cochon, pour les lapins
184	*E*	**Alors là on a un seau et là bas on a un seau aussi. Où tu vois de l'eau toi ?**
185	*Mathis*	Bin s'ils mettent de l'eau c'est trop lourd
186	*E*	**Mais il n'y a pas d'eau**
187	*E*	**Donc est-ce qu'on pourrait avec ce matériel là faire comme on a fait ici**
188	*Mathis& Clara*	Non
189	*Clara*	Non parce que même si ce n'est pas le même matériel c'est toujours la même histoire
190	*E*	**Ah même si c'est pas le même matériel c'est la même histoire. Tu penses qu'en fait on ne peut pas y arriver parce que de toute façon c'est toujours la même histoire et les lapins sont toujours plus lourds que le loup. C'est ça que tu veux dire ?**

191	*Clara*	Oui
192	*Mathis*	(inaudible)
193	*E*	**Alors Clara est ce que tu penses du coup qu'on pourrait mettre de la pâte à modeler et regarder la même chose que ce que l'on a vu ici ?**
194	*Clara*	D'accord
195	*E*	**Est-ce que tu penses que ça marcherait ou pas ? Est-ce que tu penses que si on met d'abord le loup il descend et puis si on met le cochon, il fait remonter le loup et puis ensuite si on met les lapins ils font remonter le cochon si on les met dans le seau ?**
196	*Clara*	Non je ne crois pas
197	*E*	**Non tu ne crois pas ? Pourquoi est ce que tu penses que ça ne va pas se passer comme ici ?**
198	*Mathis*	Parce que y'a un plus grand truc comme ça (*montre la poulie*) c'est pas un truc comme ça (*montre la poulie*) c'est un truc comme ça (*montre l'ipad*). Un rouleau
199	*E*	**Ah tu crois qu'avec le rouleau ça ne marche pas comme ici avec ça ?** (*montre la poulie*)
200	*Mathis*	Non
201	*E*	**Et toi qu'est ce que tu en penses ?** (à C)
202	*Clara*	Pareil
203	*Mathis*	C'est un peu plus haut
204	*E*	**Que c'est un peu plus haut ?**
205	*Mathis*	C'est un peu plus haut ça (*montre le puits*) que ça (*montre l'ipad*)
206	*E*	**Et alors ce rouleau si ce rouleau permettait que ça roule comme ça** (*touche la poulie*) **est-ce que tu penses qu'on peut faire pareil que là ce qu'on vient de faire ?**
207	*Mathis*	Oui
208	*E*	**Tu es sûr ou pas ?**
209	*Mathis*	Non
210	*E*	**Tu n'es pas sûr ? Comment on pourrait faire pour savoir ?**
211	*Mathis*	Essayer
212	*E*	**Qu'est ce que t'en penses toi Clara ?**
213	*Clara*	D'accord
214	*E*	**Oui pour savoir faudrait qu'on essaye. Si on essayait on verrait que le rouleau il permet que ça roule comme ici.**
215	*Mathis*	C'est juste ça qui tient le rouleau
216	*E*	**Alors je vais vous montrer un autre dispositif. Regardez avec ce matériel là est ce qu'on pourrait essayer de faire comme dans l'histoire ?**
217	*Mathis*	Non
218	*E*	**Non ? Pourquoi non ?**
219	*Mathis*	Parce que ça, ça se casse (*montre l'ipad*) Ce bambou
220	*E*	**Il a pas l'air de se casser là le bambou.Il est solide le bambou**
221	*Mathis*	Là ça se tord (*montre l'ipad*)
222	*E*	**Ca se tord ?**
223	*Mathis*	Oui on dirait que ça va se casser comme ça, là (*montre l'ipad*)
224	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi Clara ?**
225		(interruption)
226	*E*	Et celui-ci ? (*montre une nouvelle image*)
227	*Mathis*	On ne peut pas trop voir
228	*E*	**Pourquoi ?**
229	*Mathis*	C'est dans la terre
230	*E*	**Ah on peut pas trop voir .C'est dans la terre.**
231	*Mathis*	Mais je sais comment on peut creuser ça. (*montre l'ipad*)

232	*E*	**Oui et est ce que tu penses qu'on pourrait essayer de faire même si on ne voit pas si on peut pas essayer de faire comme dans l'histoire ou pas ?**
233	*Mathis*	Ce qui est embêtant c'est qu'on voit pas le rouleau comment il est
234	*E*	(*montre le livre de plouf*)
235	*Mathis*	Ah si on peut faire parce que ça (*montre le livre*) c'est pareil que ça (*montre l'image*)
236	*E*	**Et ça est ce que c'est pareil aussi ?** (*montre la poulie*)
237	*Mathis*	Non
238	*E*	**Non mais est ce que ça marche quand même ?**
239	*Mathis*	Oui
240	*E*	**Pourquoi ça marche quand même ?**
241	*Mathis*	Parce que c'est un rouleau
242	*E*	**C'est un rouleau et il faut un rouleau ?** Oui
243	*E*	(change d'image) **Regardez**
244	*Mathis*	Là il est en bois
245	*E*	**Là il est en bois mais est ce qu'on peut faire pareil ou pas ?**
246	*Mathis*	Non parce que c'est en fer, faut que ça soit. parce qu'en bois ça ne roule pas bien
247	*E*	**Ah il faudrait que ça roule bien ?**
248	*Mathis*	Mmm
249	*E*	**Qu'est ce que t'en penses toi Clara ?**
250	*Clara*	Je sais pas si (*inaudible)*
251	*E*	**Si ça roule bien ça va .C'est ça ce que tu me dis ?**
252	*Mathis*	C'est que si celui là, il a le trou qui est là dedans qui est un peu plus grand, ça peut ne pas rouler très bien
253	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi?** (*à C)*
254	*Clara*	(*hausse les épaules*)
255	*E*	**Ca dépend comment ça roule c'est ça ?**
256	*E*	**Ok merci beaucoupà tous les deux. Est-ce que vous avez aimé faire ça l'année dernière avec votre maitresse ?**
257	*Mathis& Clara*	Oui
258		**Est-ce que vous aimeriez le refaire ?**
259	*Mathis& Clara*	Oui
260	*Mathis*	Pour se rappeler des réponses
261	*E*	**Pour se rappeler des réponses**
262	*E*	**Je vous laisse retourner dans vos classe.**

ANNEXE 7.A.b.

Transcription des entretiens réalisés à Peymeinade

Transcriptions B1 à B10 :

Enregistrements réalisés le 27 juin 2012 matin et après midi, dans la classe de GS de l'école maternelle de Peymeinade.

L'enseignant de la classe Sabine Pradel est la directrice de l'école et une enseignante expérimentée, ayant participé à la formation continue de 24h transcrite en annexe 6.K.a. dans laquelle la séquence *Plouf !* a été décrite.

Les entretiens ont été réalisés pour partie dans le dortoir et pour partie dans l'entrée de l'école.

Transcription B1, Lucas et Chiara

Transcription *enr 00125* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Lucas (5 ans) et Chiara (6 ans)

1	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ?**
2	*Chiara*	on a fait le sablier
3	*E*	**Vous avez fait le sablier**
4	*Lucas*	l'électricité
5	*E*	**L'électricité, alors il va falloir parler fort pour qu'on vous entende bien et puis ensuite ?**
6		*les enfants ne disent rien*
7	*E*	**Vous avez fait le sablier, l'électricité. Est-ce que vous avez fait les engrenages ?**
8	*Chiara*	oui
9	*E*	**Vous avez fait les engrenages**
10		*Chiara hoche la tête*
11	*E*	**Est-ce que vous avez travaillé sur l'air ?**
12	*Chiara et Lucas*	non

13	*Chiara*	On a travaillé sur les ombres
14	*E*	**Vous avez travaillé sur les ombres**
15	*Lucas*	sur l'écrase biscottes
16	*E*	**Vous avez fait l'écrase biscottes aussi**
17		*Chiara hoche la tête*
18		*les enfants ne disent rien*
19	*E*	**Est ce que vous avez fait quelque chose avec les transvasements avec de l'eau verte ?**
20	*Chiara et Lucas*	oui
21	*E*	Vous avez fait ça ?
22	*Chiara*	oui
23	*E*	**Vous avez fait des mélanges aussi ?**
24	*Chiara et Lucas*	oui
25	*Chiara*	Et on a fait aussi l'atelier où il fallait savoir si on pouvait ne pas mouillé un kleenex quand on le mettait dans l'eau.
26	*E*	**D'accord et vous vous souvenez de ce qu'il fallait faire ?**
27	*Chiara et Lucas*	oui
28	*Chiara*	On prenait un gobelet. On mettait le kleenex au fond (*fait les gestes avec ses mains*) et on le retournait et après on le mettait au fond de l'eau. On le ressortait, le kleenex n'était pas mouillé.
29	*E*	**Et pourquoi il n'était pas mouillé le kleenex ?**
30		les enfants ne disent rien
31	*E*	**Est ce que l'eau arrivait à entrer ?**
32	*Chiara*	non
33	*E*	**L'eau n'arrivait pas à entrer.** (*inaudible*) **Il y avait quelque chose dans le gobelet que vous ne voyiez pas ?**
34	*Lucas*	non
35	*Chiara*	non il y avait rien
36	*E*	**Il n'y avait rien.** (*inaudible 3mn*) **Et sur les sabliers qu'est ce que vous avez appris sur les sabliers ?**
37	*Lucas*	c'est du sable
38	*E*	**oui**
39	*Lucas*	des bouteilles
40	*E*	**oui**
41		les enfants ne disent rien
42	*E*	**Et puis vous retourniez les bouteilles, c'est ça ?**
43	*Chiara et Lucas*	oui
44	*Chiara*	et puis on devait voir lequel coulait le plus vite.
45	*Lucas*	celui qui allait le plus vite, le plus fort
46	*E*	**Et comment pouvait savoir lequel allait le plus vite, prenait le plus de temps et lequel prenait le moins de temps ?**
47	*Lucas*	ben
48	*E*	**Est ce qu'on pouvait le savoir ça ?**
49	*Lucas*	oui
50	*Chiara*	non
51	*Lucas*	non
52	*E*	**Non ? S'il y en avait beaucoup ou pas beaucoup, est ce que cela changeait**

		quelque chose ?
53	*Chiara*	à un moment il y en avait moins dans le sablier mais c'était celui qui coulait le plus vite mais en fait il n'y avait qu'un trou
54	*E*	**Et tu te souviens pourquoi ?**
55	*Chiara*	parce qu'il coulait très doucement
56	*E*	**Qu'est ce qui faisait qu'il coulait vite ou doucement ?**
57		*C ne dit rien*
58	*E*	Est-ce qu'il y avait des trous, des petits trous qui étaient...
59	*Chiara*	oui des petits trous comme ça (*montre en faisant un rond avec ses doigts*)
60	*E*	**oui**
61	*Chiara*	et des autres un peu comme ça (*elle montre des ronds plus grands*)
62	*E*	**Ah, ils n'étaient pas pareils ……. Et vous qu'est ce que vous essayez de faire apprendre aux gens qui venaient vous voir ?**
63	*Chiara*	l'atelier de Plouf (*montre le dispositif*)
64	*E*	**Oui, alors que vous faisiez avec vos visiteurs ? Qu'est ce que vous vouliez leur apprendre ?**
65		*les enfants ne disent rien*
66	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez ce que vous leur faisiez faire ?**
67	*Chiara*	non
68	*Lucas*	en fait on faisait faire des bouteilles dedans
69	*E*	**Des bouteilles comme ça ?** (*soulève une bouteille*)
70	*Chiara*	Oui la première c'était le loup, la deuxième c'était le cochon et après les trois lapins (*montre les différentes bouteilles*)
71	*E*	**D'accord. Et qu'est qu'ils devaient faire vos visiteurs avec ça ?**
72	*Lucas*	fallait mettre…
73	*Chiara*	fallait mettre les bouteille dans le seau (*met une bouteille dans le seau en bas*).
74	*Lucas*	et après le cochon
75		*Chiara met la bouteille "cochon" dans le seau du haut*
76	*Chiara*	alors on disait : "stop" et on disait : "est ce ça marche " ? Ils disaient : "oui"
77	*Lucas*	Ils allaient écrire sur la feuille
78	*E*	**Est-ce que ça marche ? Pourquoi il faisait cela alors ?** (*fais des gestes de haut en bas avec sa main*) **Est ce que ça marche ?**
79	*Chiara*	(*prend les deux bouteilles*) Parce que là il y a moins de sable et là il y a plus de sable et là (*prend la troisième bouteille*), il y a encore plus de sable
80	*E*	**d'accord**
81	*Chiara*	après il fallait qu'ils classent du plus léger au plus lourd
82	*E*	**Et alors ils faisaient ça pourquoi ? Pourquoi vous avez fait tout ça ?** (*montre le dispositif*) **Qu'est qu'il est intéressant de voir ? Pourquoi vous avez fait tout ça avec eux ? Tu te souviens ?**
83	*Chiara*	*fait non avec la tête*
84	*E*	*(montre les images du livre)* **C'est l'histoire, c'est ça ?**
85	*Lucas*	oui
86	*E*	**Alors qu'est ce que vous avez essayé de faire à chaque fois ? Pourquoi vous leur disiez : "stop" ?**
87	*Chiara*	parce qu'ils devaient dire à chaque fois "est ce que ça marche ?" et...
88	*Lucas*	et aller l'écrire sur la feuille
89	*Chiara*	oui ils devaient écrire sur la feuille. Si c'était vrai, il fallait écrire un point vert, si c'était mauvais, il fallait écrire un point rouge.
90	*E*	**Ca marchait tout le temps ?**
91	*Chiara*	(*non avec la tête*) Il y a qu'une fois que ça a pas marché
92	*E*	**Ca ne marche pas quand ?**

93	*Lucas*	au dernier
94	*E*	**Au dernier. Au début, c'est ça dans l'histoire de Plouf, il y a un loup** (*montre les images du livre*)
95	*Lucas*	un cochon et des lapins
96	*Chiara*	Il y a un loup qui arrive, il croit qu'il y a un fromage au fond du puits. Il descend (*montre l'image*)
97	*Lucas*	Après il y a un cochon qui arrive. Le cochon, le cochon... Le loup lui fait croire qu'il y a un gros fromage dans le puits et après le cochon descend et le loup remonte.
98	*E*	**C'est ce que vous venez de me montrer c'est ça ? Et ça on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
99	*Chiara*	oui
100	*E*	**...faire comme dans l'histoire et on a le cochon qui remonte c'est ça ?**
101	*Lucas*	et après il y a les lapins et le cochon fait croire que c'est un puits à carottes
102		*Chiara change la bouteille. Elle met le loup en bas. Lucas prend la bouteille lapins*
103	*Chiara*	On met le loup
104	*Lucas*	et après le cochon remonte et les lapins descendent
105	*E*	**Donc on peut faire comme dans l'histoire ?**
106		*Chiara dit oui de la tête*
107	*E*	**On met le lapin maintenant**
108	*Chiara*	Mets celui -la là (*veut mettre le lapin en haut*)
109	*Lucas*	c'est lui qu'il faut enlever (*L croit que le loup est en bas*)
110	*E*	**Non regarde elle l'a remplacé. Le cochon reste, c'est ça**
111	*Lucas*	oui mais là c'est le cochon qui s'en va ?
112	*E*	**Oui, mais le cochon, il s'en va comment le cochon ? Il s'en va avec les …**
113	*Lucas*	les lapins
114	*E*	**Et les lapins ils sont où ? Montre-moi**
115		*L met la bouteille dans le seau en haut*
116	*E*	**Et le cochon s'en va.** (*L enlève la bouteille "cochon"*) **Est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
117	*Chiara*	le loup du début revient et à la fin il faut avoir des pierres
118	*Lucas*	on les a pas
119	*Chiara*	on peut les faire avec des trucs sur le banc
120	*E*	**D'accord**
121		*Lucas fait coulisser avec ses mains*
122	*Chiara*	non on casse là
123	*E*	**Et là qu'est que…** (*Chiara va chercher quelque chose*) **Non ce n'est pas la peine, ce n'est pas la peine. J'ai compris ce que tu me disais. Et là qu'est que vous faisiez faire ? Qu'est ce que vous disiez aux visiteurs du coup ?**
124	*Chiara*	Est-ce que ça marche ? Ils nous disent :"non". Ils ont marqué sur la feuille un point rouge. Après ils ont mis des pierres
125	*E*	**Vous avez essayé de voir…**
126	*Chiara*	ça a marché
127	*E*	**d'accord...vous avez essayé de voir comment vous alliez faire pour que cela marche**
128	*Chiara*	et après ils ont placé du plus petit au plus grand
129	*Chiara*	du plus léger au plus grand
130	*E*	**Et donc pourquoi ça ne marche pas l'histoire à la fin ?**
131		*les enfants ne disent rien*
132	*E*	**Pourquoi ça ne marche pas à la fin l'histoire ?**
133	*Chiara*	Parce que le loup est plus léger que les lapins (*C soupèse les deux bouteilles*)
134	*E*	**Ah tu es d'accord toi Lucas ?**

135	*Lucas*	(*fait oui de la tête*)
136	*E*	**Bon, c'est une histoire qui n'est pas possible alors ?**
137		*les enfants ne disent rien*
138	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
139	*Chiara*	non
140	*Lucas*	oui
141	*E*	**Toi tu connais une histoire pas possible ?**
142	*Lucas*	euh
143	*E*	**Tu pourrais m'en nommer une ?**
144	*E*	**Est-ce que c'est embêtant si l'histoire n'est pas possible ?**
145	*Lucas*	oui un peu
146	*E*	et toi Chiara ?
147	*Chiara*	un peu comme Lucas
148	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
149		les enfants ne disent rien
150	*E*	**Tu n'as pas d'idée. C'est juste que c'est un peu embêtant. Restez assis tous les deux c'est plus simple parce que moi j'ai la caméra qui ne bougera pas si vous vous bougez. Que je puisse vous voir et que je vous entende et puis mettez vous un peu plus près parce que là en fait je ne vous vois pas. Alors vous me dites c'est un peu embêtant. Alors j 'ai une autre question pour vous il y a des plus petits que vous , des petites sections par exemple ou des moyennes sections qui ont lu l'histoire et qui croient que l'histoire est possible...**
151	*Lucas*	non ce n'est pas possible
152	*E*	**Est ce que c'est embêtant qu'ils croient ça ? Est-ce que c'est embêtant qu'ils croient que l'histoire, elle est possible ?**
153	*Lucas*	un peu
154	*E*	**Qu'est ce que tu en penses Chiara ?**
155	*Chiara*	un tout petit peu
156	*E*	**Pourquoi c'est embêtant qu'ils croient que l'histoire est possible ?**
157	*Chiara*	c'est embêtant parce que c'est long
158	*E*	**parce que ?**
159	*Chiara*	parce que c'est long
160	*E*	**c'est long ? Qu'est ce que ça veut dire ?**
161	*Chiara*	parce que c'est long à faire
162	*E*	**c'est long à faire ? C'est embêtant parce que c'est long à faire ?**
163	*Chiara*	il faut raconter l'histoire, leur dire…
164	*E*	**Ce que tu es en train de me dire c'est que c'est embêtant parce qu'il faut leur expliquer que ce n'est pas possible c'est ça ?**
165	*Chiara*	(*fait oui de la tête*)
166	*E*	**Et tu penses que pour leur expliquer que ce n'est pas possible, il faudrait faire quoi ?**
167	*Chiara*	il faut expliquer et ….
168	*E*	(*vers Lucas*) **qu'est ce que tu en penses ? Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
169	*Lucas*	Ben… Faire regarder les images
170	*E*	**faire regarder les images**
171	*Lucas*	comme ça *(montre les images du livre)*
172	*E*	juste regarder les images comme ça ?
173	*Lucas*	oui
174	*E*	**Et vous comment vous avez fait pour comprendre qu'elle n'était pas possible l'histoire ?**

175	*Chiara*	parce qu'on l'avait déjà fait dans la classe
176	*E*	**Vous avez essayé c'est ça ?**
177	*Lucas*	on a fait plein de fois
178	*E*	**Et à chaque fois c'était pareil ça ne marchait pas ?**
179	*Lucas*	oui
180	*E*	**Est-ce que c'est important qu'à chaque fois qu'on essaye il se passe la même chose ?**
181	*Chiara*	non
182	*E*	**Non ce n'est pas important. C'est à dire que si une fois ça avait marché, qu'est ce que vous auriez dit ?**
183	*Lucas*	stop
184	*Chiara*	c'est bien
185	*Lucas*	parce que c'est eux qui mettent un point rouge et un point vert. Nous on ne dit rien.
186	*E*	**Vous vous ne dites rien.**
187	*Chiara*	oui
188	*E*	**Ce sont eux qui doivent trouver.**
189		*les enfants font oui de la tête*
190	*E*	**Et vous vous les aidez en faisant cela...**
191		*les enfants font oui de la tête*
192	*Lucas*	Ce sont eux qui font le puits. Ils le construisent et ils font descendre les personnages
193	*E*	**Est ce que le puits que vous avez construit ressemble au puits de l'histoire ?**
194	*Lucas*	oui
195	*E*	**Oui. Attends je vais chercher le puits de l'histoire.** (*E va chercher le livre Plouf*) **Ca c'est le puits de l'histoire**
196	*Lucas*	il lui ressemble
197	*E*	**Il lui ressemble ? Qu'est qui ressemble ?**
198	*Lucas*	(montre la 4ième de couverture) ça, ça ,ça ,ça et ça et le loup
199	*Chiara*	on a tout ce qui faut là (*montre le dispositif*) la poulie, une corde
200	*E*	**Ce qu'il faut... tu me dis ? Qu'est ce qu'il faut ?**
201	*Chiara*	Il y a tout ce qu'il faut
202	*Lucas*	ça c'est le loup qui repart pas
203	*E*	**D'accord. Je vais vous montrer quelques images. Vous allez me dire si avec ces images là, avec ces choses là on peut essayer de faire comme dans l'histoire. Regardez cette image. Est-ce que vous pensez qu'avec ça on peut essayer comme dans l'histoire ?**
204	*Lucas*	oui
205	*E*	**Oui, et toi Chiara, tu en penses quoi ? Tu peux essayer de faire comme dans l'histoire ?**
206	*Chiara*	oui
207	*E*	**Oui pourquoi ?**
208	*Lucas*	parce que c'est pareil
209	*E*	**C'est pareil ? Qu'est ce qui est pareil ?**
210	*Lucas*	ça, ça ça (*montre différents endroits sur l'ipad*)
211	*Chiara*	Il y a la poulie. Il n'y a pas le seau par contre.
212	*E*	**Il n'y a pas le seau. C'est important le seau ?**
213	*Lucas*	oui ça peut parce ça tombe dedans
214	*E*	**Pour que ça tombe dedans.**
215	*Chiara*	pour faire le puits, pour faire le puits
216	*E*	**De quoi on a besoin pour faire le puits ? Qu'est ce qui est important si on veut essayer de faire comme dans l'histoire ?**

217	*Lucas*	alors il faut une boîte, trois barres et quatre plots et une poulie, une ficelle, deux seaux et voilà
218	*E*	est ce qu'il y a une poulie là dans...
219	*Lucas*	Là (*montre un endroit sur l'ipad)*
220	*E*	**Ca c'est la poulie c'est ça ?**
221	*Lucas et Chiara*	oui
222	*E*	**Et avec la poulie, on peut faire comme dans l'histoire ? On peut essayer de faire comme dans l'histoire ?**
223	*Lucas et Chiara*	Oui
224	*Lucas*	sinon ça ne peut pas rouler comme ça. (*tire sur la ficelle*)
225	*E*	**Parce qu'il faut que ça roule ?**
226	*Lucas et Chiara*	oui
227	*Chiara*	oui parce que sinon ça peut pas glisser
228	*E*	**Si ça ne peut pas glisser c'est-à-dire qu'on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
229	*Chiara*	parce que la poulie ça fait glisser….
230	*Lucas*	les personnages
231	*Chiara*	les personnages
232	*Lucas*	comme ça (*L et C montrent sur le dispositif*)
233	*E*	**Je vous montre d'autres images ? Ce puits...**
234	*Lucas*	oh,
235	*E*	**Est-ce qu'avec ce puits on peut faire comme dans l'histoire ?**
236	*Chiara et Lucas*	oui
237	*E*	**Pourtant ce n'est pas le même que celui là. Il n'y a pas de plots.**
238	*Lucas*	il y a des pierres
239	*Chiara*	et surtout il n'y a pas la poulie
240	*E*	**Alors est ce qu'il y a la poulie ou pas ?**
241	*Lucas*	non
242	*Chiara*	ah si, là (*montre sur l'ipad*)
243	*Lucas*	elle est un peu petite
244	*E*	**S'il n'y a pas de plots, est-ce que c'est grave ?**
245	*Chiara et Lucas*	non
246	*E*	**Qu'est ce qui est absolument important pour faire comme dans l'histoire ?**
247	*Lucas*	des plots, des pierres...
248	*E*	**Mais là il n'y a pas de plots**
249	*Lucas*	on les plante dans les pierres
250	*E*	**Est-ce qu'il y a besoin de plots pour faire ce puits comme dans l'histoire ?**
251	*Chiara*	non
252	*E*	**Non il faut quoi alors ?**
253	*Lucas*	on les plante dans les pierres
254	*Chiara*	On peut faire ce qu'on veut avec les barres
255	*E*	**On peut faire ce qu'on veut avec le puits ?**
256	*E*	**On peut prendre n'importe quoi pour faire le puits.**
257	*Chiara*	oui (*avec sa tête*)
258	*Lucas*	même dans les bouteilles

259	*E*	**Même dans les bouteilles. On peut mettre n'importe quoi dans les bouteilles ? C'est-à-dire que si tu ne mets pas de sable vert mais si tu mets...**
260	*Chiara*	on peut mettre des pierres
261	*E*	**Qu'est ce qui compte alors ? Qu'est ce qui est important pour faire le remplissage ?**
262	*Lucas*	Ben le poids
263	*Chiara*	le poids
264	*E*	**Tu penses ça aussi toi ? C'est-à-dire que si je prends quelque chose de gros. Ça peut être gros mais si c'est léger ça ne marchera pas. C'est ça que tu veux dire ? Par exemple pour faire les lapins ?**
265	*Chiara*	si
266	*Lucas*	ça marche
267	*E*	**Ca peut marcher ?**
268	*Lucas*	ça marche
269	*E*	**A quoi faut-il faire attention alors ?**
270		*les enfants ne disent rien*
271	*E*	**Quand tu me dis le poids, c'est juste le poids d'un personnage ? Ou alors, c'est le poids des trois personnages ?**
272	*Lucas et Chiara*	des trois personnages
273	*E*	**Lequel peut être le plus léger ?**
274	*Chiara*	le plus léger (*C prend la bouteille la moins remplie*) et le plus lourd (*C prend la bouteille la plus remplie*)
275	*Lucas*	et le moyen lourd (*L prend la bouteille qui reste*)
276	*E*	**Et donc si je remplace une bouteille par exemple par des boules de pâte à modeler ça pourrait marcher aussi ?**
277	*Chiara et Lucas*	Oui
278	*E*	**Oui alors qu'est ce qu'il faudrait que je fasse avec mes boules de pâte à modeler ?**
279	*Lucas*	Les mettre en boules et faire ça (*montre le geste de faire les boules avec les mains*). Toute petite
280	*E*	**Alors quelle serait la plus petite boule de pâte à modeler et quelle serait la plus grosse boule de pâte à modeler ?**
281	*Chiara*	plus petite (*montre la bouteille du loup*), plus grosse (*les lapins*)
282	*E*	et la moyenne
283	*Lucas et Chiara*	et la moyenne (*montre celle du cochon*)
284	*E*	**Je vous montre une autre photo.**
285	*Chiara*	ça c'est un vrai puits par contre
286	*E*	**C'est un vrai puits c'est à dire que celui là** (*montre le dispositif*) **n'est pas un vrai puits ?**
287	*Lucas*	non c'est un faux
288	*E*	**c'est un faux ?**
289	*Lucas et Chiara*	oui
290	*E*	**c'est un faux puits et pourtant on fait comme dans l'histoire même si c'est un faux ?**
291	*Chiara*	oui
292	*E*	**On peut faire comme dans l'histoire même si c'est un faux puits ?**
293	*Lucas*	là y a pas le nôtre
294	*E*	y a pas le nôtre. alors qu'est ce qui est pareil dans ce puits et dans celui qui est juste à côté de nous ?

295	*Lucas*	alors ça, ça, ça et ça
296	*E*	**Attends tu me dis "ça" mais moi je ne comprends pas bien**
297	*Lucas*	Il y a la corde
298	*E*	**Il y a la corde**
299	*Lucas*	Il y a la poulie
300	*Chiara*	Il y a la poulie
301	*E*	**Il y a la poulie**
302	*Lucas*	Il y a la barre là
303	*Chiara*	et là il y a des poteaux
304	*E*	**Il y a des poteaux pour tenir la barre**
305	*Chiara*	là c'est pareil (*montre le dispositif*)
306	*E*	**Tu veux dire que ça c'est pareil que ça** (*montre la photo*)
307	*Lucas*	non
308	*Chiara*	oui c'est pareil
309	*Lucas*	non parce que là y en a une et là deux (*photo*) et là (*dispositif*) y en a qu'une
310	*E*	Mais Chiara a dit que c'est pareil. Pourquoi tu me dis que c'est pareil ?
311	*Chiara*	parce que… Y a quand même des trucs comme ça (*montre les barres*)
312	*E*	**Ca permet de tenir, c'est ça que tu veux dire ?**
313	*Chiara*	fait oui avec la tête
314	*Lucas*	Mais y en a deux et là y en a une
315	*E*	**D'accord mais la fonction c'est la même ? Cela sert à faire la même chose c'est ça que tu es en train de me dire ?**
316	*Chiara*	*fait oui avec la tête*
317	*E*	**Alors regardez celui là de puits. Est-ce qu'on peut faire aussi Plouf avec ce puits là ?**
318	*Chiara et Lucas*	oui
319	*E*	**Qu'est ce qui est différent de ce puits là** (*montre le dispositif*) ?
320	*Lucas*	L'épingle (*à linge*)
321	*E*	**L'épingle**
322	*Lucas*	non nous on n'en a pas
323	*E*	**Vous vous n'en avez pas. Est-ce qu'il y a une poulie aussi sur celui là ?**
324	*Chiara*	oui
325	*Lucas*	oui
326	*E*	**Elle est où, la poulie ?**
327	*Chiara*	Elle est là (*montre sur la photo*)
328	*Lucas*	Là
329	*E*	**Tu es d'accord Lucas, elle est là la poulie ?**
330	*Lucas*	Oui. Elle est plus grosse que la barre.
331	*E*	**Elle est plus grosse que la barre alors que vous ?**
332	*Lucas*	Elle est plus petite la poulie et la barre, elle est plus grosse.
333	*E*	**Voilà**
334	*Chiara*	En plus, notre poulie est un peu cassée
335	*E*	**Elle est un tout petit peu cassée c'est vrai**
336	*E*	**Est-ce que vous avez aimé faire cette histoire à vos visiteurs ?**
337	*Lucas et Chiara*	oui
338	*E*	**Oui ? Qu'est ce que vous avez préféré au jardin des sciences ?**
339	*Lucas*	Tout

340	*E*	**Tout. Qu'est ce que vous avez préféré ?**
341	*Chiara*	Moi j'ai préféré le sablier
342	*E*	**Tu as beaucoup aimé le sablier**
343	*Lucas*	moi, l'écrase biscottes
344	*E*	**Est-ce que vous avez préféré être animateurs ou visiteurs ?**
345	*Chiara*	être animateur
346	*E*	**Et toi Lucas ?**
347	*Lucas*	animateur
348	*E*	**animateur. Qu'est ce que vous avez aimé dans le fait d'être animateur ?**
349	*Lucas*	euh … Plouf
350	*E*	**Alors Plouf, c'est ce que vous avez animé. Mais pourquoi tu as aimé animer ? Qu'est ce que tu as bien aimé dans le fait d'animer ? Le fait de poser des questions ?**
351	*Chiara et Lucas*	oui
352	*E*	**Le fait qu'ils ne trouvent pas tout de suite ?**
353	*Chiara*	Oui c'était amusant
354	*E*	**C'était amusant. Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences ?**
355	*Lucas*	Oui
356	*Chiara*	(*dit oui avec la tête*)
357	*E*	**Oui ?**
358	*Chiara et Lucas*	(*dit oui avec la tête*)
359	*E*	**Ca me fait plaisir alors. Est-ce que vous auriez des questions à me poser ?**
360	*Chiara*	moi non
361	*Lucas*	non
362	*E*	**Non. Est-ce que vous pensez que vous pourriez refaire cette animation à des tout-petits ?**
363	*Lucas*	oui
364	*E*	**oui ?**
365	*Chiara*	oui
366	*E*	**Est-ce que vous pensez qu'ils comprendraient ?**
367	*Lucas*	oui
368	*Chiara*	oui
369	*E*	**Alors comment vous les aideriez à comprendre ?**
370	*Lucas*	bin euh on va demander des petits trucs
371	*E*	**Est ce que c'est important d'essayer de faire les choses pour savoir ?**
372	*Chiara et Lucas*	non
373	*E*	**Ce n'est pas important de faire les choses pour savoir ?**
374	*Chiara*	Si
375	*E*	**Est-ce que c'est important de faire les choses pour savoir ?**
376	*Lucas*	non
377	*E*	**C'est-à-dire que si juste la maîtresse elle le dit ça va ?**
378	*Lucas*	oui
379	*E*	**Qu'est ce que tu en penses ?** (à C)
380	*Chiara*	si la maîtresse elle le dit c'est vrai
381	*E*	**Si la maîtresse elle le dit c'est vrai ?**
382	*Chiara*	oui
383	*E*	**Toujours ?**

384	*Chiara et Lucas*	oui
385		**Alors on ne vérifie pas du coup ?**
386	*Chiara*	(*dit non avec la tête*)
387	*Lucas*	si si on peut
388	*Chiara*	on peut
389	*E*	**On peut vérifier quand même ?**
390	*Lucas*	oui
391	*E*	**Et dans les histoires, est ce que dans les histoires ce qu'on raconte c'est toujours vrai ?**
392	*Lucas*	oui euh non
393	*Chiara*	non
394	*E*	**Non ? Dans plouf est ce que c'est possible de faire comme dans l'histoire ?**
395	*Lucas*	non
396	*Chiara*	(*dit oui avec la tête*) un peu
397	*E*	**un peu**
398	*Chiara*	parce que le loup il descend dans le puit et là le loup il descend (*met le loup dans le seau)*
399	*E*	**Donc il y a des choses qui étaient possible et puis ce qui n'était pas possible c'était la fin de l'histoire c'est ça ?** (*montre le livre*)
400	*Lucas*	ouais
401	*E*	**Quand le loup il descend et que les lapins ils remontent. Ça** (*montre la page de plouf correspondant*)
402	*Lucas*	et après (*met une bouteille dans l'autre seau*)
403	*E*	**Voilà, le loup il n'arrive pas à descendre**
404	*Lucas*	on l'enlève et on le remet (*enlève la bouteille du loup et la remet*) et voilà
405	*E*	**Est ce que l'auteur il avait le droit de faire quelque chose qui est pas possible comme ça ?**
406	*Lucas*	oui
407	*E*	**Pourquoi ?**
408	*Lucas*	(*hausse les épaules et joue avec les bouteilles*)
409	*Chiara*	il n'avait pas le droit
410	*E*	**Il n'avait pas le droit ?**
411	*Chiara*	non
412	*E*	**Pourquoi il n'avait pas le droit ?**
413	*Chiara*	Parce que c'était nous qui lui disait ce qu'il fallait faire
414	*E*	**L'auteur c'est celui qui raconte l'histoire. Et bien, c'est embêtant s'il a fait quelque chose qu'on ne peut pas faire nous ? quand on fait un puits comme on a fait ?**
415	*Chiara*	(*dit oui avec la tête*)
416	*E*	**c'est embêtant pour toi ?** (à C)
417	*Chiara*	(*dit oui avec la tête)*
418	*E*	**D'accord, eh bien merci à tout les deux d'avoir répondu à mes questions**

Transcription B2, Marceau et Julia

Transcription *enr 00126* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Marceau (5, 5 ans) et Julia (6 ans)

1	*E*	**Est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences ?**
2	*Marceau et Julia*	oui
3	*E*	**Oui. Est-ce que vous vous en souvenez un petit peu ? Qu'est ce que vous aviez fait sur le jardin des sciences ?**
4	*Marceau*	alors, on a fait (*il regarde le dispositif)*
5	*E*	**On m'a parlé des sabliers. Est-ce vous avez fait les sabliers ?**
6	*Marceau*	oui, on a fait les sabliers
7	*E*	**Oui. Qu'est ce que vous avez fait d'autre ?**
8	*Marceau*	on a fait
9	*Julia*	les engrenages
10	*E*	**Avec les roues**
11	*Marceau*	oui
12	*Marceau*	on a fait les biscuits
13	*Julia*	non c'est l'écrase biscotte
14	*Marceau*	Ah oui l'écrase biscotte
15	*E*	**D'accord l'écrase biscotte**
16	*Marceau*	Plouf (*il montre le dispositif)*
17	*E*	Plouf
18	*Julia*	l' électricité
19	*E*	**l'électricité**
20	*Marceau*	y a un truc qu'on s'en rappelle plus très bien. C'est dur à retenir
21	*E*	**Vous avez fait des mélanges ?**
22	*Julia*	oui
23	*E*	**Toi, tu as fait des mélanges. On mettait des choses dans de l'eau et on regardait ce que cela donnait.**
24	*Julia et Marceau*	oui
25	*E*	**Est-ce que vous avez travaillé sur les ombres aussi ?**
26	*Marceau*	oui on a travaillé sur les ombres
27	*E*	**Et vous avez aimé tout ça ?**

28	*Marceau et Julia*	oui
29	*E*	**Par exemple sur les engrenages, est ce que vous vous souvenez de ce que vous avez appris ?**
30	*Marceau*	oui
31	*E*	**Alors qu'est ce que vous avez appris sur les engrenages ?**
32	*Marceau*	En fait, il y a une roue et une autre roue à côté et il y a quelque chose là (*il montre le centre avec sa main*) qu'on tourne et les roues tournent en même temps
33	*E*	**Elles tournent en même temps ?**
34	*Julia*	Non en fait, elles ne tournent pas dans le même sens
35	*E*	**Ah, elles tournent en même temps mais elles ne tournent pas dans le même sens. Et si on en met trois de roues ?**
36	*Julia*	Il y en a deux qui tournent dans le même sens et une qui ne tourne pas dans le même sens
37	*E*	**Et lesquelles tournent dans le même sens ?**
38	*Marceau*	(*fait les gestes avec ses mains en expliquant*) elle elle tourne vers là (*avec sa main droite il tourne vers sa gauche*), elle elle tourne vers là (*la roue de gauche toune vers sa gauche*) et l'autre elle tourne vers là (*la roue du centre tourne vers sa droite*)
39	*E*	**D'accord, donc la première et la dernière elles tournent... La première et la troisième elles tournent dans le même sens et celle du milieu tourne dans l'autre sens ?**
40	*Marceau et Julia*	oui
41	*E*	**Vous vous souvenez bien**
42	*Marceau*	oui
43	*E*	**Vous avez aimé faire ça ?**
44	*Marceau et Julia*	oui
45	*E*	**Est-ce que vous avez aimé être animateurs ? Quand vous faisiez Plouf ? Est-ce que vous avez aimé faire ça ?**
46	*Marceau*	oui
47	*E*	**Est ce que vous vous souvenez pourquoi vous faisiez ça ? Qu'est ce que vous vouliez faire apprendre...**
48	*Marceau*	ah, moi je me rappelle on a fait les sabliers
49	*E*	**Tu as fait les sabliers**
50		*Les enfants ne disent plus rien*
51	*E*	**Je crois que vous m'avez dit tout ce que vous avez fait, parce que vous m'avez dit beaucoup de choses.**
52	*Marceau*	oui. On a fait presque tous les ateliers. Pas tous les ateliers
53	*E*	**Non il y a un ou deux ateliers que vous n'avez pas pu faire parce qu'il y en avait trop. Vous auriez aimé tous les faire, les ateliers ?**
54	*Marceau etJulia*	oui
55	*E*	**Je pense que vous étiez un peu fatigués à la fin de la journée**
56	*Marceau*	non pas trop mais moi oui
57	*Julia*	moi aussi
58	*E*	**Et puis il faisait un peu froid. Maintenant, il fait chaud mais ce jour là, il faisait un peu froid. Quand vous avez été animateurs, comment vous avez fait Plouf avec vos visiteurs ? Qu'est ce que vous vouliez que ceux qui venaient vous voir apprennent ?**
59	*Marceau*	apprennent à faire Plouf
60	*E*	**Oui. Pourquoi vous vouliez qu'ils apprennent ça ? Qu'est ce que vous vouliez qu'ils découvrent ?**

61	*Marceau*	Parce qu'ils n'ont jamais fait ça
62	*E*	**Ils n'ont jamais fait ça. Est-ce que vous vous souvenez comment vous leur faisiez faire Julia ? Comment vous faisiez avec Plouf ? Qu'est ce que vous faisiez ?**
63	*Marceau*	On faisait... Au début, on faisait les images. Il y avait un loup qui tombait parce qu'il croyait qu'il y avait un fromage au fond du puits mais ce n'était pas un fromage.
64	*Julia*	C'était le reflet
65	*E*	**C'était quoi ?**
66	*Julia*	C'était le reflet de la lune.
67	*E*	**ah. Et après ?**
68	*Marceau*	Après il y a un cochon qui arrive et le loup lui dit qu'il y a un fromage au fond du puits mais c'était faux et le loup monte et le cochon descend
69	*E*	**D'accord et puis après ?**
70	*Julia*	Il y a des lapins qui arrivent. Le cochon y fait croire que c'est un puits à carottes. Après les lapins decendent et le cochon remonte.
71	*E*	**Oui et puis ensuite ?**
72	*Marceau*	Et après le loup y revient et les lapins y disent " t'aiment pas les lapins ?" et après il n'a pas réussi à manger les lapins
73	*E*	**D'accord. Et qu'est ce que vous avez fait avec vos visiteurs par rapport à cette histoire ?**
74	*Marceau*	on a fait après. On a dit de remettre les images dans l'ordre de l'histoire
75	*E*	**oui**
76	*Marceau*	Et il y en avait une seule qui n'était pas bien parce que celle du milieu, elle était à la fin et l'autre, elle était au début
77	*E*	**D'accord. il fallait les aider à remettre de l'ordre dans les images et ensuite qu'est qu'ils faisaient ?**
78	*Marceau*	et après après après, on a dit
79	*E*	**Qu'est ce qu'il fallait que tu fasses ? Qu'ils construisent le puits ? C'est ça ?**
80	*Julia*	oui
81	*E*	**Et puis, qu'est ce qu'ils faisaient avec le puits ?**
82	*Marceau*	après… il y avait le loup et le cochon ….Le loup voulait….
83	*E*	**Est-ce que vous vous demandiez s'ils pouvaient vraiment faire l'histoire ?**
84	*Marceau*	euh
85	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
86	*Marceau*	euh…
87	*E*	**Julia, est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
88	*Marceau*	non
89	*Julia*	*non avec la tête*
90	*Marceau*	non il va à fond et après descendre et c'est pas possible
91	*E*	**Ce n'est pas possible ?**
92	*Julia*	non ce n'est pas possible
93	*E*	**Qu'est ce qui n'est pas possible ?**
94		*les enfants ne répondent pas*
95	*E*	**Vous avez essayé de faire comme dans l'histoire, c'est ça ?**
96	*Marceau et Julia*	oui
97	*E*	**Alors, vous me montrez un peu comment vous avez fait pour faire comme dans l'histoire ?**
98		*les enfants se lèvent*
99	*E*	**Je pense que là la ficelle... on va la déméler… Au début le loup est au fond et puis ensuite...**

100		*M met le cochon dans le seau. Le cochon descend et le loup monte.*
101	*E*	**oui et puis après**
102	*Julia*	on l'enlève et on met le lapin
103	*E*	**et là on peut faire comme dans l'histoire ?**
104	*Julia*	oui
105	*E*	**oui ?** *M enlève le cochon*
106	*Julia*	et là on met le loup
107	*Marceau*	et là ça ne marche pas parce qu'il n'y a pas assez de ….
108	*E*	**de sable**
109	*Marceau*	oui de sable
110	*E*	**D'accord. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Est-ce qu'on peut tout faire comme dans l'histoire ?**
111	*Marceau et Julia*	non
112	*E*	**Non. Donc l'histoire est ce qu'elle est possible ou est ce qu'elle est pas possible ?**
113	*Julia*	pas possible
114	*Marceau*	pas possible
115	*E*	**Pas possible. Asseyez-vous. Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
116	*Julia*	non (*M ne dit rien*)
117	*E*	**Je te laisse réfléchir. Est-ce que c'est embêtant ?**
118	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi, Marceau ?**
119	*Marceau*	un petit peu embêtant
120	*E*	**C'est un petit peu embêtant. Pourquoi c'est un petit peu embêtant ?**
121	*Marceau*	ben parce qu'on n'a pas pu faire remonter les lapins
122	*E*	**On ne peut pas faire remonter les lapins**
123	*E*	**C'est embêtant parce qu'on ne peut pas faire remonter les lapins et toi Julia qu'est ce que tu en penses ?**
124		*Julia ne dit rien*
125	*E*	**Tu ne sais pas. … Est-ce que vous connaissez d'autres histoires pas possibles ?**
126	*Julia*	non
127	*E*	**et toi Marceau ?**
128	*Marceau*	non … aucune
129	*E*	**aucune histoire pas possible à part celle là**
130	*Marceau*	pas d'autres histoire que celle là
131	*Julia*	je connais que celle là
132	*E*	**Tu ne connais que celle là qui n'est pas possible**
133	*E*	**Comment on fait pour savoir si une histoire est possible ou pas ?**
134	*Julia*	on essaie de faire pareil que elle. (*elle montre le dispositif*)
135	*Marceau*	on fait pareil que l'histoire
136	*E*	**On essaie de faire pareil que l'histoire ? Et on regarde si ça marche ou si ça marche pas ? C'est ça. Oui. Comment vous avez fait pour faire pareil que l'histoire ?**
137	*Marceau*	parce que ….
138	*E*	**parce que regardez** (*E prend le livre*) **moi si je regarde le puits de l'histoire**
139	*Marceau*	parce que…
140	*E*	**Est-ce que le puits de l'histoire il est pareil que votre puits à vous ? Il est pareil que celui là** ?(*E montre le dispositif*)
141	*Marceau et Julia*	non

142	*E*	**non**
143	*Marceau*	non parce que là y a un rond. C'est un seau. Là y a c'est un arbre
144	*Julia*	Là c'est une branche
145	*E*	**Donc il n'est pas pareil**
146	*Marceau*	non il n'est pas pareil
147	*E*	**mais pourtant vous avez dit que vous avez essayé...**
148	*Marceau*	En plus là (*il montre la poulie du livre*) il y en a pas
149	*E*	**Alors est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire si c'est pas pareil ?**
150	*Julia*	non
151	*Marceau*	non on ne peut pas
152	*E*	**alors vous n'avez pas fait comme dans l'histoire ?**
153	*Marceau*	ben, si mais au jardin des sciences oui mais…
154	*E*	**Et là aujourd'hui, est ce qu'on a fait comme dans l'histoire ?**
155	*Marceau*	Non parce qu'il n'y avait pas de pierres. Si on aurait mis des pierres, il descendrait
156	*E*	**d'accord**
157	*Marceau*	et les lapins, ils remonteraient
158	*E*	**ah, d'accord**
159	*E*	**donc ce n'est pas possible parce que mon loup, il n'est pas assez lourd ? C'est ça que tu me dis ?**
160	*Marceau*	oui
161	*E*	**Oui et le puits là** (*E montre le dispositif*). **Est-ce qu'il y a des choses qui sont pareilles dans ce puits là et dans ce puits là qui font qu'on peut essayer de faire l'histoire ? C'est ce que vous avez fait ?**
162	*Marceau*	oui
163	*E*	**oui. Alors qu'est ce qui ressemble ? C'est quoi ?**
164		*M réfléchit*
165	*E*	**Oh, je t'embête avec ma question ? Je t'en pose une autre différente ? Je vous en pose une autre différente ?**
166	*Marceau*	euh
167	*E*	**Je te laisse réfléchir à ça**
168	*Marceau*	oui
169	*E*	**Vous avez des petits, des plus petits que vous qui lisent l'histoire. On leur raconte l'histoire et puis quand on leur raconte l'histoire, ils pensent que l'histoire, elle est possible. Est-ce que c'est embêtant ça. Est-ce que c'est embêtant s'ils pensent que l'histoire elle est possible ?**
170	*Marceau*	ben … Je sais pas
171	*E*	**Julia qu'est ce que tu en penses ? Est-ce que c'est embêtant qu'ils pensent que l'histoire est possible ? Est-ce que toi ça t'embête qu'ils pensent que l'histoire est possible ?**
172	*Marceau*	moi, ça ne m'embête pas
173	*E*	ça ne t'embête pas
174	*Marceau*	non
175	*E*	**ce n'est pas grave s'ils pensent que l'histoire est possible ?**
176	*Marceau*	ce n'est pas grave s'ils pensent, s'ils pensent, s'ils pensent que c'est possible. Nous on ne pense pas alors… ils pensent que c'est pas possible
177	*E*	**ok alors est ce qu'on pourrait les aider à comprendre que l'histoire, elle n'est pas possible ?**
178	*Marceau*	euh, je ne sais pas
179	*E*	**Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que l'histoire, elle n'est pas possible ?**
180	*Marceau*	on peut leur montrer

181	*E*	**On peut leur montrer. C'est comme ça que vous avez fait dans la classe ?**
182	*Marceau*	euh
183	*E*	**C'est comme ça que la maîtresse a fait pour vous faire comprendre que l'histoire, elle n'était pas possible ?**
184	*Marceau et Julia*	oui
185	*E*	**Et c'est comme ça que vous avez fait au jardin des sciences ?**
186	*Marceau*	euh … je ne sais pas très bien
187	*E*	**Comment elle a fait la maîtresse pour vous faire comprendre que l'histoire, elle n'était pas possible ?**
188	*Marceau*	ben…
189	*E*	**Julia ?**
190	*E*	**Elle vous a montré ça ?** (*E montre le dispositif*) **Elle vous a montré le puits et vous avez essayé ?**
191	*Marceau*	oui
192	*E*	**oui**
193	*Marceau*	D'abord c'était un groupe qui venait et après le lendemain c'était l'autre et après, et après c'est l'autre et ……(*incompréhensible*)
194	*E*	**D'accord. Je vais vous montrez des images et vous allez me dire si...Ce sont des photos en fait et vous allez me dire si on peut essayer de faire comme dans l'histoire avec ces images là. Regardez. Si les enfants ont ce matériel là. Est-ce qu'avec ce matériel, vous pensez qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ? Comme nous on vient de faire ?**
195		*les enfants ne disent rien*
196	*E*	**Qu'est ce qui t'embête ?**
197	*Marceau*	il n'y a pas les personnages
198	*E*	**Alors, les personnages en fait, ils ne sont pas sur la photo mais ils sont comme les vôtres comme ceux là.**
199	*Marceau*	(*fait oui de la tête*) je sais pas
200	*E*	**Qu'est-ce qui fait que tu ne sais pas ? Qu'est-ce qui t'embête ?**
201	*Marceau*	euh….
202	*E*	**Julia, toi qu'est ce que tu en penses ?**
203	*Marceau*	elle est un petit peu timide
204	*E*	**Elle est un peu timide Julia ?**
205	*Marceau*	oui
206	*E*	**Heureusement que tu n'est pas timide parce que sinon je ne ferais rien du tout**
207	*E*	**Est-ce qu'on pourrait essayer de faire comme dans l'histoire avec celui-ci ?**
208	*Marceau*	on pourrait pas
209	*E*	**Et pourquoi on ne pourrait pas ?**
210	*Marceau*	ben…
211	*E*	**Tu ne sais pas trop ?**
212	*E*	**je te montre une autre image**
213	*Marceau*	oui
214	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
215	*Marceau*	oui
216	*E*	**Oui, comment tu le sais ça ?**
217	*Marceau*	ben parce que là il y a les personnages
218	*E*	**On regarde une autre image encore**
219	*Marceau*	oui
220	*E*	celle-ci
221	*Marceau*	oui on pourrait

222	*E*	**On pourrait** ?
223	*Marceau*	oui
224	*E*	**Oui ? Pourquoi on pourrait ?**
225	*Marceau*	parce que … ben, en fait on ne peut pas
226	*E*	**pourquoi on ne peut pas ?**
227	*E*	**qu'est ce qu'il faut changer ?**
228	*Marceau*	parce que… on ne voit pas les personnages
229	*E*	**on ne voit pas les personnages**
230	*E*	et ici (*on change d'images*) ?
231	*Marceau*	oui
232	*E*	**Oui. Pourquoi oui ?**
233	*Marceau*	parce que …parce que...
234	*E*	**dis moi**
235	*E*	**tu ne sais pas trop ?**
236	*Marceau*	non je ne sais pas
237	*E*	**d'accord ce n'est pas un problème tu sais**
238	*E*	**Est ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences l'année prochaine ?**
239	*Marceau*	oui
240	*Julia*	non
241	*E*	**non ?**
242	*Marceau*	moi oui
243	*E*	**Toi oui, pourquoi toi oui ?**
244	*Marceau*	parce que …ben parce que c'était bien
245	*E*	**D'accord, tu as aimé faire ça ?**
246	*Marceau*	oui
247	*E*	**et toi Julia, tu m'as dit non …** (*Julia ne dit rien*) **Tu t'es ennuyée sur le jardin des sciences.** *Julia murmure quelque chose*. **Hein ? Tu as aimé ou tu n'as pas aimé ? Tu peux ne pas aimé**
248	*Julia*	pas trop
249	*Marceau*	en fait quand j'étais timide, elle a parlé
250	*E*	**pardon ?**
251	*Marceau*	quand j'étais timide, elle a parlé Julia
252	*E*	**D'accord. Tu n'as pas aimé animer ? Ou tu as aimé animer ?**
253	*Julia*	je n'ai pas trop aimé
254	*E*	**Tu n'as pas trop aimé. Et toi tu as aimé animer ?**
255	*Marceau*	oui beaucoup
256	*E*	**Oui beaucoup. Comme tu as aimé animer, tu as aimé faire les activités. Est-ce que tu as aimé faire les activités sur le jardin des sciences ?**
257	*Julia*	oui
258	*E*	**Oui. toi tu as préféré visiter le jardin des sciences. Est-ce que vous avez des questions à me poser ?**
259	*Julia*	non
260	*E*	et toi Marceau ?
261	*Marceau*	non.
262	*E*	**Et bien merci à tous les deux. Je vais vous laisser rentrer dans la classe et puis je vais prendre d'autres enfants pour leur poser des questions. Est-ce qu'elles étaient compliquées mes questions ?**
263	*Marceau*	euh… pas trop
264	*E*	**Pas trop. Bon alors je vais leur poser les mêmes ?**
265	*Marceau*	oui

	et Julia	
266	*E*	**D'accord**

Transcription B3, Typhaine et Axel

Transcription *enr 00127* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Typhaine (6 ans) et Axel (7,5 ans, petit garçon handicap mental)

1	*E*	**Est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences ?**
2	*Typhaine et Axel*	Oui
3	*E*	**Oui ? Qu'est ce que vous avez aimé sur le jardin des sciences ?**
4	*E*	**Est-ce que tu te souviens de ce que tu as fait Typhaine ? Et toi Axel ?**
5		Axel montre "Plouf"
6	*E*	**Ah, tu as fait "Plouf"**
7	*E*	**Vous avez animé "Plouf" ?**
8	*Typhaine*	Avec Adel mais il n'est pas là. Il est parti en vacances
9	*E*	**Ah, il est déjà parti en vacances ?**
10	*Typhaine*	Oui
11	*E*	**Nous c'est la semaine prochaine, les vacances**
12	*Typhaine*	oui
13	*Axel*	**Il est où le monsieur ?**
14	*E*	Quoi ?
15	*Axel*	Il est où le monsieur qui était avec toi ?
16	*E*	**Il est parti. Il reviendra tout à l'heure.**
17	*Axel*	Il est où ?
18	*E*	**Il est en train de travailler ailleurs**
19	*Axel*	Où ?
20	*E*	**Je ne sais pas ça. Il ne m'a pas dit. Il ne me dit pas tout, tu sais. Est-ce que vous vous souvenez ce que vous avez fait comme activités ?**
21	*Typhaine*	On a fait "écrase-biscottes"
22	*E*	**Oui. Tu as aimé l'écrase-biscottes ?**
23	*Typhaine*	oui ça n'a pas marché
24	*E*	**Ah**
25	*Typhaine*	oui
26	*E*	**Et tu sais pourquoi ça n'a pas marché ?**
27	*Typhaine*	non
28	*E*	**bon. Ca arrive parfois**
29	*Typhaine*	oui
30	*E*	**Ca bougeait peut-être un peu ?**
31	*Axel*	Oh oui ça (*il fait les gestes avec les mains*)

32	*E*	**Ca bougeait beaucoup. Est-ce que vous avez fait l'électricité ?**
33	*Axel et Typhaine*	oui.
34	*E*	**Oui. Est-ce que vous avez travaillé sur les ombres ?**
35	*Axel et Typhaine*	oui
36	*E*	**Oui. Est-ce que vous avez travaillé sur les sabliers ?**
37	*Axel et Typhaine*	Euh ….Non
38	*E*	**Non. Vous n'avez pas fait les sabliers**
39	*Axel*	si on a fait les sabliers
40	*E*	**oui mais pas sur le jardin des sciences, à l'école**
41	*Axel*	oui
42	*E*	**A l'école. Est-ce que vous avez travaillé sur l'air ?**
43	*Axel*	Non
44	*E*	**avec un petit pot**
45	*Typhaine*	fait non avec la tête
46	*E*	**non. Est-ce que vous avez fait des mélanges ?**
47	*Axel et Typhaine*	oui
48	*E*	**oui. Est-ce que vous avez travaillé sur les engrenages ?**
49	*Typhaine et Axel*	oui
50	*E*	**oui. Vous en avez fait des choses. Vous vous souvenez un peu de tout ça ?**
51	*Axel et Typhaine*	oui
52	*E*	**Vous vous en souvenez un petit peu. Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous deviez faire avec ça** (*E montre le dispositif*) **? Avec les enfants ? Pourquoi vous avez fait ça avec les enfants ?**
53		*A et T regardent et ne disent rien*
54	*E*	(*E montre le livre*). **Quand vous aviez fait cela en classe. Pourquoi vous aviez fait ça en classe ? Est ce que tu te souviens ?**
55	*Axel*	Tu n'oublies pas le loup
56	*E*	**Oui il y a un loup. Donc il y a une histoire, c'est ça ?**
57	*Typhaine*	oui
58	*Axel*	Et là. (*il montre la couverture*) et là le loup, il est dedans
59	*E*	**On a un loup. Attends.** *E ouvre le livre.* **Alors qu'est ce qu'il se passe avec le loup Axel ? Raconte -moi**
60	*Axel*	Il "mange, il mange, mange " le fromage
61	*E*	**Il croit qu'il y a un fromage**
62	*Typhaine*	Il croit
63	*E*	**Il croit mais est-ce qu'il mange le fromage ?**
64	*Typhaine et Axel*	non
65	*Typhaine*	c'était juste le reflet de la lune
66	*E*	**Ah**
67	*Typhaine*	donc il tombe dans le puits
68	*Axel*	Il tombe dans le puits
69	*Typhaine*	Il reste dans le puits
70	*E*	**Il reste dans le puits**
71	*Typhaine*	Et après y a un cochon qui arrive.

72	*Axel*	et le loup
73	*Typhaine*	et le loup lui fait croire qu'il y a un fromage au fond du puits
74	*E*	**voilà**
75	*Typhaine*	le loup descend et le loup
76	*Axel*	le loup remonte
77	*Typhaine*	le cochon descend
78	*E*	**D'accord le cochon descend et le loup remonte. Ça c'est dans l'histoire ?**
79	*E*	**C'est dans l'histoire**
80	*E*	**Et qu'est ce que vous avez fait avec vos visiteurs ? Qu'est ce que vous leur avez demandé ?**
81	*Typhaine*	ben on a raconté l'histoire. On leur a fait remettre les images dans l'ordre de l'histoire
82	*E*	**D'accord**
83	*Typhaine*	euh
84	*E*	(*E tourne les pages*) **donc il y a le cochon qui descend et puis le loup qui remonte et puis après**
85	*Axel*	non c'est le cochon
86	*Typhaine*	Et après y a des lapins qui arrivent
87	*E*	**Oui**
88	*Typhaine*	et le cochon qui dit qu'il y a des carottes dans le puits
89	*E*	**Voilà**
90	*Typhaine*	et après les lapins descendent, le cochon remonte
91	*E*	**Oui et puis ensuite les lapins sont en bas.** (*E tourne les pages*)
92	*Typhaine*	ils veulent remonter
93	*E*	**Oui**
94	*Axel*	le loup…
95	*Typhaine*	ils ne peuvent pas parce qu'ils sont trop petits
96	*E*	**oui et donc le loup**
97	*Typhaine*	le loup descend
98	*Axel*	et les lapins remontent
99	*Typhaine*	et les lapins remontent et il n'arrive pas à les manger
100	*E*	**il n'arrive pas à les manger**
101	*Axel*	le loup mange les lapins
102	*E*	**Est-ce qu'il les mange ? Regarde** (*E montre une page du livre)*
103	*Axel*	oui
104	*E*	**Est-ce qu'il les mange ?**
105	*Axel*	oui
106	*E*	**Regarde bien dans l'image. Le loup est en bas et les lapins sont en haut. Non il ne les mange pas. Oh, il est plutôt faché. Et qu'est ce que vous avez fait avec cette histoire ?**
107	*Typhaine*	On a fait des expériences
108	*E*	**Vous avez fait des expériences ? Quelles expériences ?**
109	*Axel et Typhaine*	ne disent rien
110	*E*	**Tu peux me montrer** (*E montre le dispositif*) **si tu veux**
111	*Axel*	je tenais moi
112	*Typhaine*	avec un puits, de l'histoire
113	*Axel*	moi je tenais
114	*E*	**Oui, tu tenais toi**
115	*Axel*	oui, je tenais

116	*E*	**Tu tenais les batons pour que ça ne tombe pas. C'est ça ?**
117	*Axel*	non c'est ça (*il prend une bouteille lestée*)
118	*E*	**Ah, qu'est qu'on a fait ? On a mis le loup.** (*A met le loup dans le seau*)
119	*Typhaine*	on a mis le loup
120	*E*	**D'accord. Et le loup tombe**
121	*Axel*	oh, il tombe
122	*E*	**Et puis ensuite qu'est ce qui s'est passé ?**
123	*Typhaine*	le cochon arrive (*elle tend la bouteille cochon à A*)
124	*E*	**Attends. Regarde là-haut Axel** (*E montre la poulie*). **Regarde ce qui s'est passé. Est-ce que ça va bien marcher ?**
125	*Axel*	euh … oui (*T touche la poulie*)
126	*E*	**C'est bien Typhaine**
127	*Axel*	le cochon (*Axel met le cochon dans l'autre seau*)
128	*E*	**Alors qu'est ce qu'il se passe quand on met le cochon ?**
129	*Typhaine*	après le loup il remonte et le cochon il descend
130	*E*	regarde (*elle montre la poulie*)
131		*T remet en place la ficelle. A touche les ficelles*
132	*E*	**Ne touche pas les ficelles Axel ! Ne touche pas. Laisse faire**
133	*Axel*	oh, il descend
134	*E*	**ne touche pas, ne touche pas**
135	*Typhaine*	ne touche pas
136	*Axel*	oh, il remonte
137	*E*	**le loup remonte**
138	*Axel*	et le lapin
139	*E*	**Donc vous avez essayé de faire comme dans l'histoire ? C'est ça**
140	*Typhaine*	mais çà, on n'a pas fait que cela, on leur avait donné une feuille et il fallait mettre des points rouges si ça marchait et des points verts si ça ne marchait pas euh des points verts si ça marchait
141	*E*	**D'accord et des points rouges si ça ne marchait pas**
142	*E*	**Alors est ce que l'histoire, elle est possible ? Est-ce que ça marche ?**
143	*Axel*	oui ça marche
144	*Typhaine*	la fin de l'histoire ça marche pas par contre au début ça marche
145	*Axel*	oui ça marche
146	*E*	**Au début ça marche. Donc le début ça marche. Attends, on va remettre**
147	*Typhaine*	juste le loup et les lapins que ça marche pas
148	*E*	**Ca ne marche pas c'est-à-dire que le loup ne descend pas. C'est ça ?**
149	*Axel*	où il est le loup ? (*il touche les ficelles*)
150	*E*	**Je ne sais pas où est le loup**
151	*Typhaine*	il est là (*elle prend une bouteille*)
152		*T remet encore une fois tout en place*
153	*Axel*	oh le lapin il descend
154	*E*	**et qui est remonté Axel ?**
155	*Axel*	le cochon
156	*E*	**Le cochon, et à la fin de l'histoire qu'est-ce qui se passe ?**
157	*Typhaine*	On mettait le loup et ça ne marchait pas.
158	*E*	**Et ça ne marchait pas ?**
159	*Typhaine*	parce que comme le lapin, il est trop lourd. Les lapins sont trop lourds et le loup, il est plus léger. Sauf que le loup ne descend pas et les lapins ne remontent pas. Quand c'est lourd ça ne remonte pas par contre quand c'est léger... Quand il y a un truc lourd en bas et quand en haut c'est léger ça peut pas euh le truc léger en haut

		et le truc lourd en bas ça ne peut pas (*elle fait le geste de bascule avec ses bras*) faire...
160	*E*	**basculer**
161	*Typhaine*	C'est ça
162	*E*	**D'accord. Donc du coup, est-ce que l'histoire est possible ?**
163	*Axel*	oui
164	*Typhaine*	non
165	*E*	**est-ce que** (*elle montre les bouteilles*) **Qu'est ce que tu nous a fait ?**
166		*T remet en place encore une fois*
167	*E*	**Il faut laisser la corde dans la poulie Axel**
168	*Axel*	on va enlever les lapins
169	*E*	**Est ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?** (*Axel joue*) **Qu'est ce que tu en penses ?**
170	*E*	**Attention, attention, ne fais pas tout tomber Axel**
171	*E*	**Qu'est ce que tu en penses ? Est-ce que c'est embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?**
172	*E*	**tu ne sais pas**
173	*Axel*	le loup remonte. Il remonte le loup. (*il joue avec les cordes*)
174	*E*	**Je te propose Axel de tout reposer. Regarde, tu as tordu la ficelle.**
175	*Typhaine*	lâche, lâche, lâche
176	*E*	**Axel, écoute Typhaine. Donne moi la bouteille.**
177	*Axel*	pour toi
178	*E*	**oui pour moi**
179	*Axel*	pour toi
180	*E*	**Voilà. Merci Typhaine** (*E range les bouteilles*)
181	*E*	**Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Qu'est ce que vous en pensez ?**
182	*E*	Assieds toi. Tu seras mieux assis.
183	*Axel*	**moi non, je veux debout**
184	*E*	**D'accord, tu nous regardes discuter. Tu ne sais pas ?**
185	*Typhaine*	*non avec la tête*
186	*Axel*	moi, moi je sais
187	*E*	**C'est embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?**
188	*E*	**Il y a des petits. Oh, j'ai oublié de te poser une question importante. Est-ce que tu connais des histoires qui ne sont pas possibles ?**
189	*Axel*	non
190	*Typhaine*	non
191	*E*	**Tu ne connais pas d'histoires qui ne sont pas possibles ? Une histoire bien particulière...**
192		*Axel joue avec les images de l'histoire. La maîtresse veut le faire sortir*
193	*E*	**J'ai besoin de poser des questions à Typhaine**
194	*Axel*	Après c'est à moi ?
195	*E*	**oui**
196	*E*	**Tu vas être toute seule pour répondre à mes questions maintenant. Alors imagine qu'il y a des tout petits alors on va dire plutôt des petites sections ou des moyennes sections**
197	*Typhaine*	il y en a à côté
198	*E*	**Comme il y a à côté. On leur raconte l'histoire puis quand on leur raconte l'histoire, ils pensent que l'histoire, elle est possible. Est-ce que tu penses que c'est embêtant s'ils croient ça ?**
199	*Typhaine*	non
200	*E*	**Non ? Ce n'est pas embêtant qu'ils croient que l'histoire est possible ?**

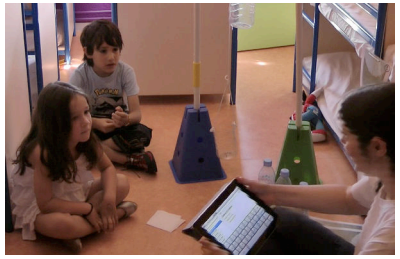
201		*Typhaine ne dit rien*
202	*E*	**Toi tu penses que ce n'est pas embêtant qu'ils croient l'histoire possible**
203		*Typhaine ne dit rien*
204	*E*	**Tu ne sais pas. ce n'est pas un problème. Il n'y a pas de bonne réponse ni de mauvaise réponse. C'est juste pour savoir ce que tu en penses. Il y a parfois des enfants qui disent que c'est embêtant parce qu'ils sont petits et qu'ils comprendront un peu plus tard, qu'est ce que tu en penses ?**
205	*Typhaine*	rien
206	*E*	**rien … Alors par contre ce qu'on peut dire c'est qu'on peut essayer de les aider à comprendre que c'est pas possible cette histoire. Elle est pas possible cette histoire, tu es d'accord ?**
207	*Typhaine*	*T fait oui de la tête*
208	*E*	pourquoi elle n'est pas possible ?
209		*T ne dit rien*
210	*E*	**Est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
211	*Typhaine*	oui un petit peu
212	*E*	**Voilà alors on peut faire un petit peu comme dans l'histoire et à la fin on ne peut pas faire comme dans l'histoire.**
213	*Typhaine*	non
214	*E*	**Voilà. Donc il y a des moments où elle est possible et des moments où elle n'est pas possible.**
215	*Typhaine*	oui
216	*E*	**Voilà. Alors dans ce cas là tout le monde dit que cette histoire n'est pas possible parce qu'il y a un endroit où on ne peut pas faire comme dans l'histoire**
217	*Typhaine*	oui
218	*E*	**Et donc, on aimerait bien faire comprendre aux petits qu'il y a des moments où l'histoire est possible et qu'il y a des moments où l'histoire n est pas possible . Est-ce que tu as une idée de la façon dont on pourrait, de comment on pourrait faire pour les aider à comprendre ?**
219	*Typhaine*	*T ne dit rien*
220	*E*	**Qu'est ce qu'on pourrait faire pour les aider à comprendre tous les moments où on peut faire comme dans l'histoire et les moments où on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
221	*Typhaine*	*T ne dit rien*
222	*E*	**Tu ne sais pas**
223	*Typhaine*	*T fait non de la tête*
224	*E*	**Est-ce que tu penses que si on leur faisait faire ça** (*E montre le dispositif*) **cela les aiderait à comprendre ?**
225	*Typhaine*	oui
226	*E*	**oui. C'est comme ça que la maîtresse a fait pour que vous compreniez ?**
227	*Typhaine*	oui
228	*E*	**oui.**
229	*Typhaine*	Elle nous a raconté l'histoire. Elle nous a expliqué comment on fait l'expérience.
230	*E*	**ah bon**
231	*Typhaine*	avant on a compris euh...
232	*E*	**Donc, vous avez fait l'expérience pour voir**
233	*Typhaine*	oui
234	*E*	**Vous l'avez fait…**
235	*Typhaine*	pour voir si ça marchait
236	*E*	**Pour voir si ça marchait. Et vous avez vu quoi ? Est-ce que ça marchait ?**
237	*Typhaine*	non
238	*E*	**Non. Ça ne marchait pas. Enfin la fin marchait pas.**

239	*Typhaine*	oui.
240	*E*	**Oui. On pourrait faire la même chose avec les petits tu crois ?**
241	*Typhaine*	oui
242	*E*	**On pourrait essayer. On pourrait essayer pour voir s'ils comprennent comme ça.**
243	*E*	**Je vais te montrer quelques photos et puis la question que je vais te poser c'est : est-ce que tu penses qu'avec ce dispositif qui est là on peut faire, on peut essayer de faire l'histoire comme nous on vient de faire maintenant avec Axel ? Avec ce matériel qui est là ?**
244	*Typhaine*	non
245	*E*	**non ? Pourquoi non**
246	*Typhaine*	non parce que en fait il y a un plus gros seau
247	*E*	**oui**
248	*Typhaine*	et un tout petit
249	*E*	**Alors en fait, le gros seau, il sert à faire le puits.**
250	*Typhaine*	Ah
251	*E*	**Et puis, il y a un petit seau aussi de l'autre côté voilà. Est qu'on peut faire comme dans l'histoire ?** (*inaudible)*
252	*Typhaine*	non
253	*E*	**Non. D'accord.** (*On change d'images*). **Regarde celui-ci.**
254	*Typhaine*	oui
255	*E*	**Pouquoi oui ?**
256	*Typhaine*	parce qu'il y a les bouteilles à l'intérieur
257	*E*	**Parce qu'il y a les bouteilles à l'intérieur** (*E revient sur l'image précédente*) **Si celui là, on avait mis les bouteilles, est ce qu'on aurait pu essayer ?**
258	*Typhaine*	oui
259	*E*	**Pourquoi on aurait pu essayer si il y avait eu les bouteilles ?**
260	*Typhaine*	Comme ça, ça aurait pu descendre et monter
261	*E*	**Ah, tu penses que ça aurait pu descendre et monter ? Qu'est qui fait que ça aurait pu descendre et monter ?**
262		*T ne dit rien*
263	*E*	**bon** (*E change d'images*) **Alors là est ce que ça peut descendre et monter ?**
264	*Typhaine*	oui
265	*E*	**Pourquoi ça peut descendre et monter ?** *E agrandit l'image*
266	*Typhaine*	ah non ça peut pas
267	*E*	**Pourquoi ça ne peut pas ?**
268	*Typhaine*	parce que là il n'y a pas un petite poulie qui fait descendre ou monter
269	*E*	**Ah, tu veux dire qu'il faut une poulie pour que ça descende et ça monte ?**
270	*Typhaine*	oui
271	*E*	**Et sur l'image d'avant est-ce qu'il y avait une poulie ?**
272	*Typhaine*	oui là
273	*E*	**Et c'est important cette poulie ?**
274		*T ne dit rien*
275	*E*	Est ce que si on ne met pas de poulie, on peut faire descendre ou monter ?
276	*Typhaine*	non
277	*E*	**non. Donc il faut une poulie c'est ça ?**
278	*Typhaine*	oui
279	*E*	(*E montre une autre image et l'agrandit*) **et là est ce qu'il y a une poulie ?**
280	*Typhaine*	non
281	*E*	**En fait, regarde, je crois qu"il y a en une qui est toute petite. Et là qu'est-ce que tu en penses ?** (*on a changé d'image*)

282	*Typhaine*	oui
283	*E*	**oui, pourquoi oui ?**
284	*Typhaine*	parce qu'il y a une poulie
285	*E*	**Parce qu'il y a une poulie. Mais il est très différent de celui qui est ici ? Mais on peut faire quand même comme dans l'histoire ?**
286	*Typhaine*	oui
287	*E*	**Oui, même si il y a des bouts de bois ici ?**
288	*Typhaine*	oui
289	*E*	**Mais là, ce n'est pas un bout de bois** (*montre le dispositif*). **C'est grave ou pas si on remplace le bout de bois par cela ?**
290	*Typhaine*	non
291	*E*	**Non ? Qu'est ce qu'il faut absolument qui reste pour qu'on puisse faire comme dans l'histoire ?**
292	*Typhaine*	la poulie
293	*E*	**Tu crois ça ? Tu en es sûre ?**
294	*Typhaine*	fait oui de la tête
295	*E*	**sûre, sûre sûre ?**
296	*Typhaine*	oui avec la tête
297	*E*	**Bon d'accord. Je suis d'accord avec toi. Et là regarde** (*on change d'image*).
298	*Typhaine*	*T ne dit rien*
299	*E*	**Je vais agrandir un petit peu**
300	*Typhaine*	non
301	*E*	**Non pourquoi non ?**
302	*Typhaine*	Parce que là la poulie elle ne peut pas tourner
303	*E*	**Ah, tu penses que ce n'est pas possible parce qu'elle ne tourne pas.** Oui. **Alors, il aurait fallu que je t'en apporte une. En fait il y a un tout petit bout de bois, tout petit et dans la roue, du coup elle peut tourner. Donc, si elle peut tourner, est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ?**
304	*Typhaine*	oui
305	*E*	bon, tout à fait. (*on change d'image*). Alors, finalement de mettre des plots, parce que là est-ce qu'il ya des plots ?
306	*Typhaine*	non
307	*E*	**Non, d'accord. Est-ce que c'est important qu'il y ait des plots? Qu'est ce qui est important ?**
308	*Typhaine*	ben, la poulie
309	*E*	**Et les personnages là c'est des bouteilles est ce qu'on peut mettre autres choses comme personnages que des bouteilles ?**
310	*Typhaine*	oui
311	*E*	**Par exemple tu as une idée ?**
312	*Typhaine*	euh, par exemple du sable
313	*E*	**oui**
314	*Typhaine*	des cailloux
315	*E*	**Des cailloux. Alors si on prend des cailloux pour faire les personnages, alors à quoi il faut faire attention si on veut faire comme dans l'histoire ?**
316	*Typhaine*	*reste silencieuse*

317	*E*	**Est-ce que je prends un gros caillou pour le loup et des petits, un petit caillou pour les lapins par exemple ?**
318	*Typhaine*	Non. Tu prends un gros caillou pour les lapins et un petit caillou pour le loup, pour le cochon.
319	*E*	**Et pour le loup ?**
320	*Typhaine*	Pour le loup un tout petit.
321	*E*	**Un tout petit. Donc pour les lapins il faut un gros caillou, pour le cochon un moyen et un tout petit pour le loup, c'est çà ?**
322	*Typhaine*	Oui
323	*E*	**D'accord. Je te remercie.**

Transcription B4, Camille et Adel



Transcription *enr 00128* (2012) (E = Estelle Blanquet, M= Maîtresse)

Camille (5 ans) et Adel (6 ans)

1	*E*	**Est ce que vous vous souvenez du jardin des sciences ?**
2	*Camille& Adel*	Oui
3	*E*	**Est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences ?**
4	*Camille& Adel*	Oui
5	*E*	**De quoi vous souvenez vous sur le jardin des sciences ? Alors, qu'est ce que vous aviez fait ?**
6	*Adel*	Alors, le sablier l'écrase biscotte, on ne l'avait pas fait
7	*Camille*	moi, non plus l'écrase biscotte je ne l'avais pas fait
8	*E*	**Oui**
9	*Adel*	on a fait euh, euh
10	*E*	**Est-ce que vous avez fait des choses avec les roues ?**
11	*Camille*	On a fait les engrenages
12	*E*	**Vous avez fait les engrenages.**
13	*Camille*	On a fait l'expérience de Plouf
14	*E*	**Vous avez fait l'expérience de Plouf**
15	*Adel*	c'est nous qu'on l'a animé
16	*E*	**C'est vous qui l'avez animé**
17	*Camille*	Oui, y a en un qui monte et on a fait des autres
18	*E*	**Oui quels autres encore ?**
19	*Camille*	(inaudible)
20	*E*	**Toute la classe a animé Plouf. A part Plouf qu'est ce que vous avez fait ? Vous m'avez dit que vous aviez fait les sabliers. Vous aviez fait les engrenages...**
21	*Adel*	On a fait …… les ombres
22	*E*	**Vous avez fait les ombres ?**
23	*Adel*	oui
24	*Camille*	les ombres ?
25	*E*	**Avec une lampe de poche ?**
26	*Adel*	oui, on l'a fait. Oui, même qu'on était avec la maman de Mathis et qu'on l'avait fait
27	*E*	**Oui, Camille ne se souvient peut-être plus. Ce n'est pas grave. Vous avez fait l'électricité ?**
28	*Adel*	Non
29	*Camille*	Non ça non, on ne l'a pas fait.

30	*E*	**Est-ce que vous avez travaillé sur l'air ?**
31	*Camille& Adel*	oui
32	*E*	**Avec un petit pot et un mouchoir au fond ?**
33	*Camille& Adel*	oui
34	*E*	**Vous avez fait pas mal de choses. Est-ce que vous avez aimé faire tout ça ?**
35	*Camille& Adel*	oui
36	*Adel*	L'eau claire aussi, on avez fait
37	*E*	**rendre l'eau claire, oui**
38	*Camille*	ah oui et il y avait un pot et dedans il y avait plein de cochonneries et on devait dessiner ce qu'il y avait dedans le pot
39	*E*	**et puis ensuite essayer de les enlever, c'est ça ?**
40	*Adel*	oui c'était ça
41	*E*	**et comment vous avez fait pour enlever les choses ?**
42	*Adel*	mais on n'y arrivait pas nous
43	*E*	**ah, vous n'y arriviez pas. Ils vous ont dit comment faire alors**
44	*Adel*	non
45	*E*	**Non ? Vous aviez essayé avec une passoire peut-être ? Avec des petits trous**
46	*Adel*	oui
47	*E*	**Alors quand vous avez animé Plouf. Pourquoi vous avez fait ça avec les enfants, qu'est ce que vous vouliez qu'ils apprennent ?**
48	*Adel*	l'expérience de Plouf
49	*E*	**D'accord. Alors qu'est ce qu'ils devaient comprendre ?**
50	*Adel*	que les lapins ils ne pouvaient pas, le loup il ne pouvait pas faire remonter les lapins.
51	*E*	**Ah, c'est ça qu'il fallait qu'ils comprennent…… Et comment vous avez fait pour qu'ils comprennent ça ?**
52	*Adel*	On a fait une expérience
53	*Camille*	Et aussi euh….
54	*M*	**Comment vous l'avez commencé cette expérience au tout début. Qu'est ce que vous avez fait ?**
55	*Camille*	Ah oui, on s'était présenté
56	*M*	**oui et puis après ?**
57	*Adel*	On a ….
58	*E*	**Regarde...Tout au début**
59	*Adel*	Tu nous avais appris à lire l'histoire comme ça
60	*M*	**Vous avez lu l'histoire avec le livre ?**
61	*Adel*	non, on a dit des parties de l'histoire dont on s'en rappelait
62	*E*	**Et une fois que vous aviez raconté l'histoire, qu'est ce que vous avez fait ?**
63	*Adel*	On avait mis les images
64	*E*	**Et qu'est-ce que tu disais aux enfants ?**
65	*Adel*	Si vous avez bien écouté l'histoire, remettez les images dans le même ordre
66	*Camille*	Et à la fin on leur disait: "si vous avez bien compris l'histoire, remettez les personnages du plus petit au plus grand".
67	*Adel*	C'était à la fin
68	*E*	**Ah, ça c'était à la fin. Vous avez raconté l'histoire. Ils ont mis les personnages dans l'ordre et ensuite quelles questions vous vous êtes posées ? Qu'est qu'ils ont fait ? Vos visiteurs ? Pourquoi il y a tout ça là ?**
69	*Adel*	parce qu'ici c'était le puits où là on mettait les personnages et ça descendait et ça

		remontait (*montre le dispositif*)
70	*E*	**Et qu'est qu'on faisait avec les personnages, qu'est ce qu'ils devaient faire ?**
71	*Adel*	On les mettait dans les seaux
72	*E*	**Et pourquoi, on les mettait dans les seaux ?**
73	*Adel*	pour qu'ils descendent (*met une bouteille dans le seau*)
74	*E*	**Donc c'était pour faire comme dans l'histoire**
75	*Adel*	Voilà
76	*E*	**D'accord, c'était pour faire comme dans l'histoire. Et alors quand on essaye de faire comme dans l'histoire qu'est ce qui se passe ?**
77	*Adel*	ça marche. Sauf le dernier ça ne marchait pas
78	*E*	**Ah le dernier ça ne marchait pas**
79	*Camille*	Ah oui, le loup revenait à la fin de l'histoire et on le mettait dedans et il ne descendait pas parce que les lapins étaient trop nombreux et du coup il ne pouvait pas descendre le loup
80	*E*	**Ils étaient trop nombreux les lapins ?**
81	*Adel*	Ils étaient trois, ils étaient lourds.
82	*E*	**Ah, ils étaient lourds. Alors, est ce qu'elle est possible cette histoire ?**
83	*Adel*	non
84	*E*	**Ce n'est pas une histoire possible, alors ?**
85	*Adel*	non
86	*E*	**parce que l'enfant ne peut pas faire pareil ?**
87	*Adel*	non
88	*Camille*	non ce n'est pas possible parce qu'à la fin dans l'histoire, dans cette histoire là, le loup il descend, il descend quand il y a les lapins déjà au fond du puits. Le loup il descend
89	*E*	**Très vite**
90	*Camille*	Il descend le loup à la fin mais pourtant les lapins ils sont plus lourds et donc ça ne se peut pas. Ils sont beaucoup.
91	*E*	Est-ce que c'est embêtant si l'histoire elle n'est pas possible ?
92	*Camille& Adel*	non
93	*E*	**Pourquoi ce n'est pas embêtant ?**
94	*Adel*	Parce que des fois on travaille sur autre chose pas toujours sur cette histoire.
95	*E*	**Et toi Camille, qu'est ce que tu en penses ? Pourquoi tu m'as dit que ce n'était pas embêtant ?**
96	*Camille*	Euh...
97	*M*	**Est-ce que c'est un livre documentaire ?**
98	*Adel*	Non
99	*M*	**C'est un livre comment ?**
100	*Adel*	C'est une histoire
101	*E*	**C'est une histoire. Et dans une histoire, on peut raconter ce qu'on veut ?**
102	*Camille& Adel*	Non
103	*Camille*	parce qu'il a des choses écrites et il ne faut pas raconter n'importe quoi sinon ça veut dire qu'on ne sait pas lire.
104	*E*	**D'accord. Et la personne qui a racontél'histoire, est-ce que la personne qui a créée, parce qu'il y a quelqu'un qui a inventé l'histoire. Est ce que celui qui a inventé l'histoire peut écrire ce qu'il veut dans l'histoire ?**
105	*Camille*	non
106	*Adel*	oui, le roi
107	*Camille*	non

108	*E*	**toi ça t'embête**
109	*Camille*	parce qu'il fait les dessins, déjà les dessins. D'abord les dessins et qu'après il écrit d'autres choses qui vont dans une autre histoire alors ça ne va pas avec…
110	*E*	**D'accord mais celui qui a raconté l'histoire et qui a dessiné l'histoire, c'est la même personne. Il s'appelle Philippe Corentin. Est-ce qu'il pouvait, lui, décider dans son histoire que le loup allait descendre alors que nous tu m'as dit. Est ce que nous on peut faire descendre le loup nous avec les lapins ?**
111	*Camille*	non
112	*Adel*	non, mais il a écrit comme ça
113	*E*	**oui, mais il peut écrire comme il veut ?**
114	*Adel*	oui
115	*E*	**Oh, hé bien oui c'est une histoire et il fait ce qu'il veut**
116	*Adel*	mais si c'était vrai, il ne pouvait pas faire ce qu'il voulait
117	*E*	**Ah si c'était vrai, il ne pourrait pas faire ce qu'il veut, d'accord. Il y a des petits qui ont lu l'histoire.Vous avez lu l'histoire à des plus petits que vous et puis l'histoire ils pensent, eux, parce qu'ils sont plus petits, ils pensent qu'elle est possible. Ils pensent qu'on peut tout faire comme l'histoire. Est ce que c'est embêtant qu'ils pensent...**
118	*Camille*	Non
119	*E*	**Pourquoi ce n'est pas important ?**
120	*Adel*	Non parce que c'est ce qu'ils pensent
121	*E*	**Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que l'histoire n'est pas possible ?**
122	*Camille*	euh, on peut les aider à comprendre parce que dans la vraie histoire eh bien le loup il descend et là le loup il ne peut pas descendre (*montre le dispositif*)
123	*E*	**Alors tu veux dire qu'il faudrait faire comme ça, qu'il faudrait leur montrer c'est ça ?**
124	*Camille*	oui
125	*E*	**Et toi, qu'est ce que tu en penses ?**
126	*Adel*	Rien. Mais après à la fin, on avait mis des objets pour qu'ils s'en servent pour qu'il puisse descendre
127	*Camille*	Et à chaque fois, on met quelque chose avec le loup pour qu'il descende et en fait c'est pas vrai parce que dans l'histoire il n'y a pas quelque chose d'autre qui fait descendre le loup donc c'est pas vrai.
128	*Adel*	Y a qu'à la dernière (*étape*) qu'on fait ça
129	*M*	**Qu'est ce que tu avais mis pour faire descendre le loup ?**
130	*Adel*	des pierres
131	*Camille*	Aussi on avait mis avec toi. Francine, elle nous l'avait donné
132	*M*	**Le sable ?**
133	*Camille*	Euh….
134	*M*	**Qu'est ce que tu avais mis ?**
135	*Camille*	Euh
136	*Adel*	le sable vert ?
137	*Camille*	non
138	*M*	**De la pâte à modeler ?**
139	*Camille*	Je pense que c'était euh
140	*E*	**oui**
141	*Camille*	je pense que c'était quelque chose qui avait fait descendre le loup
142	*E*	**Ah d'accord. Je vais vous montrer des images et vous allez me dire si vous pensez qu'avec ce que je vous montre, on peut faire comme dans l'histoire, comme on a fait là.** (*montre le dispositif*)
143	*Adel*	oui

144	*E*	**Pouquoi ?**
145	*Adel*	parce que c'est tout pareil que nous
146	*E*	**Ah bon, c'est tout pareil ?**
147	*Camille*	non, pas tout pareil, pas tout pareil. Le seau, il n'est pas tout pareil. Les pots ils ne sont pas tout pareil. Ça c'est tout pareil.
148	*E*	**Alors est ce qu'on peut faire comme dans l'histoire, est ce qu'on peut essayer quand même ?**
149	*Adel*	Oui, on peut quand même essayer
150	*Camille*	Il n'y a pas une poulie, c'est juste une poulie comme ça. C'est une poulie autrement que nous
151	*E*	**Qu'est ce qui te fais dire que … ?**
152	*Adel*	Parce que là si on met le loup, il peut descendre. Si on met le cochon, il peut descendre
153	*E*	**Et comment tu sais ça ?**
154	*Adel*	parce qu'il a les pots et il y a la poulie
155	*E*	**Elle est où la poulie ?**
156	*Adel*	ici, là.
157	*Camille*	mais c'est pas pareil que nous
158	*E*	**C'est pas pareil mais tu penses que ça peut marcher quand même ?**
159	*Adel*	oui (*Camille hôche la tête*)
160	*E*	**D'accord. Alors je t'en montre une autre.**
161	*Adel*	Alors on peut aussi essayer
162	*E*	**Alors qu'est ce qui te fait dire ça ? Qu'est ce qui te fait penser à ça ?**
163	*Camille*	On croit que là c'est tout au fond du sable
164	*Adel*	on ne peut pas, on ne peut pas. Parce qu'il n'y a pas de poulie ...ah si il y a une poulie
165	*Camille*	où il y a une poulie ?
166	*Adel*	ici en gris, il y a le soleil qui tape
167	*E*	**Est-ce qu'on peut essayer ?**
168	*Adel*	oui, on peut essayer
169	*E*	**Même si ... mais il n'y a pas de pots pourtant ? Il n'y a pas de plot là**
170	*Adel*	Mais ça a accroché. alors on peut quand même le faire
171	*E*	**On peut quand même le faire ?**
172	*Camille*	On dirait que c'est fait avec du foin
173	*Adel*	Non c'est…
174	*E*	**du bambou**
175	*Adel*	du bambou
176	*E*	**du bambou oui**
177	*Camille*	**Mais c'est pas pareil que nous. Nous c'est des bâtons là comme ça** (*montre le dispositif*)
178	*E*	**Est-ce que c'est embêtant si c'est pas pareil ?**
179	*Camille& Adel*	Non
180	*E*	**Non ?**
181	*Adel*	C'est quand même un puits
182	*Camille*	C'est un vrai puits là
183	*E*	**C'est un vrai puits ?**
184	*Camille& Adel*	oui
185	*E*	**Et celui là, ce n'est pas un vrai puits alors ?**

186	*Camille& Adel*	non
187	*Camille*	Parce qu'il est dans la prairie et qu'il y a personne autour et donc euh et peut être qu'il y a quelqu'un qui habite à côté et peut-être il vient là.
188	*E*	**Ah est ce qu'on peut essayer de faire comme l'histoire avec ce puits ?**
189	*Camille& Adel*	oui
190	*E*	**Pourquoi ?**
191	*Camille*	Mais il faut des batons pour aller avec des fils.
192	*E*	**Qu'est ce qui est pareil que dans votre puits ?**
193	*Adel*	Ben il y a juste, juste la poulie
194	*E*	**Juste la poulie et la poulie ça suffit pour essayer de faire comme dans l'histoire, tu crois ?**
195	*Adel*	oui
196	*E*	Tu es sûr de ça ?
197	*Adel*	oui
198	*Camille*	oui parce que la poulie ça fait glisser le fil
199	*E*	**Ah et c'est important ça ?**
200	*Adel*	euh, oui
201	*E*	Et si j'enlève la poulie, est ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ?
202	*Camille& Adel*	non
203	*Adel*	le fil il va de partout et après, on ne peut pas le faire.
204	*E*	**Vous l'avez essayé ça ?**
205	*Camille& Adel*	oui
206	*Adel*	Après, elle nous a mis une poulie, la maîtresse.
207	*E*	**Regardez bien ces photos**
208	*Camille*	C'est dans une école
209	*E*	**C'est dans une autre école. Est-ce que vous pensez que ça peut marcher ?**
210	*Adel*	oui, ça peut marcher parce que ça c'est une poulie alors ça peut marcher
211	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi, Camille ?**
212	*Camille*	Euh….oui mais c'est pas la même poulie que nous parce qu'elle est en bois et qu'elle est toute ronde. Ce n'est pas comme nous.
213	*E*	**Ce n'est pas la même une poulie. Et donc, vous m'avez dit que vous aviez essayé de faire comme dans l'histoire avec autre chose que des bouteilles et du sable, c'est ça ?**
214	*Adel*	Euh, non
215	*E*	**Alors est ce qu'on pourrait faire autrement qu'avec des bouteilles et du sable, à votre avis ?**
216	*Camille*	Euh
217	*M*	**Tout au début rappelle toi je n'avais pas encore les bouteilles et le sable je ne l'avais pas encore acheté. Qu'est-ce qu'on avait pris dans la classe ?**
218	*Camille*	des cailloux
219	*Adel*	des objets
220	*M*	**Qu'est ce qu'on utilise souvent à l'accueil le matin ?**
221	*Camille& Adel*	la pâte à modeler qu'on avait mis dans des pots et au début quand tu nous avais fait les expériences, et après dans les pots, tu as mis de la pâte à modeler.
222	*E*	**Et c'est important si on met de la pâte à modeler plutôt que du sable, ça change quelque chose ?**
223	*Camille*	non

224	*E*	**Alors, à quoi il faut faire attention pour pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
225	*Adel*	C'est pareil, c'est pareil parce que ….
226	*E*	**C'est pareil la pâte à modeler et du sable ?**
227	*Adel*	non mais ça peut faire remonter, ça peut faire descendre le loup
228	*Camille*	et c'est pareil parce que c'est deux objets
229	*Adel*	oui mais deux objets différents
230	*E*	**En quoi sont-ils différents ?**
231	*Adel*	Alors celui- là la pâte à modeler, c'est une boule et c'est dur. Le sable ce n'est pas dur et c'est mou. Ce n'est pas beaucoup dur.
232	*Camille*	Des fois, la pâte à modeler est un peu molle. Chez moi j'en ai et elle est un peu molle
233	*E*	**Alors Camille, si on utilise de la pâte à modeler plutôt que du sable. Comment faut-il qu'on fasse des boules de pâte à modeler pour faire le loup, le cochon et le lapin ?**
234	*Camille*	alors on prend la pâte à modeler et on fait comme ça (*elle roule dans ses mains*). Onpeut en prendre des petites boules et des grosses boules et on les roule comme ça et là ça fait des boules
235	*E*	**Alors je prends les boules que je veux pour faire le loup et comme je veux pour faire le cochon.**
236	*Camille& Adel*	oui
237	*Adel*	Oui sauf que la maîtresse avait les bouteilles et qu'on l'avait fait dans la bouteille
238	*E*	**Mais si vous vous deviez le faire ? Qu'est ce que tu mettrais comme boule pour le loup ?**
239	*Adel*	une moyenne boule
240	*E*	**Et pour le cochon ?**
241	*Adel*	Une plus grande moyenne, un petit peu plus grande et pour le lapin, une grande boule
242	*E*	**Donc tu mettrais une moyenne boule pour le loup, une un peu plus grosse pour le cochon...**
243	*Camille*	Ah oui, le loup est un peu petit
244	*Adel*	une grosse pour le cochon et pour les lapins une très grosse.
245	*Camille*	le loup, il n'est pas du tout lourd donc on fait une toute petite boule. Pour le cochon il est lourd, donc on fera une grosse boule et les lapins, ils sont plus lourds donc on fera une encore plus grosse boule.
246	*E*	**Donc, on peut remplacer les bouteilles par des boules de pâte à modeler par exemple ?**
247	*Adel*	oui
248	*Camille*	aussi du sable
249	*E*	**Et pourtant si on met une pâte à modeler ou si on met du sable, ce n'est pas un cochon ?**
250	*Camille& Adel*	euh
251	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça ?**
252	*Adel*	non
253	*E*	**Ce n'est pas embêtant ?**
254	*Adel*	non parce que, ce n'est pas embêtant parce que ça fait quand même descendre et remonter
255	*E*	**Donc ce qui compte c'est de pouvoir essayer de faire descendre et remonter comme dans l'histoire, c'est ça ?**
256	*Adel*	oui
257	*E*	**Pour expliquer aux petits, on pourrait leur montrer c'est ça ?**
258	*Adel*	oui

259	*E*	**On est toujours d'accord**
260	*Adel*	oui
261	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
262	*Adel*	"le petit chaperon rouge"
263	*E*	**Et pourquoi ce n'est pas possible le petit chaperon rouge ?**
264	*Adel*	parce que le loup y parle.
265	*E*	**Parce que le loup parle ?**
266	*Camille*	Et oui et ce n'est pas vrai qu'on voit des loups. Les loups c'est encore plus loin que nous. C'est plus loin les loups. C'est pas où il y a des maisons. C'est encore plus loin, ce n'est pas possible.
267	*E*	**D'accord**
268	*Camille*	Et les loups d'habitude ils parlent pas.
269	*E*	**Vous en connaissez d'autres histoires pas possibles à part le petit chaperon rouge ?**
270	*Adel*	euh…
271	*E*	**Si vous pouviez voir la personne qui a écrit ce livre, qu'est ce que vous aimeriez lui dire ? Est-ce que vous avez aimé sonhistoire ?**
272	*Adel*	oui
273	*Camille*	et que
274	*E*	**Est ce vous aimeriez lui poser des questions ?**
275	*Adel*	oui
276	*E*	**Quelles questions tu aimerais lui poser ?**
277	*Adel*	Je ne sais pas encore.
278	*E*	**Tu ne sais pas encore ? Tu vas réfléchir. Est-ce que vous avez des quesrtions à me poser à moi ?**
279	*Camille*	euh. On peut leur présenter l'histoire, leur présenter et leur faire l'histoire.
280	*E*	**A qui ?**
281	*Camille*	aux petits
282	*E*	**Aux petits, d'accord. Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences l'année prochaine ?**
283	*Camille& Adel*	oui
284	*E*	**Oui ? Est-ce que vous aimeriez réexpliquer "Plouf " à d'autres enfants ?**
285	*Camille*	oui, à la classe de Nathalie, à la classe de Catherine
286	*M*	**Si Philippe Corentin venait nous voir qu'est ce que vous aimeriez lui dire ?**
287	*Camille*	On lui raconterait l'histoire de "Plouf" et ce qu'on a vu au jardin de sciences ce qu'on a vu d'autres pas ce qu'on a fait sur plouf
288	*M*	**Et du coup quand tu vas lui raconter le jardin des sciences et l'experience que tu as faite tu aimerais lui dire quoi à Philippe, tu aimerais lui demander quoi ?**
289	*Camille*	qu'est ce qu'il trouve bien dans notre experience
290	*M*	**D'accord. Tu aurais envie qu'il essaie ?**
291	*Camille*	Euh oui mais je pense qu'il va pas très bien y arriver
292	*E*	**Pourquoi ?**
293	*Camille*	Parce qu'il va pas trop comprendre parce qu'il la connait pas encore l'histoire
294	*E*	**C'est lui qui l'a ecrite**
295	*Camille*	Ah d'accord donc il va la connaitre par cœur
296	*Adel*	Il connait l'histoire mais il connait pas l'experience
297	*M*	**Et du coup quand il va faire l'experience qu'est ce qu'il va dire ?**
298	*Camille*	Il va dire "qu'est ce qu'il faut faire ?" et nous on dira hé bien… Devine
299	*Adel*	Non on lui expliquera d'abord ce qu'il faut faire
300	*Camille*	on lui donnera qu'un petit mot après il va essayer tout seul

301	*M*	**Et quand il va arriver à la troisième étape qu'il va mettre le loup du début de l'histoire.**
302	*Camille*	Et s'il met le cochon au début alors là...
303	*M*	**Non mais ça tu vas lui expliquer mais quand il va mettre à la fin dans le dernier passage il va mettre le loup du départ et les lapins aux fond du puit**
304	*Camille*	Il va dire "mais pourquoi ça descend pas ? D'habitude dans mon histoire ça descend j'ai fabriqué d'habitude ça descend dans mon histoire "
305	*M*	**Eh oui il va dire ça**
306	*Adel*	Oui mais là c'est une experience et là il peut essayer pour voir si c'est vrai
307	*M*	**Eh oui**
308	*Camille*	Donc il va dire c'est pas vrai mon histoire...
309	*M*	**Ah du coup il aura peut être quoi comme idée ?**
310	*Camille*	Il pourra changer un peu l'histoire mais ça sera encore une histoire, pareille mais il changera la fin de l'histoire
311	*M*	**Il va peut être changer la fin du coup**
312	*E*	Merci à tous les deux

Transcription B5, Léo et Aline

Transcription *enr 00129* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Léo (5,5 ans) et Aline (5,5 ans)

1	*E*	**Est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences ?**
2	*Léo*	oui
3	*Aline*	oui
4	*E*	**Alors qu'est ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ? Vous vous rappelez ?**
5	*Léo& Aline*	Oui
6	*E*	**Alors qu'est ce que vous aviez fait? Raconte moi** (*à Leo*)
7	*Léo*	mmm (*il hésite*)
8	*Aline*	d'abord on a écouté un monsieur qui parlait dans le micro
9	*E*	**oui**
10	*Aline*	Après on a commencé à faire les jouer ?
11	*E*	Oui les ateliers
12	*Léo*	et après on a commencé à faire plouf
13	*Léo*	et après on a commencé à faire les sabliers
14	*E*	**les sabliers**
15	*Léo*	et la danse
16	*E*	**Vous avez dansé ?**
17	*Aline& Léo*	Non
18	*E*	**Non ca c'est à l'école que vous avez fait ça**
19	*Léo*	oui
20	*Aline*	euhhhh on a fait quoi d'autre ?
21	*E*	**Est-ce que vous avez fait des choses avec des roues ?**
22	*Aline*	Non
23	*E*	**Est-ce que vous avez fait l'écrase biscottes ?**
24	*Aline& Léo*	non
25	*Aline*	On l'a pas fait mais on voulait le faire mais j'ai compris ce que c'était
26	*Léo*	moi je sais pas ce que c'était
27	*Aline*	c'était des bâtons et puis il y avait une biscotte par terre et il y avait des bouteilles et ilfallait essayer de la casser
28	*E*	**Il fallait casser les biscottes oui, en utilisant la machine tout à fait**
29	*E*	**Vous avez aimé ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ?**

30	*Aline& Léo*	Oui
31	*E*	**Est ce que vous aimeriez refaire ça l'année prochaine ?**
32	*Aline& Léo*	Oui
33	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait sur plouf ?**
34	*Aline&Léo*	oui
35	*Léo*	On a fait ça (*pointe le puits*)
36	*E*	**On a fait ça. Qu'est ce que vous vouliez faire comprendre aux enfants qui étaient là ?**
37	*Aline*	On voulait faire comprendre que c'était une histoire d'un loup qui voulait
38	*Léo*	(*coupe la parole*) qu'il y avait un fromage
39	*E*	**oui**
40	*Aline*	que c'était le reflet de la lune
41	*E*	**mmmm**
42	*Aline*	donc il descend et puis après il n'y voyait rien puis après il y a un cochon qui arrive
43	*Léo*	un cochon
44	*E*	**un cochon oui**
45	*Léo*	et il relevait le cochon
46	*Léo*	il relevait le loup et après le cochon il descendait au fond du puits et les lapins remontaient et le loup revenait dans l'histoire
47	*E*	**Donc le loup revenait à la fin c'est ça ?**
48	*Aline*	Puis après on avait dit aux enfants de placer les bouteilles du plus petit au plus grand
49	*Léo*	oui
50	*E*	**D'accord, pourquoi ca ? Ils ont fait quoi avec les bouteilles les enfants ?**
51	*Aline*	euh alors où elle est la bouteille (*prend la bouteille*) on fait le plus petit ici le plus moyen ici et le plus lourd
52	*E*	**Et le plus lourd ici ?**
53	*Aline*	ici
54	*E*	**C'est ca ?**
55	*Aline*	oui
56	*E*	**Alors pourquoi vous avez fait ça ?**
57	*Léo*	Euhhh Pour essayer
58	*E*	**Pour essayer ?**
59	*Aline*	Pour essayer pour voir si ça marchait
60	*E*	**Ahhhhh, donc vous avez essayé de faire comme dans l'histoire c'est ça ?**
61	*Léo*	oui
62	*E*	**Et alors ?**
63	*Léo*	et ça marchait
64	*E*	**Et ça marchait ?**
65	*Léo*	Et à la fin ça ne marchait pas et on devait mettre des choses
66	*Aline*	oui on devait mettre des pierres parce que le loup il était
67	*Léo*	il était coincé
68	*Aline*	oui parce qu'il ne pouvait pas descendre alors parce qu'il n'y avait pas trop de sable alors on a rajouté des sacs lourds
69	*E*	**donc on peut**
70	*Léo*	des pierres
71	*E*	**donc on ne peut pas tout le temps faire comme dans l'histoire c'est ça...**

72	*Léo*	non
73	*E*	**... que vous êtes en train de me dire ?**
74	*Aline*	et des fois il y avait une bouteille oùil y avait le sable puis on pouvait en remettre aussi
75	*E*	**Ah d'accord et donc, si on prend le même debut de l'histoire, est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**
76	*Léo*	oui
77	*Aline*	euh oui on peut faire
78	*Léo*	et au milieu on peut pas, si on peut, mais à la fin non
79	*E*	**Donc à la fin on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
80	*Léo*	non
81	*E*	**On peut pas faire descendre le loup et remonter les lapins c'est ça ?**
82	*Léo*	non
83	*Aline*	non ça ne marche pas
84	*E*	**Non ça ne marche pas. Est-ce qu'elle est possible cette histoire alors ?**
85	*Léo*	oui
86	*Aline*	euh oui
87	*Léo*	non
88	*Aline*	Le dernier ce n'est pas possible
89	*E*	**D'accord la dernière étape n'est pas possible**
90	*Aline*	Il y avait une feuille où on avait un feutre vert et un feutre rouge il fallait mettre un point vert si c'est possible et un point rouge si ce n'est pas possible
91	*E*	**D'accord**
92	*Léo*	on se rappelle de tout
93	*E*	**Et donc à quel moment il fallait mettre le point rouge ?**
94	*Aline*	euhh au dernier
95	*E*	**au dernier**
96	*Léo*	(inaudible)
97	*E*	**Au dernier, c'est celui là c'est ça ? C'est celui là où il fallait mettre un point rouge ?**
98	*Aline*	oui
99	*Léo*	oui, le troisième c'est le dernier
100	*E*	**D'accord est ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
101	*Léo*	oui
102	*Aline*	euh non c'est pas embêtant on peut faire ce qu'on veut. Soit on peut faire pareil que l'histoire, soit on invente un petit peu.
103	*E*	**Et si on peut, on ne peut pas faire comme dans l'histoire à la fin ?**
104	*Aline*	non
105	*E*	**Est ce que c'est embetant les histoires où on ne peut pas faire comme dans l'histoire à la fin ?**
106	*Aline*	euh
107	*Léo*	non
108	*Aline*	non
109	*E*	**pourquoi ce n'est pas embetant ?**
110	*Léo*	parce que chaque fois, on devrait mettre une pierre et ça marcherait
111	*E*	**Mais est ce qu'il y a une pierre dans l'histoire ?**
112	*Aline*	non
113	*Léo*	non
114	*E*	**Donc l'histoire elle n'est pas possible ?**
115	*Aline&*	non

	Léo	
116	*E*	**Et c'est embetant que l'histoire ne soit pas possible ?**
117	*Léo*	no..oui
118	*E*	**oui ou non ?**
119	*Aline*	euh oui c'est embetant
120	*E*	**Pourquoi c'est embetant ?**
121	*Aline*	parce que la fin on ne peut pas faire comme..., l'histoire, on ne peut pas faire comme cette histoire là
122	*E*	**Et tu préférerais pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
123	*Léo*	on a le même livre que dans la classe
124	*Aline*	et moi je l'ai chez moi
125	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles, comme celle-ci ?**
126	*Léo*	Oui, comme les trois petits cochons
127	*E*	**Alors qu'est ce qui n'est pas possible dans les 3 petits cochons ?**
128	*Léo*	En fait il y avait un loup qui habitait dans la forêt et il voulait manger des petits cochons
129	*E*	**Moi aussi je connais l'histoire des petits cochons, mais alors, qu'est ce qui fait qu'elle n'est pas possible cette histoire ?**
130	*Aline*	C'est parce qu'il y en avait deux qui n'étaient pas possibles, c'était celui en bois et celui en paille
131	*Léo*	ça ça peut faire
132	*Aline*	et celui en brique ca marchait très très bien
133	*Léo*	et celle à Mathis elle est faite en bois
134	*E*	**De quoi vous me parlez là ? Qu'est-ce qui n'est pas possible dans l'histoire ? Je n'ai pas bien compris...**
135	*Léo*	en fait il y avait une maison en bois qui se cassait et la maison en paille qui se cassait
136	*E*	**Et ça ce n'est pas possible, c'est ça que tu veux me dire ?**
137	*Léo*	oui elle se cassait et celle en brique elle ne se cassait pas
138	*E*	oui
139	*Léo*	c'est la plus nombreuse
140	*E*	**Et ça, c'est possible ou pas de faire comme dans l'histoire ?**
141	*Léo*	oui c'est la que la derniere
142	*E*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
143	*Léo*	oui
144	*E*	**Par exemple ?**
145	*Léo*	le chaperon rouge
146	*E*	**Qu'est ce qui n'est pas possible dans le chaperon rouge ?**
147	*Léo*	en fait il y avait un petite fille, sa maman lui avait dit tu ne vas voir personne et tu vas donner ça à mamie et en fait elle est allée cueillir des fleurs pour sa mamie et le loup est allé manger la grand-mère
148	*E*	**Et ça ce n'est pas possible que le loup mange la grand-mère ?**
149	*Léo*	non
150	*E*	**Pourquoi ce n'est pas possible ?**
151	*Léo*	parce que le loup il n'a pas une grande gueule
152	*E*	**D'accord**
153	*Aline*	mais ça c'est une histoire alors on peut le faire dans une histoire
154	*E*	**On peut faire ce qu'on veut dans une histoire c'est ça ?**
155	*Aline*	oui
156	*E*	**Même si ce n'est pas possible ?**

157	*Aline*	oui
158	*Léo*	comme dans Plouf
159	*E*	**Comme dans Plouf**
160	*E*	**Dites-moi, on raconte cette histoire à des tout petits, à des moyennes sections. On va dire qu'on raconte cette histoire là de Plouf et puis il y a des enfants qui croient que l'histoire elle est possible, qu'on peut tout faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est embêtant ça ?**
161	*Aline*	euh non ce n'est pas embêtant parce qu'il y en a qui disent que
162	*Léo*	c'est embêtant
163	*Aline*	Il y en a qui disent que ce n'est pas embêtant et il y en a qui disent que c'est embêtant
164	*E*	**Mais pourquoi ce n'est pas embêtant ou pourquoi c'est embêtant ?**
165	*Léo*	parce que le loup il ne descend pas
166	*E*	**Alors c'est embêtant si les petits ils croient que le loup il descend comme dans l'histoire ?**
167	*Léo*	non
168	*E*	**Non ? Alors qu'est ce qu'on pourrait faire si on avait envie de les aider à comprendre ? Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
169	*Léo*	Ils travaillent sur ça ?
170	*E*	**Ils travaillent sur ça, comment ils font pour travailler sur ça ?**
171	*Aline*	eh bien non ils travaillent pas sur ça, si ils n'arrivent vraiment pas et bien on leur fait une petite devinette.
172	*E*	**Comment on pourrait leur faire comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
173	*Léo*	on doit leur parler
174	*E*	**On leur parle, comment vous avez fait pour comprendre avec la maitresse ?**
175	*Léo*	parce que on a regardé le livre et on a su
176	*E*	**Juste en regardant le livre tu savais que c'était pas possible ?**
177	*Aline*	avant c'était difficile à faire quand on apprenait
178	*E*	**Alors comment vous avez fait pour comprendre ?**
179	*Aline*	on a bien répété et puis après ben ça venait dans la tête ça venait ça venait et après on avait réussi
180	*E*	**Comment vous avez fait pour savoir si l'histoire elle était possible ou pas ?**
181	*Léo*	parce qu'on regardait (*se lève et montre le dispositif*) si ça descendait ou pas ou ça remontait ou ça descendait et ça marchait et à la fin ça marchait pas
182	*E*	**D'accord donc vous avez essayé ?**
183	*Léo*	mmm
184	*E*	**C'est comme ça que vous avez fait pour savoir ?**
185	*Léo*	oui
186	*E*	**Vous avez essayé. Vous pensez qu'on peut faire pareil avec des petits pour qu'ils comprennent ?**
187	*Aline*	oui on pourrait essayer un jour
188	*E*	**On pourrait essayer avec les petits**
189	*Léo*	On pourrait le refaire maintenant
190	*E*	**Plus maintenant, là vous savez maintenant, vous l'avez fait plein de fois**
191	*Aline*	oui
192	*E*	**C'est vrai que vous l'avez fait plein de fois ?**
193	*Aline*	oui
194	*E*	**Et à chaque fois il se passait la même chose ? Est-ce qu'il se passait la même chose à chaque fois que vous avez essayé ?**

195	*Aline& Léo*	oui
196	*E*	**Alors je vais vous montrez quelques photos et puis vous allez me dire si vous pensez qu'avec ce matériel là on peut essayer de faire comme dans l'histoire ou pas ? Qu'est ce que vous en pensez ?**
197	*Léo*	euh oui et c'était où ?
198	*E*	**C'était ailleurs c'est un autre endroit que le jardin des sciences. Pourquoi vous pensez qu'on peut faire comme dans l'histoire avec ce matériel là ? Parce que c'est different un peu de ce qu'on a utilisé ?**
199	*Léo*	et avec ça si on tourne
200	*E*	**Si on tourne ? Qu'est-ce qu'on tourne ?**
201	*Léo*	ça (*montre l'ipad)*
202	*E*	**ça quoi ?**
203	*Léo*	l'image
204	*Aline*	les bouteilles sont un peu petites alors ça va faire pencher
205	*E*	**Vous pensez qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire avec ce matériel là ?**
206	*Aline& Léo*	Oui
207	*E*	**oui ?**
208	*Léo*	oui
209	*E*	**Il ya des choses qui ne sont pas pareilles ?** (*montre le puits en dirigeant la main vers la poulie)*
210	*Aline*	oui il n'y a pas les trucs de loup
211	*Léo*	oui il n'y a pas ça (*montre l'image sur l'ipad*)
212	*E*	**C'était à côté ça, ce n'était pas sur la photo**
213	*Aline*	Déjà il n'y a pas les feuilles, les feutres
214	*Léo*	Et déjà ça c'est pas pareil et ça c'est pas pareil
215		(anecdote)
216	*E*	**Et tu penses qu'avec ce matériel là on peut faire comme dans l'histoire ?**
217	*Léo*	c'est dans un parc
218	*E*	**oui c'est dans un parc**
219	*E*	**Léo est ce que tu penses qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire avec ce matériel la si on rajoutait des bouteilles ou pas ?**
220	*Léo*	euh non
221	*E*	**Pourquoi non ?**
222	*Léo*	que le truc bleu
223	*E*	**bon je vais vous montrer une autre photo d'accord ?** (*montre la photo*)
224		
225	*Léo*	Là on peut
226	*E*	**Là on peut ? Comment tu sais qu'on peut là ?**
227	*Léo*	oui parce que il y a une bouteille. Ca on dirait que c'est un puits
228	*Aline*	mais il n'y a pas tout les objets
229	*E*	**Qu'est ce qu'il faut ?**
230	*Léo*	Si il y a un objet là
231	*E*	**Qu'est ce qu'il faut pour essayer de faire comme dans l'histoire ? Pour faire comme dans l'histoire comme vous avez fait avec tout ça** (*montre le dispositif*)
232	*Aline*	Alors il faut des pierres
233	*E*	**Est-ce qu'on a besoin de pierre pour faire comme dans l'histoire ?**
234	*Léo*	oui pour la fin pour le troisième
235	*E*	**Mais est-ce qu'il y a des pierres dans l'histoire ?**

236	*Léo*	non
237	*E*	**Donc est-ce qu'on a besoin de pierres pour faire comme dans l'histoire ?**
238	*Léo*	non
239	*E*	**Non. Alors ? Je vous montre une autre photo encore ?**
240	*Léo*	oui
241	*Aline*	alors ça c'est presque pareil parce que c'est un …
242	*Léo*	Ah moi je sais où c'est
243	*E*	**Non tu sais pas où c'est personne ne sait**
244		(discussion sur le lieu)
245	*E*	**Alors est ce que tu penses qu'avec ça on peut faire comme dans l'histoire ou pas ?**
246	*Léo*	moi non
247	*Aline*	moi oui
248	*E*	**Tu etais en train de dire quelque chose tout à l'heure. Tu me disais "Oh la la " pourquoi tu me disais "Oh la la "**
249	*Aline*	parce qu'on dirait un vrai puits
250	*E*	**Ah, parce que ça ce n'est pas un vrai puits ?**
251	*Aline*	non parce que c'est avec du matériel de sport
252	*Léo*	ça c'est du matériel de sport
253	*E*	**Là tu penses que c'est un vrai puit ?**
254	*Aline*	Non tu fais croire que c'est un vrai puit parce que là il y a bien un trou
255	*Léo*	fais voir la photo
256	*E*	**Je te montre l'autre photo attends. Avec ce matériel là vous pensez qu'on peut faire comme dans l'histoire**
257	*Aline*	euh
258	*Léo*	oui
259	*E*	**Et pourquoi tu me dis oui et pourquoi tu me dis non ? Faut que tu m'expliques pourquoi**
260	*Léo*	parce que c'est pareil que nous, que le nôtre
261	*E*	**Qu'est ce qui est pareil que le vôtre ?**
262	*Léo*	les bâtons, les plots et notre poulie et le fil
263	*E*	**Ah bon elle est où la poulie ?**
264	*Léo*	la poulie elle est là (*montre l'image*)
265	*E*	**Et tu crois qu'avec la poulie on peut faire pareil que nous alors ?**
266	*Léo*	oui
267	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi ?** (*à Aline)*
268	*Aline*	oui
269	*E*	**oui ? D'accord**
270	*Léo*	on met une autre photo ?
271	*E*	**non**
272	*E*	**C'était la derniere photo, après c'est la même en fait**
273	*Léo*	là c'est nous
274	*E*	**Non ce n'est pas vous, ce sont d'autres enfants**
275	*Aline*	on dirait que c'est nous
276	*E*	**Oui mais ce n'est pas vous**
277	*E*	**Ce sont des enfants que vous ne connaissez pas, des enfants d'une autre école**
278	*E*	**Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences ?**
279	*Aline&Léo*	oui
280	*E*	**Est-ce que vous avez des questions à me poser ?**

281	*Léo*	non
282	*Léo*	Plus rien
283	*E*	**Alors je vais vous laissez partir j'ai l'impression que c'est fini**

Transcription B6, Mathis et Kevin

Transcription *enr 00130* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Mathis (6 ans) et Kevin (5 ans)

1	*E*	**Alors, est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences ?**
2	*Mathis& Kevin*	oui
3	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ?**
4	*Mathis& Kevin*	oui
5	*E*	**Alors qu'est-ce que vous avez fait ?**
6	*Mathis*	on a fait l'écrase biscotte
7	*E*	**Ah, vous avez fait l'écrase biscotte ?**
8	*Mathis*	oui
9	*E*	**Vous avez aimé ca ?**
10	*Mathis*	oui
11	*E*	**Qu'est-ce que vous avez fait d'autres ?**
12	*Mathis*	on a fait les engrenages
13	*E*	**Les engrenages avec les roues. Vous avez fait l'électricité ?**
14	*Kevin*	oui
15	*E*	**Vous avez allumé des ampoules ?**
16	*Kevin*	oui
17	*E*	**Vous avez fait l'ombre aussi ? Vous avez travaillé sur l'ombre ? Avec des lampes de poche ?**
18	*Kevin*	Non on ne l'a pas fait ça
19	*E*	**Vous ne l'avez pas fait ça ?**
20	*E*	Vous avez appris des choses sur ce que vous avez vu hier ? 1: 48
21	*Mathis& Kevin*	oui
22	*E*	**Oui, et puis vous avez animé Plouf**
23	*Mathis*	oui
24	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de comment vous avez fait pour animer plouf ?**
25	*Mathis& Kevin*	oui
26	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous vouliez que les autres apprennent ?**

27	*Mathis*	Que euh… qu'ils mettent les animaux euh... qu'ils mettent les personnages du plus lourd au plus léger
28	*E*	**Ahhh**
29		*(blanc)*
30	*E*	**Alors vous avez utilisé une histoire c'est ça ?**
31	*Mathis& Kevin*	oui (*hochement de tête de M*)
32	*E*	**Alors avec ces histoires, qu'est ce qu'il se passait dans l'histoire ?**
33	*Kevin*	Alors il y avait un loup qui venait en premier et il croyait qu'il y avait un fromage au fond du puits et il descendait au fond du puits
34	*E*	**Et puis après qu'est-ce qu'il se passait ?**
35	*Mathis*	Et après il y avait un copain qui arrivait et le loup il lui faisait croire qu'au fond du puit il y avait un fromage et le loup il est remonté et le cochon il est descendu
36	*E*	**Donc le cochon est descendu**
37	*Mathis*	oui
38	*Kevin*	Et après il y a une famille de lapins et le cochon il leur fait croire qu'il y avait des carottes au fond du puits et les lapins ils sont descendus au fond du puits et après le loup il est revenu et il est descendu au fond du puits et les lapins ils sont remontés
39	*E*	**Ca c'est l'histoire c'est ça ?**
40	*Kevin*	oui (*hochement de tête de M*)
41	*E*	**Et qu'est ce que vous avez fait avec cette histoire alors ?**
42	*Mathis*	Bin en fait euh on a fabriqué un puits on leur a demandé de faire un puits et après on a leur a expliqué l'histoire
43	*E*	**Ah vous leur avez expliqué l'histoire ?**
44	*Mathis*	Enfin, non, on ne leur a pas expliqué mais on leur a dit ce qu'il fallait faire
45	*E*	**Et qu'est-ce que'ils devaient faire ?**
46	*Mathis*	En fait ils devaient en premier mettre la bouteille avec le loup ils ont mis (*montre une bouteille*) et donc ils ont mis la bouteille avec le loup dans un truc comme… dans ca (*montre le bouteille qui sert de seau*) après ils devaient faire descendre… ca c'est descendu (*montre le deuxième objet seau*) après je leur ai dit de mettre un cochon dans l'autre truc (*montre un seau*) le loup est remonté et le cochon est descendu.
47	*E*	**Alors pourquoi tu leur as demandé de mettre le cochon ?**
48	*Mathis*	Parce que dans l'histoire le loup il fait croire au cochon qu'il y avait...
49	*Mathis& Kevin*	un fromage
50	*Mathis*	au fond du puits, et donc le cochon est descendu
51	*E*	**Et puis ensuite ?**
52	*Mathis*	Et après on disait qu'il y avait une famille de lapins qui arrivait et le cochon fait qu'il y avait.. Que c'était un puits à carottes et les lapins ils sont descendus et le loup est remonté.
53	*E*	**le cochon est remonté ?**
54	*Mathis*	Non… oui, oui, le cochon est remonté pas le loup
55	*E*	**Et donc ils ont fait comme dans l'histoire c'est ça ?**
56	*Mathis*	Oui et après il y a un loup qui arrivait et il voulait attraper un lapin et les lapins ils sont remontés et le loup il n'a pas attrapé de lapins et il est redescendu au fond du puits
57	*E*	**Et donc ils ont fait ça aussi ?**
58	*Mathis*	oui
59	*E*	**On arrive à faire ça ?**
60	*Mathis*	Bin oui
61	*E*	**On arrive à faire remonter les lapins ?**
62	*Mathis*	Non on n'arrive pas à faire remonter les lapins

63	*Mathis*	Ah parce qu'en fait le loup du premier
64	*Kevin*	il est trop léger
65	*Mathis*	oui
66	*E*	**Ah il est trop léger**
67	*Mathis*	Oui il est trop léger pour porter les lapins
68	*E*	**Et donc c'est possible de faire comme dans l'histoire ?**
69	*Mathis& Kevin*	non
70	*E*	**Ce n'est pas possible de faire comme dans l'histoire ? Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
71	*Mathis*	oui
72	*E*	**Oui ?**
73	*Mathis*	un petit peu
74	*E*	Un petit peu
75	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi ?** (*à Kevin*)
76	*Kevin*	oui
77	*E*	**Pourquoi c'est un petit peu embêtant ?**
78	*Mathis*	Bin parce qu'on peut pas faire comme dans l'histoire et on aimerait bien faire comme dans l'histoire mais on peut pas
79	*E*	**On ne peut pas ?**
80	*Mathis*	mmmm
81	*E*	**On ne peut vraiment pas faire comme dans l'histoire ?**
82	*Mathis& Kevin*	non
83	*E*	**Est-ce que tu en connais d'autres des histoires où ce n'est pas possible de faire comme dans l'histoire ?**
84	*Mathis*	Non
85	*E*	**Et toi tu en connais des histoires ?** (*à Kevin)*
86	*Kevin*	Non
87	*E*	**On a raconté cette histoire à des petits enfants, plus petits que vous, et puis on leur a demandé si l'histoire était possible et puis comme on leur avait juste lu l'histoire ils croyaient que l'histoire était possible. Est-ce que tu crois que c'est embêtant si les enfants croient que l'histoire est possible ?**
88	*Mathis*	Bin
89	*E*	**Elle est pas possible l'histoire**
90	*Mathis*	non
91	*E*	**Parce que le loup il ne descend pas à la fin et les petits ils croyaient que c'était possible, est ce que c'est embêtant ça ?**
92	*Mathis*	oui
93	*E*	**oui ?**
94	*Mathis*	oui
95	*E*	**Alors comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que ce n'est pas possible ?**
96	*Mathis*	Bin en faisant l'expérience
97	*E*	**En faisant l'expérience ?**
98	*Mathis*	*(hoche la tête)*
99	*E*	**Tu penses que s'ils font ça ils vont comprendre que c'est pas possible ?**
100	*Mathis*	Bin euh oui ils vont comprendre que c'est pas possible ils vont essayer et ils verront que le loup il remonte pas
101	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi ?** *(à Kevin)*
102	*Mathis*	Que le loup il descend pas

103	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi ?** (*à Kevin*)
104	*Kevin*	Oui
105	*E*	**Qu'il faut les faire essayer ?**
106	*Kevin*	Oui
107	*E*	**Vous avez fait ça en classe pour savoir ?**
108	*Mathis*	euh oui
109	*E*	**Vous avez essayé aussi ?**
110	*Mathis& Kevin*	oui
111	*E*	**Quand tu me disais tout à l'heure que c'était un petit peu embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire, est-ce que tu as des idées pour me dire pourquoi c'est un peu embêtant ?**
112	*Mathis*	mmmm
113	*E*	**Tu m'as dit que tu préférais qu'on puisse faire comme dans l'histoire c'est ça ? Est-ce que celui qui a écrit l'histoire, est-ce qu'il pouvait faire ça ?**
114	*Mathis*	Bin oui. Par exemple parce que nous ca marche pas et lui il l'a fait et en fait ça marche pas parce dans le livre il ne l'a pas fait comme il faut donc ça ne marche pas
115	*E*	**Qu'est ce que tu dirais à cet auteur là si tu le rencontrais ?**
116	*Mathis*	je ne sais pas
117	*E*	**Est-ce que tu lui dirais, ça ne marche pas ton histoire ?**
118	*Mathis*	bin oui
119	*E*	**Et toi qu'est ce que tu lui dirais à cet auteur si tu le rencontrais ?** (*à Kevin*)
120	*Kevin*	Qu'elle ne marche pas son histoire
121	*E*	**Tu aimerais lui montrer ?**
122	*Kevin*	(*hoche de la tête)*
123	*E*	**Tu aimerais lui montrer toi aussi pourquoi ça ne marche pas ?** (*à mathis*)
124	*Mathis*	bin oui
125	*E*	**Comment tu lui dirais que ça ne marche pas tu lui expliquerais comment ?**
126	*Mathis*	euh oui
127	*E*	**Comment tu lui expliquerais ?**
128	*Mathis*	bin en lui disant que dans son livre le loup il remonte avec les lapins enfin le loup il descend et la famille de lapins elle peut remonter dans son livre mais en fait nous quand on a fait l'expérience nous ça marchait pas
129	*E*	**Vous avez fait plusieurs fois l'experience ?**
130	*Mathis& Kevin*	Oui
131	*E*	**Et à chaque fois ça ne marche pas ?**
132	*Mathis*	oui à chaque fois ça ne marche pas
133	*E*	**Est-ce que tu penses que si vous ne l'aviez fait qu'une seule fois l'expérience ça aurait suffit pour dire que ça ne marche pas ou c'était mieux de refaire plusieurs fois l'expérience ?**
134	*Mathis*	C'est mieux de faire plusieurs fois parce que plusieurs fois on peut plus bien s'entraîner et après quand on doit aller le faire c'est bien
135	*E*	**Et toi qu'est-ce que tu en penses ?** (*à Kevin*)
136	*Kevin*	oui
137	*E*	**Tu penses la même chose ?**
138	*Kevin*	(*hoche la tête*)
139	*E*	**Je vais vous montrer des photos et puis vous allez me dire ce que vous en pensez. Alors je vous montre cette photo et j'aimerais que tu me dises si tu penses qu'avec ce materiel là, et puis si on rajoute les bouteilles qu'il y a là** (*montre les bouteilles),* **on peut essayer de faire comme dans l'histoire. Qu'est-ce que tu en penses ?**

140	*Mathis*	euh bin oui on peut faire comment on a fait (*montre le haut de l'image avec la poulie*) Bin parce que en fait là il y a un puits avec les seaux et le puits et voilà on peut faire comme dans l'histoire
141	*E*	**Il y a tout comme ici ou c'est un peu diffèrent ?**
142	*Mathis*	il y a tout comme ici sauf les bouteilles
143	*E*	**Sauf les bouteilles et là ici ?** (*montre quelque chose sur la photo*)
144	*Mathis*	bin... (*il regarde la photo et le dispositif*) Il y a tout
145	*E*	**D'accord je te montre celui là qu'est ce que tu en penses ? On peut l'utiliser pour faire comme dans l'histoire ?**
146	*Kevin*	Non parce qu'il n'y a pas le truc ici (*pointe l'endroit avec la poulie sur la photo*)
147	*E*	**Ici, c'est quoi le truc ici ?**
148	*Kevin*	Pour faire tourner la corde (*montre la poulie du dispositif de la classe)*
149		(imcompréhensible)
150	*Mathis*	On ne peut pas
151	*E*	**Ah alors attends on va mieux regarder** (*zoom avec l'ipad*)
152	*Mathis*	le truc il y est
153	*E*	**Tu vois le petit truc là, je crois que c'est un petit truc pour faire tourner la corde. Tu penses que c'est important qu'il y ait un petit truc pour faire tourner la corde ?** *(Kevin acquiesce de la tête pendant que Mathis reprend la parole)*
154	*Mathis*	oui si on met un personnage bin ca ne pourra pas… après on ne pourra pas... si on ne met pas un truc comme ca (*montre la poulie*) eh bin on ne pourra pas faire monter et descendre les personnages parce que ça ne pourra pas tourner
155	*E*	**Et il faut que ça tourne ?**
156	*Mathis& Kevin*	oui
157	*E*	**Alors je vous en montre une autre encore et vous me dites ce que vous en pensez**
158		(*Kevin regarde la photo et le dispositif et Mathis regarde dehors*)
159	*Mathis*	oui on peut le faire
160	*E*	**Et toi qu'est ce que tu en penses ?** (*à Kevin)*
161	*Kevin*	oui
162	*E*	**Pourquoi est ce qu'on peut le faire ?**
163	*Mathis*	bin en fait parce que là (*regarde le dispositif, montre la photo*) il ya les bois comme là (*montre le dispositif*), mais sauf que là c'est pas grave si il y a une croix, et il y a un trait là, il y a tout, il y a la corde et les seaux. Il ne manque plus que les bouteilles et c'est tout, il y a tout là sauf les bouteilles.
164	*E*	**Et toi qu'est ce que tu en penses ?** *(à Kevin)*
165	*Kevin*	oui
166	*E*	**Tu penses la même chose ?**
167	*Kevin*	*(hoche la tête)*
168	*E*	**Vous pensez toujours la même chose tous les deux ?**
169	*Kevin*	(*hoche la tête et souris)*
170	*E*	**Si il y a un petit qui me dit moi je ne pense pas qu'on peut faire pareil parce qu'on ne voit pas le fond du trou ?**
171	*Mathis*	On ne voit pas le fond du trou donc on ne peut pas le faire, on peut le faire mais on ne voit pas le fond du trou
172	*Kevin*	Pour mettre les bouteilles
173	*E*	**On peut le faire même si on ne voit pas le fond du trou ou on peut le faire ?**
174	*Mathis*	On ne peut pas le faire parce qu'il est trop bas il faut se pencher et après on va tomber dans le trou
175	*E*	**Mais si on voyait le fond du trou vous pensez qu'on pourrait le faire ?**
176	*Mathis& Kevin*	oui

177	*E*	**Ok alors je vous montre une derniere image**
178		(*ils regardent tous les deux la photo*)
179	*Mathis*	Ah bin celle là c'est bon. Ah non, il n'y a pas le truc là, il n'y a pas ça (*montre le dispositif)* il n'y a pas la caisse pour que ça tombe
180	*E*	**Est-ce qu'on peut essayer comme ça** (*zoom*) **est ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire à votre avis ?**
181		(*regardent la photo*)
182	*Mathis*	oui
183	*E*	**Qu'est-ce qu'il faut qu'il y ait... Là je vous ai montré des tas d'images différentes vous êtes d'accord tous les deux ? Ce ne sont pas les mêmes images que je vous ai montrées. Vous m'avez dit à chaque fois qu'on peut essayer comme dans l'histoire qu'on a...**
184	*Mathis*	Non, il y en avait une qu'on ne pouvait pas, il n'y avait pas le truc
185	*E*	**Attends, dans laquelle il n'y avait pas le truc ?** (*montre les photos précédentes*)
186	*Mathis*	ce n'est pas dans celle-là
187	*E*	**Tu me parles de quel truc alors ?**
188	*Mathis*	C'était…(*fait defiler les images*) c'était dans celle là
189	*E*	**Et le truc dont tu me parles c'est quoi ?**
190	*Mathis*	c'est euh, il n'y avait pas les …
191		(*fait defiler les images)*
192	*E*	**Montre le moi le truc en question**
193	*Mathis*	En fait, il y en avait une où il n'y avait pas le truc pour tourner
194	*E*	**Ah, le truc pour tourner, c'est une poulie**
195	*Mathis*	Sur une photo on ne voyait pas la poulie. On ne pouvait pas faire.
196	*E*	**Ce qui compte finalement pour faire les choses, vous êtes en train de me dire que c'est la poulie c'est ça ?**
197	*Mathis& Kevin*	oui
198	*E*	**Bon je suis d'accord avec vous moi, pour faire comme Plouf il faut une poulie, vous avez raison.**
199	*E*	**Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences ?**
200	*Mathis& Kevin*	oui
201	*E*	**Oui. Vous avez préféré être animateur ou être visiteur ?**
202	*Mathis*	être visiteur parce qu'après on peut faire plein de choses rigolotes, on peut faire beaucoup de choses, on peut faire des activités différentes et on peut apprendre des choses
203	*E*	**Tu te souviens de ce que tu as appris sur le groupe avec les engrenages ?**
204	*Mathis*	non
205	*E*	**Et toi tu te souviens ?** (*à Kevin*)
206	*Kevin*	non
207	*E*	**Ce n'est pas grave c'était juste au cas où**
208	*E*	**Merci beaucoup à tous les deux vous pouvez retourner en classe**

Transcription B7, Alexandre et Anaëlle

Transcription *enr 00131* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Alexandre (6 ans) et Anaëlle (6 ans)

1	*E*	**Est-ce que vous avez aimé le jardin des sciences tous les deux ?**
2	*Alexandre*	oui
3	*Anaëlle*	Quoi ?
4	*E*	**Tu as aimé le jardin des sciences ?** (*à A*)
5	*Anaëlle*	oui
6	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ?**
7	*Anaëlle*	oui
8	*Alexandre*	oui on a fait l'expérience de plouf, l'expérience de …
9	*Anaëlle*	L'expérience de la lumière
10	*E*	**D'accord**
11	*Anaëlle& Alexandre*	(*Blanc avec questions sur objets de la kermesse*)
12	*E*	**Qu'est ce que vous avez fait d'autre ? Vous vous souvenez ?**
13	*Alexandre*	euh
14	*E*	**Est-ce que vous avez travaillé sur des roues avec des engrenages ?**
15	*Anaëlle& Alexandre*	oui
16	*E*	**Vous avez fait ça ?**
17	*Anaëlle*	Oui
18	*Alexandre*	Non on n'a pas travaillé
19	*E*	**Vous n'avez pas fait ça ?**
20	*Anaëlle*	Non on n'a pas fait ça là bas
21	*E*	**Vous avez fait les sabliers ?**
22	*Anaëlle& Alexandre*	oui
23	*E*	**Vous avez fait les sabliers, vous avez travaillé sur l'air avec un petit pot et un mouchoir ?**
24	*Alexandre*	non euh oui
25	*Anaëlle*	Si sur l'air on a travaillé mais moi je ne l'ai pas fait
26	*E*	**Toi tu ne l'as pas fait ?** (*à A*)

27	*Anaëlle*	non
28	*E*	**Et toi tu l'as fait ?** (*à Al*)
29	*Alexandre*	(*hoche la tête*)
30	*Anaëlle*	Et aussi , il y avait par exemple du sucre des...
31	*E*	**Ah oui des mélanges**
32	*Anaëlle*	et il fallait les mettre dans l'eau
33	*Anaëlle*	Pour voir ce que ça donnait, si ça partait ou si ça ne partait pas
34	*E*	**D'accord et donc vous avez fait Plouf ?**
35	*Anaëlle& Alexandre*	oui
36	*Anaëlle*	Nous on a fait Plouf
37	*Alexandre*	C'est notre expérience
38	*E*	**Alors qu'est ce que vous vouliez faire comprendre aux enfants qui étaient là ?**
39	*Anaëlle*	Bin au début on disait …
40	*Alexandre*	Notre prénom
41	*Anaëlle*	Oui je m'appelle Annaelle (*se retourne et montre Alexandre*)
42	*Alexandre*	Alexandre
43	*Anaëlle*	Et après on disait : je vais vous raconter une histoire de Plouf et après on raconte l'histoire de Plouf et après on dit :"remettez euh si vous avez bien compris l'histoire remettez les images dans l'ordre "
44	*E*	**D'accord**
45	*Anaëlle*	Donc il fallait remettre les deux personnages qui descendent et qui remontent dans l'ordre de l'histoire
46	*Anaëlle*	et après on leur disait : " si vous avez bien compris faites l'expérience "
47	*Anaëlle*	Non c'est à la fin ça
48	*Alexandre*	Ah oui
49	*E*	**Donc ils remettaient dans l'ordre les images pour être sûr qu'ils sachent bien qui descend et qui remonte**
50	*Anaëlle*	Et après on disait euh…
51	*E*	**Tu te souviens ?**
52	*Alexandre*	(*dit non avec la tête*)
53	*E*	**Vous leur faisiez faire des choses**
54	*Anaëlle*	et au début on disait : "ne touchez pas le matériel sans la permisssion"
55	*E*	**ok**
56	*Anaëlle*	et aussi après on disait : "comment peut-on faire pour le savoir ?"
57	*E*	**Comment on peut faire pour savoir quoi ?**
58	*Anaëlle*	Pour savoir si c'est vrai si ils descendent ou ils remontent et en faisant l'expérience ils devaient constuire le puits et après ils fallaient remettre.
59	*E*	**Remettre les personnages dans le seau**
60	*Anaëlle*	Y'avait une caisse fallait les mettre. D'abord c'était ça et ça après c'était ça et ça et après c'etait ça et ça (*montre les bouteilles remplies de sable)*
61	*E*	**et alors qu'est ce qu'il se passait ? On pouvait faire comme dans l'histoire ?**
62	*Anaëlle*	Et après …
63	*Alexandre*	Oui
64	*Anaëlle*	Non parce qu'à la fin c'était pas pareil les lapins ils descendaient pas y'avait que le... Non c'était le …
65	*Alexandre*	Le loup il ne descendait pas
66	*Anaëlle*	Ouais parce que parce que (*touche un bouteille*)
67	*E*	**Attends Annaelle**
68	*Alexandre*	Parce que on était obligé de mettre un truc plus lourd dans le loup

69	*E*	**Donc vous avez essayé de faire comme dans l'histoire et puis**
70	*Anaëlle*	Oh il y en a qui ont 5 ans (*regarde l'ipad*)
71	*E*	**Et puis donc, c'est ici que ça se passe. Donc vous avez essayé de faire comme dans l'histoire et si je comprends bien au début vous arrivez à faire pareil c'est ça ?**
72	*Anaëlle& Alexandre*	Oui
73	*E*	**Et puis pas à la fin ?**
74	*Anaëlle*	Si mais à chaque fois...
75	*E*	**A la fin on y arrive ou pas à faire comme dans l'histoire ?**
76	*Anaëlle*	Non
77	*Alexandre*	Le loup il descend pas il faut mettre un truc plus lourd
78	*Anaëlle*	et aussi qu'est ce que je voulais dire ?
79	*E*	**Alors est ce que l'histoire elle est possible ou pas ?**
80	*Anaëlle*	Mais à chaque fois on disait stop est ce que c'est vrai ?
81	*E*	**Est ce que c'est possible ?**
82	*Anaëlle*	Est ce que c'est possible ? et ils disaient oui ou non parce qu'à la fin ce n'était pas ça. Donc au début ils disaient oui et après on a dit :"allez mettre un point vert" et ils allaient mettre un point vert et après on disait:" mettez du plus léger au plus lourd" et ils ont mis le 1 le loup le 2 le cochon et le 3 les lapins
83	*E*	**D'accord alors l'histoire elle est possible jusqu'au bout ?**
84	*Alexandre*	Jusqu'à la fin non
85	*E*	**Jusqu'à la fin non, la dernière…**
86	*Anaëlle*	parce que ici c'est pas possible (*montre la première bouteille et la troisième*) c'est normal parce que là il y a moins de sable (*montre la première*) et là il y a plus de sable (*montre la troisième*)
87	*Alexandre*	Eh oui
88	*E*	**Donc le loup est trop léger c'est ça que vous me dites ? Donc l'histoire n'est pas possible. Est-ce que c'est embêtant que l'histoire ne soit pas possible ?**
89	*Alexandre*	Un peu
90	*E*	**Un peu ? Pourquoi un peu ?**
91		(*Moment de silence*)
92	*Alexandre*	Parce que le loup il ne peut pas redescendre
93	*E*	**Parce que le loup il ne peut pas redescendre**
94	*Alexandre*	oui
95	*E*	**Et ça c'est embêtant alors ?**
96	*Alexandre*	(*hoche la tête*)
97	*Anaëlle*	un peu
98	*E*	**Un peu. Il y a des petits à qui on raconte l'histoire. Si les petits quand on leur raconte l'histoire ils pensent que l'histoire elle est possible, est-ce que c'est embêtant ça ? Si les petits enfants pensent que toute l'histoire est possible ?**
99	*Anaëlle*	Non
100	*E*	**C'est pas embêtant si ils pensent ça les petits ?**
101	*Anaëlle*	Un peu
102	*E*	**Un peu, pourquoi c'est embêtant ?**
103	*Anaëlle*	Parce que les petits ils ne comprennent pas
104	*E*	**Les petits ils ne comprennent pas ?**
105	*Alexandre*	(*dit non avec la tête*)
106	*Anaëlle*	oui parce qu'ils sont petits
107	*E*	**Est-ce qu'on pourrait trouver une façon de faire pour les aider à comprendre ?**
108	*Anaëlle*	Bin on refléchit et si ils y arrivent vraiment pas on leur dit
109	*Alexandre*	Eh oui

110	*E*	**Alors comment vous vous avez fait pour comprendre les choses ? Qu'est ce qu'elle a fait la maitresse pour vous aider à comprendre ? Vous avez fait comment ?**
111	*Alexandre*	Elle nous a demandé de faire l'expérience (*montre le dispositif avec la main*)
112	*E*	**Ah donc vous avez fait l'expérience pour comprendre**
113	*Anaëlle& Alexandre*	Oui
114	*E*	**Et alors pour les petits, comment vous feriez pour les aider ?**
115	*Alexandre*	Bin en fait s'ils n'y arrivent pas on leur dit. Ils nous disent qu'ils n'y arrivent pas
116	*Anaëlle*	Mais d'abord on les laisse réfléchir
117	*Alexandre*	oui
118	*E*	**Et est ce que tu penses qu'il faut qu'ils fassent l'expérience pour comprendre ?**
119	*Alexandre*	oui
120	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi ? Ils doivent faire l'expérience ou pas ?** (*à A)*
121	*Anaëlle*	Bin…
122	*E*	**Tu penses que oui toi en tout cas ?** (*à al*)
123	*Alexandre*	Oui
124	*Anaëlle*	De quoi ?
125	*E*	**Ah tu n'as pas écouté alors... est ce que tu penses qu'il faut faire l'expérience pour faire comprendre les petits ?**
126	*Anaëlle*	oui
127	*E*	oui ?
128	*Anaëlle*	(*hoche la tête*)
129	*E*	**Et si on ne leur fait pas l'expérience est ce qu'ils peuvent comprendre si on ne leur fait pas l'expérience ?**
130	*Anaëlle*	non
131	*Anaëlle*	Parce que s'ils ne font pas l'expérience, ils ne peuvent pas savoir si c'est vrai ou si ce n'est pas vrai
132	*E*	**Donc pour savoir il faut essayer c'est ça que tu me dis ?**
133	*Anaëlle& Alexandre*	oui
134	*E*	**Et si il y a un enfant qui a emprunté un autre livre pas celui de Plouf, un autre livre. Et puis cet enfant vous dit moi je sais que l'histoire elle est possible, qu'est ce que vous en pensez ? Qu'est ce que vous lui répondriez à cet enfant ?**
135	*Anaëlle*	Bin on lui répond il faut faire l'expérience pour regarder, pour savoir si c'est vrai ou si ce n'est pas vrai
136	*E*	**Donc s'il te dit juste, moi je le sais parce que moi je suis le plus fort ! Qu'est ce que tu lui dis ? Tu lui dis qu'il a raison ?**
137	*Anaëlle*	Non je lui dis que personne n'est plus fort que les autres. Tout le monde est fort.
138	*E*	**Donc pour savoir, ce qu'il faut faire c'est essayer c'est ça ?**
139	*Anaëlle*	Par exemple, il dit moi je sais que c'est vrai toute l'histoire et que le dernier c'est pas vrai
140	*E*	**Alors s'il te dit ça qu'est ce que tu fais ?**
141	*Anaëlle*	Bin moi je dis :"il faut faire l'expérience il faut essayer voir si c'est vrai ou si ce n'est pas vrai "et on fait l'expérience et on voit si c'est vrai ou si ce n'est pas vrai
142	*E*	**Je vais vous montrer des images d'accord ? Et sur ces images vous allez me dire si en utilisant ce matériel on peut faire comme dans l'histoire**
143	*Anaëlle*	non
144	*Alexandre*	oui
145	*Anaëlle*	Non parce que y'a qu'un seul pot il en faut deux
146	*E*	**Il y a un autre pot qui est là. Pourquoi tu me disais oui toi ?** (*à al*)
147	*Anaëlle*	Oui si il y a un pot dedans, oui on peut le faire

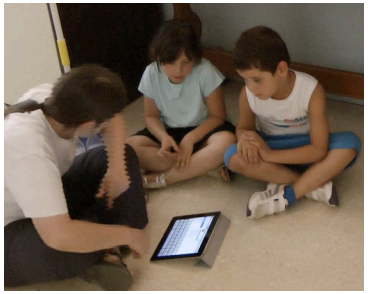
148	*Alexandre*	Oui, il y a la poulie les deux seaux. Il y a tout ce qu'il faut en fait pour Plouf
149	*E*	**Qu'est ce qu'il faut pour faire Plouf ?**
150	*Alexandre*	Il faut quatre plots, deux barres, un seau, une caisse
151	*Anaëlle*	et les personnages
152	*E*	**Les personnages on ne les voit pas mais ils sont à côté**
153	*Alexandre*	et les personnages et la poulie
154	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi, tu es d'accord avec lui ?** (*à A*)
155	*Anaëlle*	oui et il faut la feuille aussi
156	*E*	**D'accord je vous montre une autre image qu'est ce que vous en pensez ?**
157	*Alexandre*	Bien
158	*E*	**Bien ?**
159	*Alexandre*	Quoi que
160	*E*	**Qu'est ce qui t'embête ?**
161	*Alexandre*	ah oui y'a pas la poulie là
162	*E*	**Attends on va agrandir pour essayer de voir**
163	*Anaëlle*	Si elle y est mais elle est bizarre
164	*E*	**Elle y est mais elle est bizarre donc si c'est une poulie tu penses qu'on peut essayer de faire plouf avec ce matériel là ?**
165	*Anaëlle& Alexandre*	oui
166	*E*	**d'accord**
167	*Anaëlle*	Et les personnages ils sont devant
168	*E*	**Et les personnages ils sont devant. Ce n'est pas pareil que ça (montre les barres et plots) Il n'y a pas de plot ?**
169	*Anaëlle*	Oui ce n'est pas pareil parce que il n'y a pas de plot et ce ne sont pas des barres c'est des …
170	*Alexandre*	C'est en fait comme des espèces de bois
171	*E*	**Oui c'est du bambou**
172	*Alexandre*	Ah oui c'est ce qu'il mange le panda
173	*E*	**Alors est ce qu'on peut essayer de faire l'histoire avec ce matériel là ?**
174	*Anaëlle& Alexandre*	oui
175	*E*	**Même si il n'y a pas les plots ?**
176	*Anaëlle& Alexandre*	oui
177	*Alexandre*	Parce que le seau si il n'y avait pas le seau, si il n'y avait pas les barres... Si on n'avait pas ces barres on ne pourrait pas accrocher le fil pour les seaux
178	*E*	**Mais là il y a ce qu'il faut pour faire**
179	*Anaëlle& Alexandre*	oui
180	*E*	**Alors je vous montre une autre image qu'est ce que vous en pensez ?**
181	*Anaëlle*	On voit pas les…. Et là c'est une corde c'est pas …
182	*Alexandre*	Il n'y a pas le deuxieme seau
183	*E*	**On ne sait pas trop, il y en a un ici et l'autre on ne voit pas trop**
184	*Alexandre*	ah oui il est dedans, il est descendu
185	*E*	**Alors est ce qu'on peut essayer de faire plouf avec ce matériel ?**
186	*Anaëlle*	Oui c'est bien parce qu'ils ont creusé et nous c'est pas grave on a mis une caisse mais pour de vrai dans l'histoire c'est un puits donc c'est presque pareil
187	*Alexandre*	Oui presque pareil. Mais là c'est plus embêtant parce qu'il y a la poulie
188	*E*	**Il y a la poulie ici ?**
189	*Alexandre*	Oui là (*montre sur la photo*)

190	*E*	Donc on peut faire comme dans Plouf parce qu'il y a la poulie ? Tu me dis c'est plus embêtant, qu'est ce qui est plus embêtant ?
191	*Alexandre*	Je n'ai pas dit que c'était plus embêtant
192	*E*	Qu'est ce que tu as dit ?
193	*Alexandre*	j'ai dit ce n'est pas embêtant parce qu'il y a la poulie
194	*E*	**D'accord**
195	*Anaëlle*	Mais il y avait la poulie partout
196	*E*	**Donc on pouvait faire Plouf partout parce qu'il y avait la poulie c'est ça ?**
197	*Anaëlle& Alexandre*	oui
198	*E*	**Même si c'est très différent ?**
199	*Anaëlle& Alexandre*	oui
200	*Anaëlle*	Mais si il n'y a pas la poulie ce n'est pas bon parce que il faut qu'il y ait les personnages avec
201	*Alexandre*	oui
202	*Anaëlle*	et si il n'y a pas la poulie ou le fil et tous les personnages ils vont tomber
203	*Alexandre*	Eh oui
204	*Anaëlle*	et du coup il faut quelque chose comme ça là (*montre le dispositif*)
205	*Alexandre*	oui ou sinon ils ne peuvent pas remonter
206	*Anaëlle*	sauf que là ce n'est pas pareil c'est des crochets
207	*Alexandre*	non
208	*E*	**Je vous en montre un dernier**
209	*Anaëlle*	on voit rien
210	*E*	**attendez, j'agrandis un petit peu**
211	*Anaëlle*	c'est penché de l'autre coté
212	*Alexandre*	ah oui ça se peut ça
213	*E*	**Ca se peut ça ?**
214	*Alexandre*	oui parce que là il y a la poulie
215	*Anaëlle*	et en bas
216	*Alexandre*	et en bas il y a les plots là
217	*Anaëlle*	et il manque un seau là
218	*E*	**Est-ce que c'est important s'il n'y a pas un deuxième seau, est ce qu'on peut l'accrocher directement ?**
219	*Alexandre*	là il y a un seau
220	*Anaëlle*	et là il n'y a pas de seau après
221	*E*	**Mais là ils accrochaient directement leur personnage sur la ficelle**
222	*Alexandre*	mmm
223	*E*	**Alors est ce qu'on peut faire quand même les choses si on accroche directement ?**
224	*Anaëlle*	oui
225	*Alexandre*	moi je pense que oui
226	*E*	**Oui, comment on pourrait faire pour savoir ?**
227		(*silence*)
228	*E*	**On pourrait essayer peut être ?**
229	*Alexandre*	oui on pourrait essayer
230	*Anaëlle*	oui accrocher directement les personnages
231	*E*	**et voir si on y arrive**
232	*Alexandre*	On enlève un seau et
233	*Anaëlle*	ou sinon on met les personnages et pas de personnages dans celui là (*montre le montage*)

234	*E*	**Là, les personnages on les a fait avec des bouteilles**
235	*Anaëlle& Alexandre*	oui
236	*E*	**Regardez eux, est-ce qu'ils ont fait les personnages avec des bouteilles ?**
237	*Anaëlle& Alexandre*	non
238	*E*	**Est ce que c'est important de faire des personnages avec une bouteille ?**
239	*Anaëlle*	non
240	*Alexandre*	avec le poids oui
241	*Alexandre*	et si il n'y a pas le poids...
242	*Alexandre*	c'est embêtant
243	*E*	**Alors ça peut être autre chose que du sable mais c'est le poids qui est important c'est ça que tu me dis ?**
244	*Alexandre*	oui
245	*E*	**Alors par exemple si j'utilise de la pâte à modeler ? Qu'est ce qu'il faudrait que je fasse si j'utilise de la pâte à modeler pour essayer de faire comme dans l'histoire ?**
246	*Anaëlle*	Mais on peut pas c'est trop petit
247	*Alexandre*	oui
248	*E*	**Alors si on met des boules de pâte à modeler directement dedans ?**
249	*Anaëlle*	oui on peut
250	*Alexandre*	Si on en met une grosse oui si on en met une qui rentre on peut faire (*touche les bouteilles qui servent de seau*) Et le loup il descend à la fin de l'histoire
251	*E*	**Alors il faut que je fasse... Pour essayer de faire comme dans l'histoire, pour avoir le cochon qui fait remonter le loup, le lapin qui fait remonter le cochon, comment faut-il que je fasse mes pâtes à modeler ? Toutes pareilles ?**
252	*Anaëlle*	Non
253	*Alexandre*	Non
254	*Alexandre*	Il faut que tu en fasses une pour le loup parce que il n'a que ça comme poids (*prends la bouteille la plus légère*)
255	*Anaëlle*	et pour le cochon ?
256	*E*	Et pour le cochon ?
257	*Alexandre*	et pour le lapin
258	*E*	**Alors pour le cochon je fais une boule comment ? Comme pour le loup ?**
259	*Anaëlle& Alexandre*	non
260	*Anaëlle*	Comme dans le poids qui est…(*montre la deuxieme bouteille*)
261	*Alexandre*	Une moyenne, une comme ca (*montre avec ses mains*)
262	*E*	**D'accord**
263	*Alexandre*	Et pour lui (*montre les lapins*) tout cela de poids !
264	*Anaëlle*	Bin c'est pas grave on fait une grosse pâte à modeler, une grosse boule
265	*E*	**Donc je fais une petite boule pour le loup**
266	*Alexandre*	Non une grosse pour le loup, une moyenne et… (*montre les bouteilles*)
267	*Anaëlle*	et une grosse
268	*Alexandre*	et une toute petite
269	*Anaëlle*	Mais non
270	*Alexandre*	Mais si,vu qu'il est lourd t'as pas vu tout ce qu'il y a comme poids ?
271	*E*	**alors il faut faire une grosse boule ou une petite boule pour les lapins du coup ?**
272	*Anaëlle*	Une moyenne
273	*Alexandre*	Une petite
274	*E*	**Une petite boule de pâte à modeler c'est plus lourd ou moins lourd qu'une grosse boule de pâte à modeler ?**

275	*Anaëlle& Alexandre*	C'est moins lourd
276	*E*	**Alors il faut quoi pour les lapins plus lourd ou moins lourd ?**
277	*Alexandre*	Moins lourd
278	*Anaëlle*	Plus lourd
279	*Alexandre*	Non moins lourd
280	*E*	**Bin pèse les deux avec tes mains**
281	*Alexandre*	C'est lui le plus lourd (*la bouteille la plus lourde qui correspond aux lapins*). Lui il est tout léger. Porte le (*passe la bouteille à A*)
282	*E*	Du coup il faut une petite ou une grosse boule
283		?
284		(*A pèse les bouteilles*)
285	*E*	**Pour lequel il faut une petite, pour lequel il faut une grosse ?**
286	*Alexandre*	Grosse (*montre la bouteille la plus legère avec le loup*) et petite (*montre la bouteille la plus lourde avec les lapins*)
287	*E*	**Qu'est ce que tu en penses toi ?** (à A)
288	*Anaëlle*	Bof
289	*E*	**Faudrait essayer pour savoir. Il faudrait essayer**
290	*Alexandre*	On n'a pas de pâte à modeler
291	*E*	**Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences ?**
292	*Anaëlle& Alexandre*	oui
293	*E*	**Est-ce que vous avez aimé être animateur ?**
294	*Anaëlle& Alexandre*	oui
295	*E*	**Est-ce que vous avez des questions à me poser ?**
296	*Anaëlle& Alexandre*	Non
297	*E*	**Merci beaucoup**
298	*E*	**Est-ce qu'elles étaient difficiles les questions ?**
299	*Anaëlle& Alexandre*	Non
300	*E*	**Une dernière question, est ce que vous en connaissez d'autres des histoires pas possibles ?**
301	*Anaëlle& Alexandre*	Non
302	*Alexandre*	Quoi que
303	*E*	**Qu'est ce que tu connais comme histoire pas possible ?**
304	*Alexandre*	j'en connais mais je ne me rappelle plus. C'est embêtant
305	*E*	Ce n'est pas grave c'était juste au cas où. Merci beaucoup

Transcription B8, Maylie et Quentin



Transcription *enr 00132* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Maylie (6 ans) et Quentin (5 ans)

1	*E*	**Alors est-ce que vous vous souvenez des jardins des sciences ?**
2	*Maylie*	oui
3	*Quentin*	moi pas trop
4	*E*	**Et toi Maylie ?**
5	*Maylie*	oui
6	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez de ce vous avez fait sur le jardin des sciences ?**
7	*Quentin*	moi je me rappelle de..., on a fait Plouf, des sabliers, des engrenages, l'écrase biscotte
8	*E*	**Vous avez fait l'écrase biscotte vous aussi ?**
9	*Quentin*	non on n'a pas pu manger les biscottes et les autres ils avaient pu les manger
10	*E*	**Et quoi d'autres encore ?**
11	*Quentin*	Plouf
12	*E*	**Est-ce que vous avez fait l'électricité ? Avec une petite lumière, avec une petite ampoule, vous ne l'avez pas fait ca ? Si, vous avez fait ?**
13	*Quentin*	moi je m'en rappelais plus comment ça s'appelait.
14	*E*	**Electricité**
15	*Quentin*	Ah oui
16	*E*	**Vous vous rappelez de pas mal de choses. Est-ce que vous avez aimé être animateur ?**
17	*Maylie& Quentin*	oui
18	*E*	**oui ?**
19	*E*	**Alors est-ce que vous vous souvenez de ce que vous vouliez que les enfants apprennent à votre stand ?**
20	*Maylie& Quentin*	oui
21	*E*	**Alors qu'est-ce qu'ils devaient apprendre ?**
22	*Maylie*	Ils devaient apprendre (*interruption*) On devait leur demander comment le loup pouvait monter
23	*E*	**Comment le loup il pouvait monter ? Alors c'est quoi cette histoire de loup ?**
24	*Quentin*	En fait c'était le cochon et le loup qui disait "viens là, il y a un gros fromage" et le cochon le croyait et il a fait descendre une famille de lapins après qui venait. Le cochon disait : "venez il y a beaucoup de carottes dans le puits" après le cochon remontait et les lapins descendaient

25	*E*	**Et puis ensuite qu'est-ce qu'il s'est passé ?**
26	*Quentin*	après il y avait
27	*Maylie*	le loup
28	*Quentin*	le loup
29	*Quentin*	le loup du début de l'histoire et il voulait attraper un lapin sauf qu'il a plongé dans l'eau
30	*E*	**Ah donc il est descendu et les lapins remontaient ?**
31	*Maylie& Quentin*	oui
32	*E*	**ça c'était dans l'histoire c'est ça ?**
33	*Maylie& Quentin*	oui
34	*E*	**Et qu'est-ce que vous avez fait avec cette histoire avec les enfants ?**
35		(*moment d'attente*)
36	*E*	**Pourquoi il y a un puits ici ?** (*montre le puits*)
37	*Quentin*	Pour qu'on fasse l'exercice de Plouf
38	*E*	**Ah vous leur avez fait un exercice de Plouf ? C'était quoi l'exercice de Plouf ?**
39	*Quentin*	en fait on met une bouteille dans la boîte et le loup et les cochons remontaient
40	*E*	**Donc on a le loup au début et puis ensuite on met le cochon c'est ça ?** (*fait l'expérience)*
41	*Maylie& Quentin*	oui
42	*E*	**Quand on met les cochons qu'est-ce qu'il se passe ?**
43	*Maylie& Quentin*	le loup remonte et le cochon descend
44	*E*	**Ah et ça c'est comme dans l'histoire c'est ça ?**
45	*Maylie& Quentin*	oui
46	*Maylie& Quentin*	après on enlève le loup et on met une famille de lapins
47	*E*	**D'accord et quand on met une famille de lapins qu'est-ce qu'il se passe ?**
48	*Maylie*	la famille de lapins descend et le loup remonte
49	*E*	**Et ensuite qu'est-ce qu'il se passe ?**
50	*Quentin*	après le loup du début de l'histoire (*prend le loup et va le mettre dans le seau du haut)*
51	*E*	**Et alors qu'est-ce qu'il se passe à ce moment là ?**
52	*Quentin*	après il tombe dans le puits
53	*E*	**Il tombe dans le puits ?**
54	*Quentin*	oui
55	*Quentin*	Il ne veut pas marcher (*en montrant que la bouteille ne descend pas*)
56	*E*	**Ah il ne veut pas marcher ? Qu'est-ce que tu en penses toi Maylie ?**
57	*Maylie*	ah parce que le loup il est petit et puis lui il est pas lourd lui il est un et la famille de lapins c'est lourd parce qu'ils sont trois
58	*E*	**La famille de lapins c'est lourd ?**
59	*Quentin*	parce que c'est les plus lourds parce que ils sont trois il y a l'enfant le papa et la maman et ils sont trois
60	*E*	**Et alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
61	*Maylie*	non
62	*Quentin*	non
63	*E*	**Au début on peut faire comme dans l'histoire et à la fin est-ce que… Dans l'histoire vous m'avez dit que le loup il descendait et les lapins ils remontaient c'est ça ?**

64	*Maylie*	euh oui
65	*E*	**Est-ce que là on a pu faire comme dans l'histoire ?**
66	*Quentin*	non le loup il reste toujours en haut et les lapins ils restent toujours en bas
67	*E*	**C'est embêtant ca ?**
68	*Quentin*	bin oui parce qu'ils peuvent plus respirer dans l'eau
69	*E*	**ah**
70	*Quentin*	si ils restent trop longtemps
71	*E*	**Et toi qu'est-ce que tu en penses maylie c'est embêtant ?**
72	*Maylie*	oui
73	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
74	*Maylie*	parce que normalement les lapins ils doivent remonter pour qu'après le loup il descende et qu'il reste dans le puits c'est comme ça dans l'histoire
75	*E*	**C'est comme ça dans l'histoire et nous on arrive à faire comme dans l'histoire ?**
76	*Maylie*	non
77	*Maylie*	il faut quelque chose de lourd par exemple pour faire descendre le loup et faire monter les lapins
78	*E*	**Donc elle est possible cette histoire ?**
79	*Maylie*	non
80	*E*	**Est-ce que tu en connait d'autres des histoires pas possibles ? Et toi est-ce que tu en connais d'autres quentin des histoires pas possibles ?**
81	*Quentin*	euh oui (*M dit non avec la tête*)
82	*E*	**Tu pourrais me donner un exemple des histoires pas possibles ?**
83		(*silence*)
84	*E*	**Ce n'est pas grave si tu n'en connais pas**
85	*Quentin*	je n'en connais pas
86	*E*	**Tu n'en connais pas. Alors je vais vous poser une autre question : il y a des petits à qui on a lu l'histoire, donc on leur a raconté l'histoire et puis les petits à la fin on leur a expliqué comme vous aviez fait avec vos visiteurs que ça montait que ça descendait. Et puis quand on leur demande si l'histoire est possible les enfants, et les petits enfants repondent oui oui oui l'histoire elle est possible. Oui oui on peut faire descendre le loup et puis faire remonter les lapins est-ce que c'est embêtant ça à votre avis si ils pensent ça les petits ?**
87	*Maylie*	oui
88	*E*	**Oui c'est embêtant ? Pourquoi c'est embêtant ?**
89	*Quentin*	parce que il reste dans l'eau et elle est froide parce que c'est la nuit
90	*E*	**Ils pensent que les lapins vont remonter et que le loup va redescendre. Est-ce que c'est embêtant si ils pensent ça ?**
91	*Maylie& Quentin*	oui
92	*Maylie*	oui parce que il avait faim et il voulait manger un lapin mais n'il y arrive pas
93	*Quentin*	parce qu'il voulait attraper un lapin il voulait attraper le frère lapin et il n'a pas pu
94	*E*	**Donc c'est embêtant si les petits ils croient ça ?**
95	*Quentin*	parce qu'il s'est pris le filet en plein dans la patte
96	*E*	**D'accord, est-ce qu'on pourrait les aider à comprendre que ce n'est pas possible l'histoire à votre avis ? Comment on pourrait les aider à comprendre que ce n'est pas possible l'histoire ? Comment vous avez fait dans la classe pour comprendre que ce n'était pas possible ?**
97	*Quentin*	bin faut faire l'expérience après on a tout compris
98	*E*	**Ah vous avez fait l'expérience pour tout comprendre**
99	*Maylie*	bin oui
100	*Maylie*	on a fait plusieurs fois et on a compris que l'histoire elle n'était pas vraie
101	*E*	**Est-ce que vous pensez qu'on peut faire pareil avec des petits on pourrait faire**

		l'histoire et essayer pour comprendre ?
102	*Quentin*	non
103	*E*	**Pourquoi non ?**
104	*Quentin*	parce que ils sont plus petits et les petits comprennent pas les choses dures et ça c'est facile
105	*E*	**Alors ils peuvent comprendre ou pas ça ?**
106	*Maylie& Quentin*	oui
107	*E*	**Alors est-ce qu'on pourrait leur montrer puis leur faire essayer pour qu'ils comprennent que ce n'est pas possible l'histoire ? Qu'est-ce que vous en pensez ?**
108	*Maylie& Quentin*	oui
109	*E*	**D'accord. Je vais vous montrer des photos et puis vous allez me dire si avec le matériel que je vais vous montrer vous pensez qu'on peut faire comme dans l'histoire. Alors regardez la premiere photo. Est-ce que vous pensez qu'avec ce matériel là on peut essayer de faire comme vous avez fait en classe ?**
110	*Quentin*	Non parce qu'il a qu'un seau il n'y a pas deux seaux
111	*E*	**Alors en fait il y en a un deuxième mais on ne le voit pas**
112	*Quentin*	on peut le faire parce que ça ressemble à un puits
113	*E*	**Ca ressemble à un puits et qu'est-ce que tu en penses toi maylie ?**
114	*Quentin*	parce que ça c'est l'eau ça on imagine qu'il a fait un personnage et il a versé dedans (*montre l'ipad*)
115	*E*	**Donc tu penses qu'on peut essayer de faire Plouf avec ce matériel là ?**
116	*Maylie& Quentin*	oui
117	*E*	**Toi aussi ?** (*à Maylie*) **Je vous montre l'image suivante**
118	*Maylie& Quentin*	non
119	*E*	**Pourquoi non ?**
120	*Maylie*	parce qu'il n'y a pas la poulie
121	*E*	**Il n'y a pas la poulie ?**
122	*Maylie*	non faut le faire pour que ça glisse pour que ça monte et que ça descende (*montre le dispositif)*
123	*E*	On va bien regarder. Alors ça vous ne voyez pas bien mais il aurait fallu que je vous en apporte une
124	*Quentin*	il y a une étoile là
125	*E*	**Là ou ça brille un peu en fait c'est comme la vôtre mais vous elle est noire et celle-ci elle est brillante mais c'est vrai qu'on ne la voit pas bien. Mais tu penses qu'il faut qu'il y ait ça pour faire comme dans l'histoire ?**
126	*Maylie*	oui parce que si on l'enlève sur le baton ça ne peut pas glisser. Faut la poulie pour que ça glisse.
127	*E*	**Il faut la poulie pour que ça glisse. Mais c'est quand même pas la même chose parce que vous avez des plots et puis là il n'y a pas de plots**
128	*Quentin*	et oui
129	*Maylie*	et ça ne peut pas tenir
130	*E*	**Est-ce que ça a l'air de tenir là ?**
131	*Maylie*	non
132	*Maylie*	ça penche
133	*Quentin*	ça penche un petit peu de ce côté
134	*E*	**Et si on remplace les plots par les deux morceaux de bois comme ça, est-ce que ça change quelque chose ou pas ?**
135	*Quentin*	oui

136	*Quentin*	oui parce qu'il a zéro plot et qu'il n'y a qu'un seau et là c'est du carrelage
137	*E*	**Qu'est-ce que tu en penses toi ? Est-ce qu'on peut essayer de faire Plouf avec ce dispositif et ce matériel là ou pas ?**
138	*Maylie& Quentin*	non
139	*E*	**Pourquoi non ? Vous m'avez dit oui tout à l'heure. Vous m'avez dit oui parce qu'il y a une poulie**
140	*Quentin*	attends fais voir si il y a une poulie (*regarde de plus près l'ipad*)
141	*E*	**alors elle est là donc là il y a une poulie**
142	*Quentin*	ah oui il y a une petite poulie
143	*E*	**Il y a une petite poulie**
144	*Quentin*	mais sauf qu'il y a l'étoile au dessus de la poulie
145	*Maylie*	Tout à l'heure on a dit oui parce qu'il y avait des plots et là non parce qu'il n'y a pas les plots. Ca ne peut pas tenir s'il n' y a des plots.
146	*Quentin*	Si on plante les bois dans la terre ça pouvait tenir mais là ils n'ont pas planté le bois dans la terre
147	*E*	**Alors regardez en fait ils ont scotché, là il y a du scotch pour que ça tienne vous voyez ? Les bouts de bois ils tiennent dessus. Je vous montre une autre photo. Vous voyez, ça tient, vous avez vu comment ils ont mis, ils l'ont fait glisser dans une poignée.**
148	*Maylie*	ah dans la poignée du seau
149	*E*	**oui**
150	*Quentin*	ah j'ai compris. C'est le jardin des sciences
151	*E*	**Oui c'est le jardin des sciences**
152	*Maylie*	On peut le faire mais pas maintenant parce que si on enlève les plots on a pas de sol on peut pas le faire
153	*E*	**Nous on ne peut pas le faire mais eux ils peuvent le faire. Je vous montre une autre photo ? Regardez cette photo**
154	*Quentin*	Là c'est un vrai puits
155	*E*	**C'est un vrai puits là ?**
156	*Maylie*	non ce n'est pas un vrai puits parce qu'il n'y a pas l'eau
157	*E*	**Ah on ne sait pas, peut-être que l'eau est au fond, dedans, et qu'on ne la voit pas**
158	*Quentin*	bin oui parce que...
159	*Maylie*	là, il y a de la terre, ça veut dire qu'ils ont creusé
160	*Quentin*	mais sauf qu'il y a la poulie
161	*E*	**oui**
162	*Maylie*	et ça peut glisser
163	*E*	**Et ça peut glisser donc est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire avec ce puits ?**
164	*Maylie& Quentin*	bin oui
165	*Maylie*	oui mais sauf qu'il faut deux seaux. Là au fond il y a un seau et là il y a pas de seau
166	*E*	regarde il est là le seau
167	*Quentin*	il y a un deuxieme seau
168	*E*	**Mais il n'est pas accroché. Vous pensez qu'avec ce puits là on pourrait essayer de faire comme dans l'histoire ?**
169	*Maylie& Quentin*	oui
170	*E*	**D'accord. Et même si c'est du bois là et puis que vous ce n'est pas du bois ?**
171	*Quentin*	c'est pareil la même chose mais sauf qu'il n'a pas les plots parce que c'est un vrai puits
172	*E*	**D'accord, ça veut dire que celui là ce n'est pas un vrai puits ?**

173	*Quentin*	bin oui parce que tout ca c'est du matériel de sport
174	*E*	**D'accord, mais ce n'est pas grave on peut faire comme si c'était un vrai puits quand même ?**
175	*Maylie& Quentin*	oui
176	*E*	**D'accord alors je vous montre la dernière photo**
177	*Quentin*	un grand plot
178	*Quentin*	mmm non
179	*E*	**Pourquoi non ?**
180	*Quentin*	bin parce qu'il n'y a pas de seau
181	*Maylie*	et si parce que les seaux on ne les voit pas
182	*Quentin*	mais il a des pinces à linges c'est ça le problème
183	*E*	**Pourquoi c'est un problème ces pinces à linge ?**
184	*Quentin*	bin parce que ça sert pour faire le linge
185	*E*	**Et ça sert pour faire du sport**
186	*Quentin*	bin oui ça c'est du matériel de sport
187	*E*	**bin ça c'est du matériel pour pendre le linge est-ce que ça change quelque chose ?**
188	*Maylie*	oui parce que les pinces à linge c'est pas pour faire du sport et ça c'est pour faire du sport
189	*E*	**et donc on ne peut pas faire de puits en utilisant des pinces à linge mais on peut faire un puits en utilisant du matériel de sport**
190	*Maylie& Quentin*	oui
191	*E*	**oui ah bon ? Je vous ai demandé tout à l'heure si vous connaissiez d'autres histoires possibles pas possibles ?**
192	*Quentin*	moi j'en connais zéro
193	*E*	**d'accord et toi pas plus non plus ?**
194	*Maylie*	(*dit oui avec la tête*)
195	*E*	**Est-ce que vous avez aimé travailler sur Plouf avec votre maitresse ?**
196	*Maylie& Quentin*	oui
197	*Quentin*	j'ai adoré faire des expériences
198	*E*	**Vous aimez faire des expériences ?**
199	*Maylie& Quentin*	oui
200	*E*	**C'est quoi faire des expériences ?**
201	*Maylie*	des expériences c'est en fait que tu…
202	*Quentin*	que tu fais des choses
203	*Maylie*	que tu fais des choses et que si tu sais pas tu les apprends
204	*Quentin*	tu apprends quelque chose
205	*Maylie*	tu apprends quelque chose et puis nous on aime parce qu'on aime bien apprendre et avec les expériences on apprend des choses
206	*E*	**D'accord. Quand vous faites des dessins, ça vous arrive de faire des dessins avec votre maitresse, vous apprennez des choses aussi**
207	*Quentin*	quand on fait que des dessins de la planète des "alpha" (*pour apprendre l'alphabet*)
208	*Maylie*	la planète des "alpha" c'est un dvd qu'on a regardé sur le tbi avec la maitresse
209	*E*	**Quand vous avez fait les dessins vous avez appris des choses vous m'avez dit, est-ce que c'était des expériences ?**
210	*Quentin*	non
211	*Maylie*	oui
212	*E*	**oui ou non ?**

213	*Maylie*	oui parce que dans les expériences on apprend des choses et là aussi on apprend des choses
214	*Quentin*	oui parce qu'on apprend les lettres
215		(*discussion sur l'alphabet*)
216	*E*	**Si vous aviez l'occasion de rencontrer celui qui a fait Plouf, celui qui a écrit l'histoire, est-ce que vous aimeriez lui poser des questions ?**
217		oui
218	*E*	**Quelles questions vous aimeriez lui poser ?**
219	*Quentin*	j'aimerais bien faire les engrenages et les sabliers
220	*E*	**Non, là ce que je te demande c'est, celui qui a écrit l'histoire de Plouf, si tu le rencontres, est-ce que tu aurais envie de lui poser des questions ?**
221	*D*	oui
222	*E*	**Quelles questions ?**
223	*Maylie*	Comment il a fait pour inventer l'histoire ?
224	*E*	**Comment il a fait pour inventer l'histoire ?**
225	*Quentin*	moi j'ai vu un livre de Plouf et celui qui le fabriquait et je lui ai dit bonjour et en partant j'ai dit au revoir c'était l'illustrateur
226	*E*	**C'est le même qui a écrit l'histoire et qui a fait les dessins il s'appelle Philippe Corentin. Vous aimeriez le rencontrer cet auteur ?**
227	*Quentin*	oui
228	*Maylie*	je l'ai déjà vu en photo

Transcription B9, Cléa et Lenny

Transcription *enr 00133* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Lenny (6 ans) et Cléa (6 ans)

1	*E*	**Alors, est-ce que vous vous souvenez du jardin des sciences ?**
2	*Cléa& Lenny*	oui
3	*E*	**oui ?**
4	*Cléa*	Beaucoup
5	*E*	**Beaucoup ?**
6	*Lenny*	oui
7	*E*	**Comme ça, vous allez pouvoir nous raconter alors. Qu'est-ce que vous avez fait sur le jardin des sciences ?**
8	*Cléa*	On a animé Plouf
9	*E*	Vous avez animé Plouf
10	*Cléa*	On a animé les sabliers
11	*E*	**Vous n'avez pas animé les sabliers, vous avez visité les sabliers.**
12	*Cléa*	On a visité les sabliers
13	*E*	**Oui**
14	*Cléa*	On a renversé de… de la grenadine dans les verres
15	*E*	**oui**
16	*E*	**Est-ce que vous avez fait de l'electricité ?**
17	*Cléa*	oui
18	*E*	**Est-ce que tu as allumé les ampoules ?** (*à L*)
19	*Lenny*	non
20	*E*	**Non, toi tu ne l'as pas fait ?**
21	*Lenny*	*(dit non avec la tête)*
22	*Cléa*	Et aussi a… Obelix
23	*E*	**Asterix. Vous avez travaillé sur Asterix et Obelix. Toi aussi ?** (*à L*)
24	*Lenny*	oui
25	*E*	**Tu as travaillé dessus**
26	*Cléa*	On a fait les engrenages mais pas nous
27	*E*	**Pas toi mais il y en a d'autres qui ont fait les engrenages**
28	*Lenny*	oui, moi je l'ai fait
29	*E*	**Toi tu l'as fait ?** (*à L*)
30	*Lenny*	oui

31	*E*	**Tu as bien aimé ?**
32	*Lenny*	oui
33	*Cléa*	On faisait tourner les roues. On met une roue, d'abord elle, et après une autre (*montre les roues imaginairement devant elle*) et après on fait tourner mais ça tounait pas dans le même sens. L'autre elle allait par là et l'autre elle tournait par là (*montre le sens avec ses mains*)
34	*E*	**Ah elles ne tournaient pas dans le même sens les deux roues.**
35	*Cléa*	Non. La fin comme on mettait une autre roue à la fin elle tournait par là et au début elle tournait par là (*montre encore le sens avec ses mains*)
36	*E*	**Ah, donc quand tu mets trois roues la première et la troisième elles tournent…**
37	*Cléa*	Elles tournent dans le même sens
38	*E*	**Elles tournent dans le même sens tu as appris ça et tu t'en souviens encore c'est bien ça. Qu'est-ce que tu te souviens d'autre ?**
39	*Cléa*	je ne me rappelle plus
40	*E*	**C'est déjà pas mal**
41	*E*	**Alors vous avez été animateur sur Plouf. Est-ce que vous avez aimé animer Plouf ?**
42	*Lenny*	Oui
43	*Cléa*	On va encore animer Plouf ? (*montre le matériel*)
44	*E*	**Non, non, on ne va pas animer Plouf, c'était juste pour vous aider à vous rappeller les choses. Alors est-ce que vous vous souvenez pourquoi vous avez fait ça avec les enfants ? Qu'est-ce que vous vouliez qu'ils apprennent les enfants ?**
45	*Cléa*	Construire le puits
46	*E*	**Construire le puits**
47	*Cléa*	Mettre les personnages
48	*E*	**Mettre les personnages**
49	*Cléa*	D'abord le loup
50	*E*	**Oui**
51	*Cléa*	Il était au fond du puits, il y avait un fromage
52	*E*	**Ca c'est l'histoire donc vous leur racontiez l'histoire c'est ça ?**
53	*Lenny*	oui
54	*Cléa*	Après on leur a fait des jeux mais pas des jeux n'importe mais on les a fait travaillé (*inaudible*) mais sauf qu'il faut mettre un point vert, un point vert et un point rouge à la fin ili faut mettre un point rouge
55	*E*	**Ah alors c'est quoi ces points verts et ces points rouges ?**
56	*Cléa*	En fait quand on met un point vert ça veut dire que c'est possible si on met un point rouge ça veut dire que ce n'est pas possible
57	*E*	**Ah donc vous avez essayé de faire comme dans l'histoire ?**
58	*Cléa*	Parce que aussi par exemple on met le loup
59	*E*	**oui**
60	*Cléa*	et je mets le loup après le cochon et ça marche je met un point vert, et un autre point vert et après les lapins et aussi on met les lapins et aussi ça marche pas parce que le cochon il est trop gros et ça marche pas et il voyait sur la table qu'il y avait des pierres
61	*E*	**Attends, alors au début c'est le loup et puis ensuite ce qu'il se passe c'est que le cochon, le cochon il arrive** (*met la bouteille représentant le loup dans le pot et pareil pour le cochon*)
62	*Cléa*	Il descend
63	*E*	Et puis le loup
64	*Cléa*	Sauf que là il manque le puits (*montre l'endroit entre les plots*)
65	*E*	**Ah est-ce que c'est grave ça pour faire comme dans l'histoire ou pas ? Est-ce que c'est grave s'il manque le puits ?**

66	*Cléa*	Non
67	*E*	**Non, est-ce que tu peux faire l'histoire quand même ?**
68	*Cléa*	Oui
69	*E*	**Oui on peut faire comme dans l'histoire. Alors là...**
70	*Cléa*	Après il y a les lapins
71	*E*	**Et est-ce que c'est possible ça ?**
72	*Cléa*	Non
73	*E*	**Non ? Les lapins ils descendent et le cochon il remonte dans l'histoire c'est ça ?**
74	*Cléa*	oui
75	*E*	Alors regarde
76	*Cléa*	**Ah parce que tu as mis assez de…(***montre la bouteille lapin***)**
77	*E*	Là il y a les lapins qui descendent et le cochon qui remonte
78	*Cléa*	Ah oui j'ai compris parce que après on l'enlève hop ça marche pas (met le loup dans le pot) Parce que regarde il n'y a pas beaucoup assez de sablier
79	*E*	D'accord
80	*Cléa*	Et donc là…(fais monter les lapins à la main) là il y a beaucoup de sablier. Et donc ça marche pas
81	*E*	**Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire à ce moment là ?**
82	*Cléa*	Non
83	*E*	**Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ? Au début est qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
84	*Cléa&Lenny*	Oui
85	*Lenny*	Mais à la fin non
86	*E*	**Donc est-ce que l'histoire elle est possible ?**
87	*Cléa*	Non
88	*E*	**Est-ce qu'elle est possible l'histoire ? Est-ce qu'on arrive à faire comme dans l'histoire jusqu'au bout ?**
89	*Cléa*	Non
90	*Lenny*	On peut le faire monter mais pas descendre
91	*E*	**Voilà on peut faire une partie de l'histoire, le début de l'histoire est possible et la fin n'est pas possible.**
92	*Cléa*	Il y a deux personnages qui montent et le loup il est assez petit et les lapins ils ont trois familles donc ils n'arrivent pas à monter
93	*E*	**Donc cette étape là on ne peut pas la faire comme dans l'histoire ?**
94	*Lenny*	Non
95	*Cléa*	Le début ou mais le début non
96	*E*	**Mais la fin non ?**
97	*Cléa*	(*dit oui avec la tête)*
98	*E*	**Est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
99	*Cléa*	Non
100	*E*	**Pourquoi ce n'est pas important ?**
101	*Cléa*	Euh parce que ce n'est pas très grave
102	*E*	**Pourquoi ce n'est pas grave ?**
103	*Cléa*	euh…(hosse les épaules)… Je ne sais pas
104	*E*	**Et toi Lenny qu'est-ce que tu en penses ?**
105	*Lenny*	Je ne sais pas
106	*E*	**Tu ne sais pas ? Ce n'est pas grave on a le droit de ne pas savoir, il n'y a pas de bonne de réponse et de mauvaise réponse à ces questions, c'est juste pour savoir ce que vous en pensez. Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**

107	*Cléa*	(*dit non avec la tête*)
108	*E*	**Et toi Lenny est-ce que tu en connais d'autres où tu ne peux pas faire comme dans l'histoire ?**
109	*Lenny*	(*pas de réponse)*
110	*Cléa*	J'en connais une, j'en connais deux euh trois parce que avec la petite taupe qui voulait savoir qui lui avait fait sur la tête. Il y a beaucoup de personnages et il y a la mouche qui fait (incompréhensible). Et après
111	*Lenny*	C'est jean rit
112	*Cléa*	Oui il y a jean rit au début c'était jean rit qui lui avait fait sur la tête le gros caca et le début et à la toute fin c'est la taupe qui lui fait sur la tête parce que bien fait pour elle, bien fait pour lui
113	*E*	**Et c'est possible de le faire ou pas ?**
114	*Cléa*	euh je ne sais pas parce qu'on ne l'a même pas fait
115	*E*	**Ah ça veut dire que pour savoir il faut ?**
116	*Lenny*	le faire
117	*E*	**Il faut le faire pour savoir ?**
118	*Cléa*	Euh non pour essayer
119	*E*	**Il faut essayer, pour savoir il faut essayer**
120	*Cléa*	Après les trois petits cochons ils sont trois et leur mères leur dit bonne chance et euh après le début le premier petit cochon il construisait une maison en paille
121	*E*	**Et c'est possible ça ?**
122	*Cléa*	Oui
123	*Lenny*	Non Bin non parce que si on va quelque part faire une maison en paille qu'il y a du vent quand on va à la ferme eh bin
124	*Cléa*	Non le loup
125	*Lenny*	Oui le loup il peut souffler
126	*Cléa*	Ah oui
127	*Lenny*	Et oui et si la nuit il y a un loup qui vient souffler et bin on dormira dans le froid
128	*Cléa*	Oui et donc après quand le loup il souffle (*inaudible*) et après il reste plus que la porte
129	*E*	**D'accord j'ai une autre question pour vous, c'est une autre question. On a raconté cette histoire à des petits enfants, par exemple ceux sont des moyennes sections, on leur raconte l'histoire. On leur raconte l'histoire de Plouf et puis on leur demande si on peut tout faire comme dans l'histoire. On leur demande ça et puis les moyennes sections ils vous répondent : oui on peut tout faire comme dans l'histoire ça veut dire qu'ils pensent qu'à la fin de l'histoire le loup il descend et que les lapins ils remontent.** (*montre la bouteille du loup et des lapins*)
130	*Cléa*	Eh non non non non non en fait dans Plouf il y a la petite grenouille qui remonte
131	*E*	**Oui mais alors là**
132	*Cléa*	euh les lapins
133	*E*	**Oui mais eux, ce qu'ils pensent, c'est que le loup il va descendre et les lapins ils vont monter comme dans l'histoire**
134	*Cléa*	Non
135	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça si les enfants ils pensent ça ?**
136	*Cléa*	Mmm oui
137	*E*	**Oui c'est embêtant ? Pourquoi c'est embêtant ?**
138	*Lenny*	(*L dit non avec la tête*)
139	*Cléa*	Bin on sait pas on a dit tout à l'heure
140	*E*	**Alors comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que ce n'est pas possible l'histoire ?**
141	*Cléa*	Ah oui parce que parce que il n'y a pas assez de sable dans le loup (*montre la bouteille avec Lenny*) et il y a beaucoup de sable dans le

142	*Lenny*	Le lapin
143	*Cléa*	Les lapins donc ça ne peut pas marcher parce que si on fait ça (*inaudible mais touche la bouteille du loup*) Il faudrait mettre quelque chose dans le loup comme ça le lapin va remonter le loup il redescend tout en bas
144	*E*	**Alors comment on pourrait aider les petits à comprendre ça ?**
145	*Cléa*	On regarde sur une table, par exemple ici et on regarde par exemple ici il y a des pierres, on les fait donner mais on les fait pas vraiment donner on les met on enlève le loup et on met deux pierres par exemple et après on remet le loup et après ça descend et les lapins remontent (*se lève et montre ce qu'elle veut faire en même temps qu'elle parle)*
146	*E*	**D'accord, mais ça ne fait pas comprendre que l'histoire n'est pas possible parce que là tu arrives à faire comme dans l'histoire si tu mets des pierres sauf que les pierres ce n'est pas le loup**
147	*Cléa*	Oui je sais parce que avec par exemple Valerie et Sabine parce qu'on fait des fois ces ateliers hein Lenny ?
148	*Lenny*	Oui enfin non là on a arrêté
149	*Cléa*	oui
150	*E*	**Ah donc ça veut dire, comment on peut faire pour aider les petits enfants à comprendre ? Est-ce qu'on leur raconte juste que ce n'est pas possible ou on leur dit moi je sais que ce n'est pas possible ?**
151	*Cléa& Lenny*	non
152	*Lenny*	On leur dit non que ce n'est pas vrai on peut pas le faire
153	*Cléa*	Le début ça va et la fin ça va pas
154	*E*	**Et tu leur dis juste ou tu fais autre chose pour qu'ils comprennent ?**
155	*Lenny*	On leur dit le loup il peut pas faire remonter les lapins parce qu'il y a pas assez de sable
156	*E*	**Mais on leur dit ? Toi tu leur dirais ?** (*à Lenny*) **Vous avez fait comment pour comprendre ça en classe ?**
157	*Lenny*	euh…
158	*E*	**Est-ce que la maitresse vous l'a dit ? Est-ce que la maitresse vous a dit si c'était possible ?**
159	*Cléa*	Je ne sais pas parce qu'on l'a fait juste avec Sabine
160	*E*	**Et Sabine elle a fait comment pour vous faire comprendre ?**
161	*Cléa*	euh elle nous a dit par contre…
162	*E*	**Comment vous avez fait en fait, vous avez essayé ?**
163	*Cléa& Lenny*	oui
164	*Cléa*	On a essayé beaucoup de fois et on regardait sur la table parce que dans la vraie histoire il n'y avait pas de bien mais ça ne marchait pas
165	*E*	**Donc vous avez essayé pour savoir si ça marchait ou si ça ne marchait pas**
166	*Cléa*	Parce que Sabine elle avait trouvé des pierres mais dans son jardin
167	*E*	**D'accord donc sans les pierres si on essaie de faire comme dans l'histoire est-ce que ça marche ?**
168	*Cléa& Lenny*	Non
169	*E*	**Ca ne marche pas, est-ce que vous avez essayé pour savoir ?**
170	*Cléa*	Oui
171	*Cléa*	On a essayé par exemple on prend une pierre...
172	*E*	**Non mais j'ai compris Cléa**
173	*E*	**Alors vous avez essayé pour savoir**
174	*Cléa*	Hein ?
175	*E*	Vous avez essayé pour savoir ?

176	*Cléa*	Oui
177	*E*	**Est-ce que vous pensez qu'on peut faire autrement pour savoir ou il faut forcement essayer ?**
178	*Lenny*	Il faut essayer
179	*E*	**il faut essayer ?**
180	*Lenny*	(*dit oui avec la tête)*
181	*E*	**Alors je vais vous poser une dernière question. Je vais vous montrer une photo et puis je vais vous demander si avec le matériel qu'il y a sur cette photo vous pensez qu'on peut essayer de faire comme Plouf ?**
182	*Cléa& Lenny*	oui
183	*E*	**Pourquoi oui ?**
184	*Lenny*	Parce que là ça peut descendre (*montre la photo*) là c'est comme ça (*montre le dispositif)*
185	*Cléa*	Ah oui j'ai compris parce que là il y a que un seau et il en faut deux
186	*E*	**Attends ce n'est pas la même chose que Lenny. Lenny n'est pas en train de dire la même chose. Qu'est-ce qui est pareil que… montre-moi !**
187	*Lenny*	Parce que là il y a la poulie (*montre le dispositif)* et là il y a la poulie (*montre l'ipad*). Là il ya le truc et là il doit y avoir
188	*Cléa*	Le puits
189	*Lenny*	Le puits
190	*Lenny*	Là il y a un seau et là il y a un truc avec la bouteille et puis là il y a un truc pour faire tenir la poulie, il y est
191	*Cléa*	Une corde, il manque quelque chose
192	*E*	**Il manque quoi, où ? Là ici il manque quelque chose ?** (*montre le dispositif*)
193	*Cléa*	oui
194	*E*	**Et là il manque quelque chose ?**
195	*Cléa*	non non là il y a le puits, le puits c'est parfait. Non mais je sais pourquoi parce que il y a le puits en haut et nous le nôtre on ne le voit pas parce qu'il est dedans le puits
196	*E*	**Alors est-ce qu'on peut utiliser ce matériel pour essayer de faire comme dans l'histoire ?**
197	*Cléa& Lenny*	oui
198	*E*	**Vous êtes sûr ?**
199	*Cléa*	Oui
200	*E*	**Sûr sûr ?**
201	*Lenny*	non
202	*Cléa*	oui
203	*E*	**Ah pourquoi non ?**
204	*Lenny*	Parce que si on veut refaire remonter un personnage on pourra pas parce qu'il n'y a qu'un seau
205	*E*	**Ah il y en a peut être deux en fait, il y en a un autre au fond mais on ne le voit pas en fait**
206	*Cléa*	Il est dedans
207	*E*	**Il est dedans on le voit pas**
208	*Lenny*	Alors on peut
209	*E*	**Comment on peut faire pour être vraiment sûr ?**
210	*Cléa*	En essayant
211	*E*	**et tu en penses quoi toi ?**
212	*Lenny*	En essayant
213	*E*	**En essayant aussi. Oui, effectivement, on pourrait être sûr en essayant**

214	*E*	**Je vous montre une autre photo ?**
215	*Cléa*	C'est Plouf
216	*E*	**Alors avec ce puits là est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ?**
217	*Cléa*	Parce qu'on ne voit pas bien la poulie en fait
218	*E*	**Ah alors attendez j'agrandis**
219	*Cléa*	Ah parce que elle est brillante en fait
220	*E*	**Alors est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
221	*Cléa*	Oui
222	*E*	**Oui ? Vous me dites qu'on peut faire comme dans l'histoire mais il n'y a pas de plot là. Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
223	*Cléa*	Parce que en fait non parce que là il y a juste le puits et la poulie sauf que là ça on dirait... (*montre l'ipad*)
224	*Lenny*	C'est la même mais ça c'est planté dans la terre
225	*Cléa*	Ah bin voilà
226	*E*	**Alors est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans Plouf ?**
227	*Cléa& Lenny*	Non
228	*Cléa*	là aussi il n'y a pas pareil de plot (*montre l'ipad*)
229	*E*	**Ce n'est pas pareil mais est-ce qu'on peut essayer de faire comme dans l'histoire ?**
230	*Cléa*	oui
231	*Lenny*	non
232	*E*	**Alors non pourquoi ?**
233	*Lenny*	Parce que ça il n'y a pas (*montre le plot*) et en haut il n'y a pas ça
234	*E*	**Il n'y a pas quoi en haut ?**
235	*Lenny*	Il n'y a pas les plots
236	*E*	**Et il faut absolument les plots pour faire comme dans l'histoire ?**
237	*Lenny*	non
238	*E*	**Alors il faut quoi pour pouvoir faire comme dans l'histoire ?** *Cléa* La poulie
239	*Lenny*	on peut prendre des (inaudible) on peut en faire on peut l'attacher par du bois et puis on peut faire …
240	*Cléa*	Ah mais j'ai compris en fait en fait tu peux attacher avec quelque chose par exemple une corde et tu mets par exemple le plot ici (*montre l'ipad*) tu attaches une corde par exemple et tu attaches l'autre ici et là ici tu mets un petit mouchoir là dedans là ici (*montre le plot*) et un autre mouchoir ...
241	*E*	**Pour faire tenir c'est ça ?**
242	*Cléa*	oui
243	*E*	**D'accord**
244	*Cléa*	S'il y a du vent eh bin on tient avec un mouchoir
245	*E*	**Donc est-ce qu'on peut essayer de faire Plouf avec ce matériel là ?**
246	*Cléa& Lenny*	oui
247	*E*	**Maintenant tu penses que oui ?**
248	*Lenny*	(*dit oui avec la tête*)
249	*E*	**Comment on pourrait être sûr ?**
250	*Lenny*	Parce que
251	*Cléa*	Pour essayer
252	*Lenny*	on peut essayer
253	*E*	**Alors tu me disais pourquoi tu étais sûr ?**
254	*Lenny*	Parce que on voit bien l'ombre du seau qui est là
255	*Cléa*	Ah oui parce que l'autre en fait

256	*E*	**Il est caché**
257	*Cléa*	Tout à l'heure lui il était en haut et là c'est à la même taille en fait
258	*E*	**oui**
259	*Cléa*	Ah non parce que là c'est plut petit et là c'est remonté un petit peu
260	*E*	**D'accord, assieds-toi bien et je vous montre la troisième photo**
261	*Cléa*	Oh la
262	*Lenny*	Oooh
263	*Lenny*	Ca ce n'est pas un puits comme Plouf
264	*Cléa*	Parce que il n'y a pas les personnages en fait
265	*E*	**Alors si on prend les personnages à part. Il manque les personnages. Est-ce qu'on pourrait essayer de faire comme Plouf si on apporte les personnages ?**
266	*Cléa& Lenny*	oui
267	*Lenny*	Parce que tu prends ça tu l'attaches ici (*autour de la bouteille*) et après tu le fais descendre
268	*E*	**Donc on peut essayer de faire comme Plouf avec ce puits là ?**
269	*Lenny*	oui
270	*Cléa*	non
271	*E*	**Non pourquoi ?** (*à Cléa*)
272	*Cléa*	Parce que en fait par exemple si il y avait un homme ou une femme qu'on attache à la corde et que on va tout au fond du puits éh bin on peut et ça fait remonter quelqu'un qui est en haut
273	*E*	**Mais là je ne te pose pas la question sur un homme ou une femme mais si on peut faire comme dans l'histoire avec ce matériel là ?**
274	*Cléa& Lenny*	oui
275	*E*	**Pourtant c'est très différent comme type de puits ?**
276	*Cléa*	ah parce qu'il y a pas le plot en haut parce que en fait
277	*E*	**Alors est-ce qu'il y a besoin des plots ?**
278	*Lenny*	non
279	*E*	**Je vous montre une dernière photo**
280	*Cléa*	Ah oui là j'ai compris c'est parce que là ils sont plus grands… ah parce qu'il y a des pinces à épiler
281	*E*	**Il y a des épingles à linge**
282	*Lenny*	(*dit non avec la tête*) On ne peut pas faire… Ah si si si
283	*E*	**Qu'est-ce qu'il te permet de dire ça ?** (*à Lenny*) **Qu'est-ce qu'il te permet de dire qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
284	*Lenny*	Parce que là j'avais vu il y avait ça
285	*E*	**Ah tu as déjà vu des choses comme ça ?**
286	*Lenny*	oui
287	*E*	**D'accord eh bin merci beaucoup à tous les deux. Est-ce que vous aimeriez me poser des questions ?**
288	*Lenny*	Euh oui
289	*E*	**Vas y pose-les moi**
290	*Lenny*	Moi j'avais bien aimé quand on était allé au jardin des sciences
291	*E*	**Vous aimeriez y retourner l'année prochaine ?**
292	*Cléa& Lenny*	Oui
293	*Cléa*	**On va y aller l'année prochaine pas vrai ?**
294	*E*	**Faudra voir avec la maitresse du CP, faudra voir avec elle**
295		(*histoire sans rapport*)

296	*E*	**Donc vous avez bien aimé le jardin des sciences ?**
297	*Cléa& Lenny*	oui

Transcription B10, Kilian, Clemence, Elena, Abigail et Manon

Transcription *enr 00134* (2012) (E = Estelle Blanquet)

Kilian (5 ans), Clémence, Elena, Abigail (5 ans) et Manon

1	*E*	**Je suis venue tous vous voir pour vous demander, d'abord, si vous avez aimé le jardin des sciences ?**
2	*Tous*	oui
3	*E*	**Tous, vous avez aimé ?**
4	*Tous*	oui
5	*E*	**Alors qu'est-ce que vous avez préféré, être animateur ou visiteur ?**
6	*K*	Visiteur
7	*E*	**Tu as préféré quoi toi ? être animateur ou visiteur ?** (*à C*)
8		*(pas de réponse)*
9	*E*	Elena ?
10	*El*	**Euh c'est quoi être visiteur ?**
11	*E*	**Visiteur c'est quand tu allais sur le stand des autres mais que tu ne faisais pas Plouf. Tu préférais ?**
12	*El*	euh non je ne préfère pas faire ça
13	*E*	**Tu préférais faire Plouf ?**
14	*El*	oui
15	*E*	**D'accord**
16	*E*	**Et toi ?** (*à A*)
17	*A*	les deux
18	*E*	**Ah bien voilà**
19	*M*	Moi pareil
20	*E*	**Les deux aussi, et toi Clémence ?**
21	*C*	Plouf
22	*E*	**Tu préferais animer Plouf**
23	*M*	Moi j'ai plus préféré être visiteur
24	*E*	**Tu préférais être visiteur et regarder le stand des autres**
25	*A*	moi c'est pareil
26	*E*	**Est-ce que vous vous souvenez, quand vous avez fait Plouf, de ce que vous vouliez que les enfants qui venaient vous voir apprennent ?**
27	*Tous*	Non
28	*E*	**Plouf c'est une histoire**
29	*tous*	oui
30	*E*	**Vous vous souvenez de l'histoire ?**

31	*Tous*	oui
32	*E*	**Il y a un loup puis après …**
33	*K*	Il y a un cochon
34	*C*	Il y a un cochon
35	*K*	et des lapins
36	*E*	**Au début le loup il se retrouve dans le puits parce qu'il est bête et puis qu'il y a un fromage et après il y a quelqu'un qui vient l'aider c'est qui ?**
37	*El*	Le cochon il saute dans la corde
38	*E*	**Voilà le cochon il vient l'aider puis le cochon descend et le loup ?**
39	*Tous*	Remonte
40	*El*	et après le cochon il dit il y a plein de carottes et les lapins ils descendent et le cochon remonte
41	*E*	**Les lapins descendent et le cochon remonte et puis après qu'est-ce qu'il se passe ?**
42	*C&K*	le loup
43	*El*	le loup il veut manger les lapins et donc après (*fait un signe de la main vers le bas*) et donc après il descend
44	*E*	**et les lapins ils remontent**
45	*E*	**ça c'est dans l'histoire ?**
46	*Tous*	oui
47	*E*	**Et alors qu'est-ce que vous avez fait avec le matériel derrière moi ?**
48	*El*	On a construit le puits
49	*E*	**Vous avez constuit le puits ?**
50	*A*	(*dit oui avec la tête*)
51	*E*	Vous avez fait quoi avec le puits ?
52	*K*	on a fait des bouteilles dedans, on a mis les bouteilles dedans (*montre les seaux*)
53	*E*	**Pour faire quoi avec les bouteilles ?**
54	*K*	Pour faire descendre le loup
55	*E*	**Pour faire descendre le loup vous voulez me dire que vous avez essayé de faire comme dans l'histoire c'est ça ?**
56	*Tous*	oui
57	*E*	oui ?
58	*El*	oui
59	*E*	**Et alors est-ce que ça marche ?**
60	*El*	oui euh…
61	*Elena&C &Kilian& Manon*	non
62	*M*	non pas les lapins
63	*E*	**Pas les lapins ? Ah ça veut dire qu'au début on arrive à faire comme dans l'histoire c'est ça ?**
64	*El*	oui
65	*E*	**Donc le cochon on arrive à le faire descendre et on arrive à le faire remonter ?**
66	*K*	non
67	*E*	**le cochon descend et le loup qui remonte ?**
68	*El*	euh le loup euh le loup
69	*K*	le loup il descend et il remonte
70	*E*	**D'accord**
71	*El*	et donc le cochon est plus lourd et donc il peut pas remonter
72	*E*	**Donc tu as le cochon qui descend et le loup qui remonte c'est ça ? Et puis ensuite les lapins ils descendent et le cochon il remonte ?**

73	*El*	oui
74	*E*	**Vous aviez essayé de faire ça, ça marchait ?**
75	*K*	oui
76	*E*	**Et puis après le loup il descend et les lapins ils remontent ?**
77	*M&A*	non
78	*M*	non ça ne marche pas
79	*E*	**Non ça ne marchait pas ?**
80	*El*	Si si si si
81	*M*	ça ne marchait pas
82	*E*	**ça ne marchait pas ?**
83	*El*	ah non non ça ne marchait pas
84	*M*	non parce que le loup il ne descendait pas
85	*K*	moi pareil parce que là là il y en avait pas beaucoup (*montre la bouteille du loup*)
86	*E*	**Ah il n'y en avait pas beaucoup dans le loup**
87	*E*	**Donc est-ce que l'histoire elle était possible à la fin ?**
88	*Kilian&El ena&Abig ail*	non
89	*E*	**Vous êtes tous d'accord pour me dire que l'histoire elle n'était pas possible à la fin ?**
90	*Elena&Ki lian&Ma non*	si si
91	*El*	D'abord elle était possible et après elle était pas possible et après aussi et voilà
92	*E*	**Donc à la fin elle n'est pas possible**
93	*El*	On mettait un point vert un point rouge et un point rouge
94	*E*	**D'accord vous mettiez des points rouges et des points verts pour savoir si l'histoire elle était possible ou pas c'est ça ?**
95	*El*	oui
96	*E*	**Abigail c'est ça aussi ?**
97	*A*	oui
98	*E*	**Et à la fin est-ce qu'elle était possible ?**
99	*Kilian&El ena&Abig ail*	non
100	*E*	**Non parce que le loup, tu m'as dit le loup il descendait…**
101	*K*	pas
102	*E*	**il ne descendait pas c'est ça non tu m'as dit ? C'est-ce que tu m'as dit toi aussi Manon ?**
103	*El*	On a mis d'abord un vert un rouge un rouge
104	*E*	**Oh il me semble que c'était deux verts et un rouge**
105	*E*	**Parce que au début il y le loup** (*met le loup dans un pot*)
106	*M*	D'abord un vert et après un rouge et après un rouge
107	*E*	**Voilà et on a le cochon qui descend et le loup qui remonte et puis après on a les lapins qui arrivent et quand les lapins arrivent le cochon remonte et puis ensuite s'il y a le loup du début celui qui a toujours très faim qui revient et là qu'est-ce qu'il se passe ?**
108	*El*	Il redescend
109	*K*	il ne redescend pas
110	*E*	**Ah il ne redescend pas**
111		(*parlent tous en même temps*)

112	*K*	Il faut une pierre
113	*E*	**Donc l'histoire elle n'est pas possible à la fin**
114	*El*	oui
115	*E*	**Est-ce que c'est embêtant ça, que l'histoire ne soit pas possible ?**
116	*A*	Si
117	*E*	**C'est embêtant ?**
118	*A*	Si
119	*E*	**Pourquoi c'est embêtant ? Parle bien fort que je t'entende**
120	*El*	Elle ne sait pas
121	*E*	**Eh tu ne sais pas si elle ne sait pas. Il faut la laisser parler**
122	*El*	elle est timide
123	*E*	**Oh si elle a une idée elle peut me la dire**
124	*E*	**Qu'est-ce que tu me disais ?**
125	*K*	elle est timide
126	*E*	**On n'est pas toujours timide ça peut arriver qu'on ne soit pas timide**
127	*E*	**Est-ce que c'est embêtant que l'histoire ne soit pas possible à la fin ? Est-ce que c'est embêtant qu'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ? Parce que là on nepeut pas faire comme dans l'histoire vous êtes d'accord ?**
128	*A*	Oh oh (*le loup descend*)
129	*E*	**Oui mais regarde il y a Kilian qui est en train de soulever le lapin tu ne le vois pas mais il est en train de tricher il est en train de faire ça** (soulève les lapins et le loup descend)
130	*E*	**Alors est-ce que c'est embêtant que l'histoire ne soit pas possible ? Vous ne savez pas trop ? Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
131	*K*	Non
132	*E*	**Non ?**
133	*A*	Non
134	*E*	**S'il y a des petits enfants qui pensent que l'histoire elle n'est pas possible, est-ce que vous pourriez les aider à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?**
135	*K*	non
136	*E*	**Est-ce qu'on pourrait les aider par exemple en leur proposant d'essayer de faire comme dans l'histoire comme vous vous avez fait ?**
137	*K*	oui
138	*E*	**oui ?**
139	*K*	oui
140	*E*	**Et tu crois que ça les aiderait à comprendre que l'histoire elle n'est pas possible ?** (*à Killian*)
141	*E*	**Comment vous avez fait vous pour savoir si l'histoire elle n'était pas possible ?**
142	*El*	Parce qu'on a vu les bouteilles et le loup on voit qu'il descend pas
143	*E*	**Ah vous avez essayé, c'est ça que vous avez fait vous avez essayé pour savoir ?**
144	*El*	oui
145	*E*	**Est-ce que c'est important d'essayer pour savoir Manon ?**
146	*M*	non
147	*E*	**Est-ce que c'est important d'essayer pour savoir ?**
148	*K*	non
149	*E*	**Toi qu'est-ce que tu en penses ?**
150	*M*	non
151	*E*	**C'est-à-dire qu'il suffit que la maitresse te dise que quelque chose n'est pas possible pour que tu la croies tout de suite ?**
152	*M*	non

153	*E*	**Non tu ne crois pas la maitresse alors ? Ah je t'embête**
154	*El*	moi oui
155	*E*	**Toi tu crois la maitresse ?**
156	*M*	(*dit oui avec la tête*)
157	*El*	Moi aussi
158	*E*	**Tu crois la maitresse ou tu préfères dire "maitresse maitresse j'aimerais quand même essayer pour être sûre"**
159	*M*	je veux essayer pour être sûre
160	*E*	**Tu veux essayer pour être sûr, oui c'est bien d'essayer pour être sûr**
161	*El*	ça nous aide
162	*E*	**ça vous aide à comprendre quand même et puis, s'ils sont petits ça peut les aider à comprendre s'ils essayent. Tu es d'accord avec ça ?**
163	*Kilian&C &Elena*	oui
164	*E*	**Alors je vais vous montrer une photo ou deux. Ce sont des photos de puits et je ne sais pas si ces puits là permettent de faire comme vous en classe. Vous allez me dire si à votre avis avec ce puits là on peut essayer de faire comme dans l'histoire ou pas ? Alors regardez l'image.**
165	*Tous*	(*Ils regardent)*
166	*E*	**Alors à votre avis avec ce puits là on peut faire comme dans Plouf ?**
167	*M*	non
168	*Kilian&C &Elena*	oui
169	*E*	**Pourquoi non ?**
170	*M*	Parce que …(inaudible)
171	*E*	**C'est les personnages ?**
172	*M*	ça ne va pas descendre
173	*E*	**ça ne va pas descendre. Et toi tu me disais oui Elena ? Pourquoi tu me disais oui ?**
174	*El*	parce que si les cochons reviennent en bas et le loup en haut eh bin il ne va pas descendre
175	*E*	**Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire avec ce matériel là ou pas ?**
176		(*pas de réponse)*
177	*E*	**Alors je vous montre une autre image, avec cette image là ?**
178	*K*	Ca ne marche pas
179	*E*	**Ca ne marche pas ?**
180	*C*	Non ça ne marche pas
181	*M*	moi aussi
182	*E*	**Toi tu dis que ça marche ?** (M)
183	*M*	non
184	*E*	**Alors pourquoi vous dites que ça ne marche pas ?**
185	*Kilian&El ena&Abig ail*	parce que la corde on dirait qu'elle est penchée
186	*E*	**Donc c'est un problème avec la corde. Est-ce que vous auriez des questions à me poser ?**
187	*K&C*	non
188	*El*	oui
189	*E*	**Alors quelle question tu voudrais me poser ?**
190	*El*	**est-ce que quand tu étais ici** (*montre l'ipad*) **eh bien pas ici mais avec nous est-ce que tu étais là ?**
191	*E*	**Ah moi je n'étais pas là quand vous étiez en classe mais j'étais là sur le jardin des**

		sciences oui
192	*El*	Ah
193	*E*	**J'étais là sur le jardin des sciences. Est-ce que vous aimeriez refaire un jardin des sciences ?**
194	*Kilian&C &Elena& Abigail*	oui
195	*E*	**oui ?**
196	*M*	moi je n'ai pas envie parce qu'il fallait beaucoup marcher
197	*E*	**Fallait beaucoup marcher**
198	*El*	Ah oui moi aussi moi aussi
199	*E*	**ah c'était fatiguant ?**
200	*El*	oui
201	*E*	**Vous avez eu mal ou pas ?**
202	*Tous*	oui
203	*M*	oui j'avais faim
204	*E*	**Ah tu avais faim**
205	*Tous*	moi aussi
206	*El*	oui mais la maitresse a dit qu'on pourrait manger après
207	*E*	**Ah fallait être là. Bon vous aimeriez refaire mais s'il ne faut pas trop marcher l'année prochaine ?**
208	*El*	oui
209	*E*	**D'accord. Eh bien je vais prendre bonne note pour l'année prochaine de tout ça**
210	*El*	D'accord
211	*E*	**Eh bien je vous remercie beaucoup et puis je vais vous laisser retourner dans la classe**

ANNEXE 7.A.c.

Transcription des entretiens réalisés à Cagnes-sur-Mer

Transcriptions C1 à C10 :

Enregistrements réalisés le 5 avril 2011 matin, dans la classe de CP de l'école Alphonse Daudet de Cagnes-sur-Mer.

L'enseignant de la classe Anne Wacongne est une enseignante expérimentée mais qui met pour la première fois en place la démarche d'investigation dans sa classe. Elle a participé à une animation pédagogique de 3h dans laquelle la séquence *Plouf !* a été décrite.

Les entretiens ont été réalisés 3 semaines après que la séance a été réalisée. Les élèves ont par ailleurs joué la pièce dans le cadre d'une séance "théatre".

Transcriptions C1

Transcription *enr 00338* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

1	*EB*	**Qu'est-ce que vous avez-fait en classe ?**
2	*E1*	On a fait comme ça (*prend le plomb loup pour commencer à expliquer*)
3	*EB*	**oui**
4	*E1*	Le loup, le soir il voyait un fromage.
5	*EB*	**ah ah il voyait un fromage**
6	*E1*	Et puis il s'est dit, quelle bonne idée alors que c'était que le reflet de la Lune donc
7	*EB*	**Donc, qu'est-ce qu'il a fait ?**
8	*E1/E2*	il s'est penché, il s'est penché et il est tombé (*de concert*)
9	*EB*	**Il est tombé dans quoi ?**
10	*E1*	dans le puits (*dépose le loup dans le puits*)
11	*EB*	**Comment vous l'avez fait tomber dans le puits ?**
12	*E1/E2*	avec le seau
13	*EB*	**Vous me montrez un peu ? ah il s'est mis dans le seau alors !**
14	*E1/E2*	non il est tombé
15	*EB*	alors j'ai l'histoire, il s'est penché (*montre l'histoire*)
16	*E1/E2*	il s'est penché, il est tombé avec le pied dans la corde

17	*EB*	**D'accord**
18	*E1/E2*	après il y avait le cochon, il est arrivé en haut (*manipulation du cochon et accrochage du poids à la corde)*
19	*E1*	après il est descendu (*oubli de mettre le loup dans le seau, le cochon tombe, le seau remonte, cela tombe et rigolade*)
20	*EB*	**Qu'est-ce qui s'est passé là ?**
21	*E1*	le cochon il est tombé et le loup il est remonté (*E2 aide à la manipulation*)
22	*EB*	**Et ça c'est qui en haut ?**
23	*E1*	le cochon, après il est descendu et le loup il est remonté (*simulation de l'histoire*)
24	*EB*	**Et qu'est-ce qu'il s'est passé après ?**
25	*E2*	Il y avait les lapins qui arrivaient (**lapins descendent et cochon remonte**)
26	*EB*	**Qu'est-ce qu'il s'est passé quand les lapins sont arrivés ?**
27	*E1/E2*	et après le cochon il part, les lapins, oui le loup il revient et (*signe non à E2 qui veut aller trop vite)*
28	*E1*	il voit les lapins dans le puits et les lapins ils disent, quand ils voient le loup arriver, ils disent "viens"
29	*EB*	**Qu'est-ce qu'il dit le loup ?**
30	*E1*	ils disent "viens" et le loup il dit "c'est ça et je parie qu'il y a un gros fromage" et puis après il oublie tout et puis il descend
31	*E1*	et puis après, (*en même temps qu'elle manipule et fait descendre le loup avec la main puis le laisse doucement remonter*)
32	*E2*	il est trop lourd, les lapins sont trop lourds
33	*EB*	**Et alors ?**
34	*E1*	alors le loup il ne peut pas remonter,
35	*E2*	les lapins restent dans le puits. Lâche, ça ne va pas. (*E1 refait la manip pour montrer que le loup ne descend pas)*
36	*EB*	**et alors ?**
37	*E1*	et après le loup il n'est pas content parce qu'après il se souvient,
38	*EB*	**il se souvient de quoi ?**
39	*E1*	il se souvient de ce qu'il avait fait au début
40	*EB*	**Est-ce que là, est-ce que là ça marche comme dans l'histoire ce que vous avait fait ?**
41	*E1/E2*	non
42	*EB*	**Et c'est embêtant cela ?**
43	*E2*	oui
44	*E1*	l'histoire elle n'est pas possible
45	*EB*	**L'histoire elle n'est pas possible ?**
46	*E2*	parce que le loup il est trop léger, parce que les lapins ils sont trois et lui il est tout seul, et il est tout léger
47	*EB*	**Ah l'histoire n'est pas possible alors ? Et vous en connaissez d'autres des histoires comme ça qui ne sont pas possibles ?**
48	*E1/E2*	Oui
49	*E1*	oui on les étudie en classe
50	*EB*	**Vous avez un exemple à me proposer ?**
51	*E1*	heuhhhhh, oui mais on n'a pas fabriqué ce qu'il faut
52	*EB*	**ah, mais raconte moi !**
53	*E1*	heuu, dans l'histoire, une histoire qui n'est pas possible c'est heu une nouvelle de Kinamina, parce que ils volent dans l'espace.
54	*EB*	ah, ils volent dans l'espace
55	*E1*	ils ne peuvent pas parce que
56	*E2*	avec des (*interrompue*)

57	*E1*	avec un lutin, oui, des enfants qui volent dans l'espace avec un lutin et après ils vont voir le père Noël.
58	*EB*	**Et elle n'est pas possible cette histoire alors ?**
59	*E1*	non parce qu'ils ne peuvent pas voler dans la vraie vie.
60	*EB*	**Ils ne peuvent pas voler dans la vraie vie ?**
61	*E1/E2*	non
62	*E1*	parce qu'il n'y a pas d'oxygène
63	*EB*	**Ah, il n'y a pas d'oxygène. Ils vont dans l'espace alors, vraiment dans l'espace**
64	*E1/E2*	oui
65	*EB*	**Alors ces histoires si elle ne sont pas possibles, elles ne sons pas bonnes ces histoires si elles ne sont pas possibles ?**
66	*E1*	ben si, elles sont bien mais c'est qu'elles sont pas possibles
67	*EB*	**J'ai une question pour vous. Je suis d'accord avec vous hein, on peut avoir des histoires qui sont bien même si elles ne sont pas possibles.La question que je me demande c'est si… Parce que cela on le fait avec des tous petits, pas des grands comme vous hein, et puis quand on le fait avec des petits, parfois ils pensent que l'histoire elle est vraie** (*E1 surprise*). **Et est-ce que vous pensez que c'est un problème s'ils pensent comme cela ?**
68	*E1*	Non, c'est une histoire, on peut dire tout ce qu'on veut
69	*EB*	**c'est une histoire et on peut dire tout ce qu'on veut ?**
70	*E1*	oui
71	*EB*	**Et s'ils pensent qu'on peut faire la même chose nous que dans l'histoire, qu'est-ce que vous en pensez ?**
72	*E1*	non, les êtres vivants ne peuvent pas faire ça, se jeter dans un puits et … un puits c'est hyper dans la terre et puis en plus il y a plein d'eau.
73	*EB*	**Et s'ils pensent que le loup peut descendre et peut remonter les lapins ? C'est embêtant ou pas qu'ils pensent cela les petits ?**
74	*E1*	non, je ne sais pas trop parce que... ils peuvent dire ce qu'ils veulent hein, c'est des histoires
75	*EB*	**c'est des histoires. Et s'ils pensent que dans les histoires c'est comme nous on peut faire ?**
76	*E1*	ah ben là par contre, faut pas imaginer non plus parce (*long silence*)
77	*EB*	**qu'est-ce que tu en penses toi ?** (*vers E2*)
78	*E1*	parce qu'en fait, ils peuvent imaginer cela mais en vrai ce n'est pas vrai.
79	*E2*	en vrai ce n'est pas possible
80	*EB*	**En vrai ce n'est pas possible. Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre cela ?**
81	*E1*	attendre qu'ils soient grands
82	*EB*	**Attendre qu'ils soient grands ?**
83	*E1*	oui
84	*EB*	**ben, tu penses pareil ?**
85	*E2*	hu hu
86	*E1*	ou alors on lui apprend les choses de grande section et après peut-être qu'ils sauront faire
87	*EB*	**hu hu, et qu'est-ce que tu penses, si on essayait de faire comme vous avez fait vous, est-ce que tu penses que ça l'aiderait ou pas ? Tu penses que ça l'aiderait ? Qu'est-ce que tu en penses toi ?**
88	*E1*	moui
89	*EB*	**moui, tu n'es pas sûre ?**
90	*E1*	non
91	*EB*	**pourquoi ?**
92	*E1*	je suis un petit peu d'accord mais je ne sais pas l'expliquer parce que (*long silence*)

		heuuu parce que si aux petits on leur apprend à faire et on attend qu'ils grandissent pour qu'ils sachent un petit peu plus de choses, peut-être qu'ils pourraient comprendre
93	*EB*	**Tu penses qu'il faut être plus grand pour comprendre l'histoire, c'est cela ? Et toi ?**
94	*E2*	pareil
95	*EB*	tu penses pareil
96	*E1*	je pense, pas avant d'avoir 4 ans
97	*EB*	**S'ils sont juste un tout petit peu plus petit que toi tu ferais quoi ? Si c'était des grandes sections ?**
98	*E1*	oui, ils pourraient
99	*EB*	**Ils pourraient. Et tu ferais comment pour les aider ?** (*rires*)
100	*E1*	je sais pas
101	*EB*	**Tu ne sais pas**
102	*E1*	on apprendrait à être maîtresse et on puis verra
103	*EB*	**ha, c'est aussi une solution oui**
104	*E1*	mais il va falloir attendre un bout de temps
105	*EB*	**Pour être maîtresse ? Ah oui là il y a encore un petit bout de temps**
106	*E1*	
107	*EB*	**C'est bien d'être enfant**
108	*E2*	pourquoi ?
109	*EB*	**On apprend plein de choses**
110	*E1*	on a que 7 ans alors on n'est pas prêt d'être maîtresse
111	*EB*	**Non, ça c'est vrai. Est-ce que vous avez aimé ce que vous avez fait avec votre maîtresse ?**
112	*E1*	oui
113	*EB*	**ça vous a interessé cette histoire ?**
114	*E1*	mais moi ce que je n'aimais pas trop c'est qu'on devait toujours l'apprendre dans les devoirs et je préférais l'apprendre en classe
115	*EB*	**c'est à dire ?**
116	*E1*	ben l'histoire je préférais l'apprendre en classe
117	*EB*	**comment vous l'avez appris ?**
118	*E1*	on l'a appris quand la maîtresse elle nous l'a lue.
119	*EB*	**oui**
120	*E1*	et elle vous a plu cette histoire ?
121	*E1/E2*	oui
122	*EB*	**et quand vous l'avez lu vous pensiez que l'on pouvait faire comme dans l'histoire ou pas ?**
123	*E1*	hé ben, au début oui. Mais à la fin non. Quand on a fait les tests en classe et qu'on a fait les puits, on a dit que c'était non, qu'on pouvait pas.
124	*EB*	**Donc ce qui vous a fait changer d'avis c'est quoi ?**
125	*E1*	c'est à la fin quand les lapins ils veulent remonter et que le loup… que ils sont comme ça (*refait les manip*). Quand le loup il est en haut, il revient
126	*EB*	**Qu'est-ce que tu veux faire là ?**
127	*E1*	quand le loup il revient, en fait à la fin quand le loup il revient hé ben l'histoire c'est pour ça parce que les lapins ils restent en bas, et loup puisqu'il descend un petit peu il ne peut quand même pas remonter
128	*EB*	**Il ne peut pas descendre tu veux dire** (*le loup est suspendu à la corde dans le vide*)
129	*E1*	oui il ne peut pas descendre mais là maintenant qu'il est comme cela, il restera longtemps
130	*E2*	mmmmmm

131	*E1*	parce qu'il ne peut pas remonter
132	*EB*	**et oui, là ils sont coincés tous les deux, c'est cela que vous voulez dire ?**
133	*E1*	oui, parce qu'il n'y a pas d'être vivants qui vont venir tirer et chercher de l'eau. On fait avec de la vraie eau ?
134	*EB*	**pour quoi faire ?**
135	*E1*	bah, pour faire croire que c'est vraiment un puits.
136	*EB*	ah ah
137	*E1*	ben après, on verrait vraiment qu'ils sont tout trempés.
138	*EB*	**Tu aimerais bien les voir tremper aussi**
139	*E1/E2*	oui
140	*EB*	**Je vous remercie beaucoup toutes les deux.**

Transcriptions C2

Transcription *enr 00339* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Nassim et Armelle

1	*EB*	**Allez, venez, on va s'asseoir là. Asseyez vous à côté.On pourra se mettre debout pour manipuler mais c'est juste que cela sera plus simple. Alors. Oh ! Il aurait fallu tout enlever d'abord parce que la question que je vais vous poser, c'est une question que vous allez tout de suite comprendre. Je voudrais que vous me racontiez un peu ce que vous avez fait en classe. Est-ce que vous vous souvenez de ce que vous avez fait en classe tout les deux ?**
2	*E2*	oui
3	*EB*	**Toi aussi tu te rappelles ? Alors lequel veut raconter le premier ? Tu t'appelles comment ?**
4	*E1*	Nassim
5	*EB*	**Nassim et toi ?**
6	*E2*	Armelle
7	*EB*	**Allez, à toi**
8	*E1*	En fait, on avait deux barres et on ne savait pas au début comment on allait faire. Après on a trouvé qu'on pouvait faire ça mais qu'on ne savait pas comment ça tenait. Et après on avait les plots et on s'est dit que peut-être en les mettant dedans ça pourrait tenir. On les a mis et après on s'est dit qu'il manquait qq chose sinon ça ne tenait pas. Et sinon il n'y aurait pas de seau, la poulie. Après on avait tout

		enlevé, on avait mis la poulie et on avait mis la corde et après on avait mis le seau.
9	*EB*	**Donc qu'est-ce que vous avez fait quand vous avez fait cela ? Vous avez fait cela pour quoi ?**
10	*E1*	pour raconter l'histoire
11	*EB*	**Pour raconter l'histoire ? Et c'était quoi l'histoire ?**
12	*E1*	ben c'est... en fait il y a un loup, il a vu un gros fromage dans le puits. Et tellement qu'il s'est penché il est tombé et en fait il a remarqué que ce n'était que le reflet de la Lune. Et après il y a un cochon qui est venu, il lui a dit, "je suis bien ici, tu peux venir si tu veux" et après il a dit "comment je descend", il a dit "tu t'accroches à la corde". Et le loup il s'est mis dans le seau et comme le cochon il était gras, ça veut dire, il était plus lourd, il est descendu et le loup il est remonté. Après, il y avait une famille lapins et le cochon il a dit pareil que le loup, sauf qu'il a dit que c'est un puits à carottes. Et après les lapins ils ont dit "un puits à quoi ?" "un puits à carottes". Après ils ont dit "comment on descend ?, il a dit "vous vous mettez dans le seau". Alors les lapins ils sont descendus et le cochon il est remonté. Après il y a le loup qui est revenu. Il a dit "qu'est-ce que vous faites ici ?" il a dit "oh, on est bien ici" pareil que le cochon. Après il a dit "blablabla tralala" heuh, je parie qu'il y a un gros fromage ?" "Non, mais il y a plein de petits lapins à manger". Et après, sans rien y penser, il s'est jeté et après les lapins ils sont montés.
13	*E1*	Il voulait les manger. Après, tellement pressé il est parti trop vite et il est retombé et les lapins ils sont remontés. Et moi j'avais dit c'est pas normal parce que au début le loup c'est le plus maigre alors c'est le moins lourd et le cochon il est plus lourd que lui et les lapins c'est les plus lourds que tout le monde. Alors les lapins, ils sont plus lourds que le loup. alors je m'avais dit que il ne pouvait pas remonter les lapins.
14	*EB*	**Ca, c'est ce que tu pensais quand tu as lu l'histoire ?**
15	*E1*	oui
16	*EB*	**Et toi, qu'est-ce que tu pensais ?**
17	*E2*	pareil
18	*EB*	**Tu pensais pareil ? Et alors ?**
19	*E1*	Alors on a regardé, on a mis le loup, on a accroché, on a mis les lapins et ça ne bougeait pas, les lapins ils étaient trop lourds.
20	*EB*	**C'est ce que vous avez fait ? Donc ce qui était dans l'histoire, est-ce que c'était possible ?**
21	*E1*	non
22	*EB*	**Ce n'était pas possible, c'était comme vous pensiez ?**
23	*E1*	oui
24	*EB*	vous voulez le refaire là ?
25	*E1*	ben, OK
26	*EB*	**Je vous laisse faire tous les deux. Donc raconte moi ce que tu fais.**
27	*E1*	Il y avait le loup, il est tombé. Tu mets le cochon dans le seau ? Le cochon il est tombé et le loup il est parti. Après les lapins ils sont venus, ils sont tombés. Le cochon il est parti, le loup. Vas-y, tiens-moi le. Il ne peut pas. Les lapins y redescendent. (*manipulation*)
28	*EB*	**On ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
29	*E1*	Elle peut pas, elle n'est pas, elle n'est pas vraie, elle ne peut pas se passer.
30	*EB*	**Qu'est-ce que tu pense toi ? Elle ne peut pas se passer cette histoire ? Est-ce que vous en connaissez d'autres d'histoires comme cela ?**
31	*E1/E2*	oui
32	*E1*	Le Noël de Kinamina
33	*EB*	**Le Noël de Kinamina. C'est quoi cela ?**
34	*E1*	En fait on lit des histoires et moi j'avais dit que ce n'était pas normal parce qu'il y avait un petit lutin qui était venu et c'était Noël. Et il y avait des petits enfants qui voulaient décorer un sapin, avec des cadeaux et tout. Après il y a leur mère elle leur a dit non, il y a déjà le sapin du jardin. Et après ils étaient déjà dans leur lit et il y a

		une étoile qui était venue, c'était un lutin. Et après il a dit "vous voulez une étoile ?". Et après ils sont partis dans l'espace et je me suis dit ce n'est pas normal parce que dans l'espace il n'y a pas d'oxygène.
35	*EB*	**Et alors ?**
36	*E1*	et alors ce n'était pas possible
37	*EB*	**Parce qu'on a besoin d'oxygène pour respirer ?**
38	*E1*	oui, et aussi parce qu'ils étaient partis chercher une étoile et une étoile c'est une boule de feu alors ça aurait brûlé les mains.
39	*EB*	**Tu es d'accord avec lui ?** *(hochement de tête)* **Et alors, c'est embêtant cela qu'il y ait des histoires qui ne sont pas possibles ?**
40	*E1*	Des histoires, on peut imaginer tout ce qu'on veut, ce n'est pas grave.
41	*EB*	**Ce n'est pas grave. Qu'est-ce que t'en penses toi ? Oh, tu es timide hein ! On peut raconter tout ce qu'on veut dans une histoire ?**
42	*E1*	oui, on peut raconter tout ce qu'on veut.
43	*EB*	**Qu'est-ce que tu penses du loup qui parle ? Il parle les loups ?**
44	*E1*	moi je ne pense pas que les loups ils soient habillés
45	*EB*	**oui. Ils ne sont pas habillés les loups, on n'a jamais vu un loup habillé hein ! Alors, est-ce qu'une histoire, si elle n'est pas possible, elle est moins bonne qu'une histoire qui est possible. Qu'est-ce que tu en penses de cela ?** *Silence long* **Pas forcément ?**
46	*E1*	on peut dire que c'est pareil, tant que c'est une histoire
47	*EB*	**Tant que c'est une histoire. alors, moi j'ai une autre question à vous poser à tous les deux. A la xxx, Plouf, on l'a fait avec des petits. Et puis, les petits, ce qu'ils se sont dit, ils ont cru que l'histoire elle était vraie. Est-ce que c'est un problème s'ils croient cela, que l'histoire elle est vraie ?**
48	*E1*	Non ce n'est pas un problème. Ben ils peuvent dire qu'elle est vraie, ce n'est pas grave.
49	*EB*	**Ce n'est pas grave ?**
50	*E1*	ça fait rien hein
51	*EB*	**alors par contre, ce qu'ils pensaient du coup c'est que comme dans l'histoire, quand on accrochait un loup et puis qu'il y avait les lapins au fond, et bien le loup il descendait et puis les lapins ils remontaient.**
52	*E1*	Ha, c'est pour cela qu'ils pensaient que l'histoire elle était vraie
53	*EB*	**ha. Est-ce que tu crois que c'est un problème ça ?**
54	*E1*	oui.
55	*EB*	**oui**
56	*E1*	parce que normalement les lapins ils restent dans le puits.
57	*EB*	**parce que normalement les lapins ils restent dans le puits, ce n'est pas possible**
58	*E1*	ben oui
59	*EB*	**Est-ce que tu aurais une idée de ce qu'on pourrait faire pour les aider à comprendre que ce qu'il se passe là chez nous ce n'est pas pareil que dans l'histoire ?**
60	*E1*	ben, parce que les lapins c'est plus lourd que les deux animaux qui restent alors les lapins ils peuvent toujours rester dans le puits parce qu'ils sont trop lourds.
61	*EB*	**Comment on pourrait les aider à comprendre ça ?**
62	*E1*	je sais pas
63	*EB*	**Tu ne sais pas. Qu'est-ce que tu penses qu'il se passerait si on leur faisait faire ce que vous avez fait là avec votre maîtresse ?**
64	*E1*	ben, ils penseraient que l'histoire elle ne serait pas vraie.
65	*EB*	**et pourquoi ils penseraient cela ?**
66	*E1*	parce que les lapins ils seraient restés dans le puits.
67	*EB*	**ah, tu veux dire qu'ils vont faire pareil là. Et puis ils vont voir quoi, ils vont voir que ?**

68	*E1*	que le loup il est plus léger que les lapins
69	*EB*	**que le loup ne peut pas descendre, oui c'est cela**
70	*E1*	oui
71	*EB*	**et donc tu penses que s'ils voient cela ils peuvent penser que ce n'est pas pareil que dans l'histoire ?**
72	*E1*	oui
73	*EB*	**Et qu'est-ce que tu en penses toi ?** (*silence E2*) **Merci à tous les deux. Vous avez aimé cette histoire ?**
74	*E1/E2*	oui
75	*EB*	**Et si on vous raconte d'autres histoires un peu comme cela, qu'est-ce que vous auriez envie de faire si on vous raconte une histoire qui lui ressemble un peu ?**
76	*E1*	ben on pourrait faire pareil mais avec les personnages de l'histoire
77	*EB*	**Et si on change les personnages de l'histoire, est-ce que ça va changer qq chose, qu'est-ce qui va changer ?**
78	*E1*	je ne sais pas
79	*EB*	**Tu ne sais pas. Si on prend d'autres objets que ceux-là, est-ce que tu penses qu'on peut utiliser le même matériel pour faire autre chose avec. Ou est-ce que c'est juste pour travailler avec le loup, le lapin, le cochon ?**
80	*E1*	pour que il y a du poids. En fait, ça c'est le plus léger, ça c'est le moyen et ça c'est le plus lourd. Cela veut dire que le loup c'était le plus léger alors on a mis. Et le cochon il était gras et après on a vu que les lapins ils étaient plus lourd alors on avait mis la moyenne et pour les lapins on avait dit qu'ils étaient plus lourds que tout le monde on avait mis la plus lourde.
81	*EB*	**et tu as une idée de comment faire pour remonter les lapins ?**
82	*E1*	on met les deux dans le seau peut-être. (*essaie*) Non, je n'ai pas d'idée
83	*EB*	**tu n'as pas d'idée. Merci à tous les deux. Peut-être qu'il aurait fallu mettre quelque chose de plus lourd encore, qu'est-ce que tu en penses ?** (*chuchote*)
84	*E1*	oui
85	*EB*	**c'est bien possible. Merci beaucoup**

Transcriptions C3

Transcription *enr 00340* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Elia et Sofian

1	*EB*	**Alors comment vous allez tous les deux, vous vous appelez comment ?**
2	*E1*	je m'appelle Elia
3	*EB*	**Tu t'appelles Elia**
4	*E2*	Moi, Sofian
5	*EB*	**Redis moi ?**
6	*E2*	Sofian
7	*EB*	**Sofian. Venez, on va s'asseoir un peu comme cela on sera plus à l'aise. Alors, moi je suis venue voir un peu ce que vous avez fait avec votre maîtresse. Alors j'aimerais bien que dans un premier temps vous me racontiez. Oh, regardez, on va peut-être enlever tout cela déjà. C'est vos copains qui ont fait cela. Je voudrais que vous me racontiez un peu ce que vous avez fait avec votre maîtresse en classe. Lequel raconte des deux ?**
8	*EB*	**Tu me racontes ? Attends je ne t'entends pas bien**
9	*E1*	inaudible.
10	*EB*	**Qu'est-ce que vous avez fait avec le puits ?**
11	*E1*	inaudible
12	*EB*	**Je ne t'entends pas du tout, tu peux parler un petit peu plus fort ?**
13	*E1*	On a mis le bâton, et après on faisait rentrer le truc et après on mettait la ficelle et après on mettait les petits bouts pour descendre et remonter.
14	*EB*	**Vous avez fabriqué cela alors ?**
15	*E1/E2*	oui
16	*EB*	**Et pourquoi vous avez fabriqué cela alors ?**
17	*E1*	parce que la maîtresse nous l'avait dit
18	*EB*	**Parce que la maîtresse vous l'avait dit. Et pourquoi la maîtresse vous avait dit de fabriquer cela ?**
19	*E1*	Je ne sais pas, c'était une surprise
20	*EB*	**C'était une surprise ?**
21	*E1*	C'était après la récréation
22	*EB*	**C'était après la récréation ? Et qu'est-ce que vous avez fait une fois que vous avez fabriqué ça ?**
23	*E1*	ben on a joué et on a fait comme dans l'histoire.
24	*EB*	**Vous avez fait comme dans l'histoire, c'était quelle histoire ?**
25	*E1*	Plouf
26	*EB*	**Plouf. Et qu'est-ce qu'il se passait dans l'histoire ?**
27	*E1*	Ben en fait, y avait le loup et il voyait un fromage. Après on l'a mis dans le verre.
28	*EB*	**vous pouvez le faire en même temps si vous voulez pour le montrer**
29	*E1*	le loup il était dedans, il est descendu et il croyait que c'était un fromage et en fait c'était que le reflet de la Lune (*E2 en écho*). Et après le cochon il est venu. Tu le fais ?
30	*E1*	et après il est decendu
31	*E2*	non, il n'a pas fait ça, il a parlé
32	*EB*	**Il a parlé ?**
33	*E1*	oui mais non on n'a pas besoin de le dire
34	*EB*	**d'accord**
35	*E1/E2*	et il est parti et après c'était les lapins dans le puits (*manipulations*)
36	*EB*	**et donc qu'est-ce qu'il s'est passé ?**
37	*E1*	après le cochon il est parti et le loup il est revenu. Après il s'est accroché et après il ne peut pas remonter les lapins parce que c'est trop lourd. Et le loup il est plus léger, ça ne se peut pas l'histoire.
38	*EB*	**Ah, l'histoire, ça ne se peut pas ce qu'il se passe dans l'histoire. Parce qu'il se passe quoi dans l'histoire ?**

39	*E1*	parce que les lapins, le loup il est en haut et les lapins ils sont en bas et les lapins ils sont trop lourds, ils sont trois. Ca se voit parce qu'il y a un gros truc. Comment ça s'appelle ? Il est là le loup
40	*E2*	et le loup il est petit et celui là il est un petit peu plus gros. En fait c'est le loup qui est plus gros mais je sais pas pourquoi il est
41	*E1*	ben lui c'est sûr que. Ils sont trois donc ils sont lourds. (*manipulations de E2*)
42	*E1*	hé non ça marche pas vu qu'il est trop lourd le truc.
43	*EB*	**Et alors est-ce que c'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
44	*E1*	ben, non !
45	*EB*	**Non, pourquoi non ?**
46	*E1*	ben, elle ne se peut pas l'histoire.
47	*EB*	**ça vous embête ou pas de ne pas pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
48	*E1*	ben non
49	*EB*	**non, ce n'est pas embêtant ?**
50	*E1*	non
51	*EB*	**pourquoi ce n'est pas embêtant, juste comme cela ?**
52	*E1*	oui
53	*EB*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires comme cela ?**
54	*E1*	non
55	*E2*	oui
56	*EB*	**Ah, toi tu en connais une d'histoire ? Alors qu'est-ce que tu connais comme histoire ? Est-ce que tu connais des histoires où on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
57	*E2*	Le petit chaperon rouge
58	*EB*	**Le petit chaperon rouge**
59	*E2*	oui
60	*EB*	**Pourquoi ? Raconte moi pourquoi on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
61	*E2*	parce que celui là il a des pieds et le loup du petit chaperon rouge il est comme ça.
62	*E1*	aussi, le loup du petit chaperon rouge, il n'a pas d'habits, il n'a pas de chaussures, il ne parle pas. Ah si il parle un peu
63	*EB*	et c'est possible qu'un loup parle ?
64	*E1/E2*	**Non ! Mais celui là, il parle**
65	*E1/E2*	*manipulations et nouveaux essais*
66	*EB*	**Là qu'est-ce que vous avez fait, pourquoi vous avez fait cela ?**
67	*E1/E2*	*rires*
68	*EB*	**Juste pour vous amuser ?**
69	*E1/E2*	ben oui
70	*EB*	**Moi j'ai une question pour vous. Si on raconte cette histoire à des petits enfants. La même histoire à des petits enfants et que les petits enfants croient que l'histoire elle est vraie et que l'on peut faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est un problème ?**
71	*E2*	non
72	*EB*	non pourquoi ?
73	*E1*	ben ce n'est pas compliqué !
74	*EB*	**Ce n'est pas compliqué, c'est à dire ?**
75	*E1*	Ben parce que les lapins ils sont trop lourds parce qu'ils sont trois donc ils vont savoir tout de suite que ça ne se peut pas.
76	*EB*	**Ah. Et s'ils ne savent pas tout de suite que ça ne se peut pas, comment on peut faire pour les aider ?**
77	*E1*	ben la maîtresse elle n'a qu'à dire. L'histoire ne se peut pas parce que les lapins sont trop lourds parce qu'ils sont trois. Donc le loup il est plus léger

78	*E2*	c'est le loup plus que le cochon
79	*E1/E2*	*manipulations et E2 déconnecté*
80	*EB*	**Et alors comment vous aviez fait avec la maîtresse pour comprendre cela. Vous aviez-vu tout de suite que ce n'était pas possible ?**
81	*E1*	ben oui parce qu'on nous l'avait expliqué
82	*EB*	**Qui c'est qui vous l'avez expliqué ?**
83	*E1*	Nassim, Nassim il avait dit que les lapins ils étaient trop lourds. Parce qu'ils étaient trois si il y en avait un il était pas lourd.
84	*EB*	**D'accord donc vous aviez Nassim**
85	*E1*	il est venu chez toi, Nassim
86	*EB*	**oui, il est venu juste avant me raconter cela mais je ne savais pas qu'il vous l'avez raconté en classe**
87	*E1*	il ne te l'a pas dit ?
88	*EB*	**ben non. Et pour aider les petits, est-ce qu'on pourrait faire comme vous avez fait en classe ?**
89	*E1*	oui, on réfléchit dans notre tête
90	*EB*	**et puis on peut essayer aussi ?**
91	*E1*	ben oui
92	*EB*	**et puis de quoi se rend-on compte quand on essaie ?… Que cela ne marche pas. Merci à tous les deux !**

Transcriptions C4

Transcription *enr 00341* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

1	E1/E2	Cela c'est le cochon et cela c'est le lapin
2	EB	**Ah ah qu'est-ce que vous avez envie de faire ? Alors vous allez me raconter. On peut peut-être s'asseoir...**
3	E1	*Raconte l'histoire et simule. E2 l'assiste.* Le loup revient. Et après le loup il oublie toute prudence. Mais les lapins ils ne peuvent pas remonter parce qu'ils sont trop lourds. Et le loup il est trop léger donc il ne pourra pas descendre.
4	EB	**Ah ! Et qu'est-ce qu'il se passe dans l'histoire ?**
5	E1	Dans l'histoire en vrai c'est
6	E2	les lapins ils remontent
7	E1	Dans l'histoire en vrai c'est comme ça (*montre en déplaçant les poids*) et râté il dit et après plouf. Mais là ça ne peut pas. Donc l'histoire ne se fait pas.

8	E2	Elle n'est pas vraie
9	E1	Elle n'est pas vraie (*mains dans les poches et air abattu*)
10	EB	**Et alors, c'est un problème ?**
11	E1	Ouais. Parce qu'après le loup il devrait faire comme ça et les lapins ils devraient partir (*remontre en tirant sur le loup ce qui devrait se produire*).
12	E2	Mais les lapins sont trop lourds
13	E1	Mais en vrai les lapins ils sont trop lourds parce qu'ils sont trois. Alors le loup il peut pas.
14	EB	**Le loup il ne peut pas descendre**
15	E1	c'est comme ça (*mouvement de bras dépité*)
16	EB	**et c'est dommage ?**
17	E1	ouais
18	EB	**parce c'est bien de pouvoir faire comme dans l'histoire, c'est à cela que tu penses ?**
19	E1	ouais. Mais si on mettait par exemple autre chose (*et de rajouter du poids au loup*).
20	EB	**Pourquoi vous avez fait cela dans la classe ?**
21	E1	avant on a fait avec de la pâte à modeler, cela marchait plus.
22	E2	(*inaudible*) ça ne marchait pas
23	E1	ça ne marchait pas. Après on avait fait ça. Après, on a fait avec ça. *Nouvelles manipulations*
24	EB	**vous avez essayé de faire comme dans l'histoire**
25	E1	*refait la simulation, aidé par E2. E2 refait en partie.* Et après le loup du début. Mais ça ne peut pas, en vrai ça devrait faire comme ça (*et de descendre le loup à la main*).
26	EB	**En vrai ça devrait faire comme ça, qu'est-ce que tu veux dire ?**
27	E1	ça veut dire que dans l'histoire ya le loup qui tombe et qui dit râté et après les lapins ils devraient s'en aller et la grenouille elle n'est plus dans le puits. Et après le loup il va passer tous ses jours dans le puits.
28	EB	**Et là vous avez fait la même la même chose ?**
29	E1	Non
30	EB	**Et ça veut dire quoi ?**
31	E1	parce qu'en fait quand on avait mis le loup, ça ne pouvait pas.
32	EB	**ça veut dire qu'on ne peut pas faire comme dans l'histoire. C'est embêtant si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
33	E1	ben c'est très embêtant
34	EB	**Pourquoi c'est très embêtant ?**
35	E1	puisque le loup il pèse 20 et les lapins eux ils pèsent (*lecture)* 60. *Temps passé à lire*. Et le cochon il pèse (*assistance de EB*), il pèse 40
36	EB	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne marchent pas bien ?**
37	E1	heuh non. Pas d'autres. Sinon je pourrais en inventer une. Moi j'ai fabriqué un puits en papier.
38	EB	**Tu pourrais en inventer une ? Tu veux dire que si je remplace les lapins par autre chose c'est important ou pas ?**
39	E1	si y avait pas que… si c'était le cochon dans le puits et si le loup et les lapins étaient amis, ils tombent tous les deux dans le puit (*manipulations*). Mais hélas…c'est les lapins…en vrai
40	EB	**alors tu es en train d'essayer de faire des choses pour faire remonter les lapins**
41	E1	*… concentré sur ses essais…*
42	EB	**Comment on pourrait faire pour aider le loup ?** (*E1 continue à bidouiller pour "que l'histoire existe"*) **donc l'histoire elle n'existe pas. J'ai une autre question pour vous. Si on fait cela avec des tout petits et puis les petits ils pensent que l'on peut faire comme dans l'histoire. Ils pensent que l'histoire elle est vraie et que l'on peut faire nous comme dans l'histoire. Est-ce que vous pensez que c'est un problème ?**

43	E1	oui c'est un problème
44	EB	**c'est un problème s'ils pensent ça, pourquoi ?**
45	E1	et en plus on est l'équipe la plus rapide plus rapide.
46	EB	**ah ah**
47	E1	mais quand même on n'est pas… Parfois ça pouvait mais là les lapins ils ont plus de force
48	E2	comme ils sont trois ils sont trop lourds
49	EB	**hé oui, et si les petits ils le savent pas ça. Qu'est-ce qu'on peut faire pour les aider ?**
50	E1	si les petits ils le savent pas, ils suffisent qu'ils regardent le poids, qu'ils disent "maîtresse c'est pas possible vu que les lapins ils sont trois et ça pèse au moins … " mais en vrai (et re manipulations) et le seau il se casse
51	EB	**Mais nous cette partie là de l'histoire est-ce qu'on peut la faire nous ? On ne peut pas la faire. Et comment vous avez vu qu'on ne pouvait pas la faire ? Vous avez essayé et vous n'y êtes pas arrivés.**

Transcriptions C5

Transcription *enr 00342* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Alicia et Thomas

1	*EB*	**Allez, comment tu t'appelles ?**
2	*E1*	Alicia
3	*EB*	**Et toi avec tes jolies chaussures ?**
4	*E2*	Thomas
5	*EB*	**Thomas. Asseyez-vous, comme cela on sera plus à l'aise, on sera plus tranquille, parce que je vais vous poser un certain nombre de petites questions. Alors, la première question que je vais vous poser. Oh ben je suis douée moi je commence par tout casser. Ah là, faut pas tout casser hein ! Voilà. Alors je voudrais que vous me racontiez ce que vous avez fait dans la classe.**
6	*E1*	avec Thomas on a réussi parce que…et Thomas il nous a dit qu'est-ce qu'on doit faire
7	*EB*	**Alors qu'est-ce que vous avez fait ? Racontez-moi**
8	*E2*	en fait on avait pris la barre… *Raconte le montage du puits.* Après on a mis les lapins. D'abord on a mis le loup et puis on a mis le cochon pour descendre et puis après on a mis les lapins qui ne pouvaient pas remonter.

9	*EB*	**Ah, les lapins ne pouvaient pas remonter. Vous m'expliquer pourquoi vous avez fait cela ?**
10	*E1*	on avait envie de faire comme ça parce qu'on avait pris le plot alors. On avait une idée. C'est Thomas qui avait une idée comme cela.
11	*EB*	**Pourquoi tu avais cette idée là Thomas ?**
12	*E2*	Je ne sais plus
13	*EB*	**Tu ne sais plus. Vous me parlez de loup et de lapins. C'est lié à quoi cela ? Pourquoi vous avez fait cela ?**
14	*E2*	c'est la maîtresse
15	*EB*	**C'est la maîtresse qui vous a dit de faire ça. Et pourquoi elle vous a dit de faire ça ?**
16	*E1*	Parce que le loup il descend et le cochon il remonte. Et après le lapin il descend et puis après il remonte
17	*EB*	**Ah c'est lié à l'histoire de Plouf c'est cela ? Qu'est-ce qu'il s'est passé dans cette histoire ?**
18	*E2*	*raconte l'histoire de Plouf* .Après y avait le loup qui est revenu et après il est retombé dans le seau. Il est retombé en bas dans le puits.
19	*EB*	**Ca c'est l'histoire. Et qu'est-ce que vous avez fait alors ?**
20	*E2*	Je crois que c'était pour la fin de l'année, pour montrer aux autres élèves
21	*EB*	**Pour montrer quoi aux autres élèves ?**
22	*E2*	pour faire le puits
23	*EB*	**Pour faire le puits, oui. Et après le puits qu'est-ce que vous avait fait ?**
24	*E1*	après on a mis les lapins et le cochon
25	*EB*	**Vous me montrez comment vous avez fait ? Allez-y, montrez moi.**
26	*E1/E2*	Manipulation et EB incite à raconter (*et là, qu'est-ce qui s'est passé ?)*
27	*E1*	et après c'est le loup mais il ne descend pas.
28	*EB*	**Et alors là qu'est-ce qu'il se passe ?**
29	*E1*	ben le loup il ne descend pas et les lapins ils restent en bas.
30	*EB*	**ah ! C'est un problème ça ?**
31	*E1*	heu oui
32	*EB*	**oui pourquoi ?**
33	*E2*	parce que les lapins ils peuvent pas remonter et le loup redescendre
34	*EB*	**et oui, et c'est un problème par rapport à quoi ?**
35	*E1*	par rapport aux lapins parce que c'est pas normal que le loup il ne descende pas parce que eux ils sont trop lourds les lapins.
36	*EB*	**Alors vous pensez quoi ? Vous pensez que les lapins sont trop lourds et que du coup**
37	*E1*	que le loup il ne descend pas. Il ne réussit pas à sauver les lapins. Maintenant c'est que les lapins qui restent ici
38	*E2*	et le loup ne peut pas attraper les lapins
39	*EB*	**et le loup ne peut pas attraper les lapins. Est-ce qu'il peut descendre ?**
40	*E2*	non à part s'il se jette dans le puits
41	*EB*	**S'il se jette dans le puits ? Vous avez essayé ?**
42	*E1*	ça fait que ça descend pas et les lapins ils vont rester coincés dans le puits
43	*EB*	**Vous avez vu que les lapins vont rester coincés dans le puits là. Et alors pourquoi c'est intéressant là. Est-ce que c'est déjà intéressant d'avoir fait ça là ?**
44	*E1*	Oui
45	*EB*	**Et pourquoi c'est intéressant d'avoir fait ça ?**
46	*E1*	parce que, ce n'est pas normal parce que eux ils sont trop trop lourds, ce que lui il n'est pas lourd.
47	*EB*	Et donc est-ce qu'on peut faire... ?

48	*E1*	Il ne peut pas descendre. Il voulait manger les lapins et maintenant c'est trop tard ils sont tombés dans le puits et ils sont trop lourds
49	*EB*	**Ils sont trop lourds. Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?**
50	*E1/E2*	non
51	*EB*	**non parce que dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?**
52	*E2*	le loup il descend
53	*EB*	**Le loup il descend, on ne peut pas faire comme dans l'histoire. Est-ce que c'est un problème quand on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**
54	*E2*	non
55	*E1*	oui. Parce que normalement il doit descendre si l'histoire, le loup hé ben, le loup il descend. Mais normalement il ne descend pas ici.
56	*EB*	**Donc est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ou est-ce qu'on ne peut pas faire comme dans l'histoire ? Tu me disais que ce n'était pas un problème toi ?**
57	*E2*	si
58	*EB*	**oui, ah ben tu me disais non tout à l'heure. Est-ce que vous connaissez d'autres hisstoires où on ne peut aps faire comme dans l'histoire ? Vous n'en connaissez pas ? Alors moi j'ai tes copains qui m'ont raconté une histoire de petit lutin qui amène des enfants dans l'espace.**
59	*E1*	c'est le voyage de..
60	*EB*	**est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire là ?**
61	*E1*	non
62	*EB*	**est-ce que c'est important ?**
63	*E2*	si
64	*EB*	**est-ce que c'est un problème si on ne peut pas faire comme dans l'histoire ? non ? qu'est-ce qui compte finalement ?**
65	*E2*	c'est qu'on essaie
66	*EB*	**et quand on essaie, qu'est-ce qu'on constate. Là vous avez essayer et qu'est-ce qu'il s'est passé ?**
67	*E1*	hé ben ça marche pas parce que le loup il est pas descendu
68	*EB*	**hé ben ça marche pas. Alors est-ce que l'histoire elle est possible ?**
69	*E1/E2*	non
70	*EB*	**non, ce n'est pas possible. Est-ce que c'est grave si l'histoire elle n'est pas possible ? Pas forcément, il suffit juste de savoir que c'est une histoire.**
71	*EB*	**alors moi j'ai une question pour vous parce qu'on a fait cela avec des enfants qui étaient plus petits que vous et puis les enfants ils croient que l'histoire elle est vraie et puis que l'on peut faire comme dans l'histoire. Que si c'est écrit dans l'histoire hé bien c'est vrai, c'est comme ça. Est-ce que vous pensez que c'est un pb ?**
72	*E2*	non
73	*EB*	**non ? Ils pensent que l'on peut faire comme dans l'histoire parce que dans l'histoire c'est comme ce que l'on fait nous. Est- ce que c'est un problème cela ?**
74	*E1*	oui, parce que l'histoire ce n'est pas vrai. Ils croient que c'est vrai mais s'ils s'envolent ils vont tomber
75	*EB*	**ah, il faut qu'ils puissent comprendre quoi ?**
76	*E1*	l'histoire
77	*EB*	**il faut qu'ils puissent comprendre que ce que peut faire nous parfois est-ce que c'est pareil que dans l'histoire ?**
78	*E1/E2*	non
79	*EB*	**parfois ce n'est pas pareil**

Transcriptions C6

Transcription *enr 00344* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

1	EB	**La première question que je vais vous poser c'est celle là: est-ce que vous pourriez me raconter ce que vous avez fait dans votre classe ? Vous pouvez utiliser le matériel si vous voulez.**
2	E1/E2	*racontent de façon factuelle ce qu'ils ont fait* (on a pris des bouts de bois, on a mis le seau et puis la corde et on a tout mis dedans)
3	EB	**Pourquoi vous avez fait cela déjà ?**
4	E1	parce que l'histoire.
5	E2	pour faire l'histoire.
6	EB	**pour faire l'histoire ?**
7	E1	en fait après on a fait ça.
8	EB	**pourquoi vous avez fait cela alors ?**
9	E2	parce que le loup avant, c'est d'abord le loup dans le puits, il croit qu'il y a un fromage.
10	E1/E2	racontent l'histoire et simulent l'histoire en même temps. Et en fait parce les lapins sont plus lourds.
11	EB	**Et du coup qu'est-ce qu'il se passe ?** (*allez faufilez-vous… interruption*) **Et alors qu'est-ce qu'il s'est passé ?**
12	E1	Là, le loup il peut descendre parce qu'ils sont les deux à la même hauteur après. Parce qu'avec la maîtresse, ça tombait les deux à la même hauteur.
13	EB	**Est-ce que là ça tient, les deux à la même hauteur ?**
14	E1	non, c'est les lapins qui redescendent dans le puits parce que le loup n'est pas assez lourd.
15	E2	c'est à dire parce qu'il y a trois lapins.
16	E1	c'est parce qu'il y a une famille.
17	EB	**Et est-ce qu'on arrive à les faire remonter les lapins ?**
18	E1/E2	Non, c'est le loup qui remonte.
19	EB	**Là le loup il ne bouge plus.**
20	E1	Mais en fait, il essaie d'en attraper un là mais il n'y arrive pas parce qu'il remonte trop et ils redescendent trop vite.
21	EB	**Ca c'est dans l'histoire ou c'est quand vous l'avez fait ?**
22	E1	Quand on l'a fait.
23	EB	**Quand vous l'avez fait là, est-ce que les lapins ils remontent ?**
24	E1	non
25	E2	mais en fait c'est le loup qui descend mais là ce n'est pas le loup.
26	EB	**Là ce n'est pas le loup. Est-ce que ça marche comme dans l'histoire ?**

27	E1/E2	oui
28	EB	**Est-ce que ça marche comme dans l'histoire ?**
29	E1/E2	non
30	EB	**Alors comment on fait pour savoir si cela marche comme dans l'histoire ? Dans l'histoire qu'est-ce qu'il se passe ?** (*livre montré*)
31	EB	**Voilà le loup il est en bas et les lapins ils sont en haut.** (*enfants qui simulent ce qu'ils voient sur l'album)*
32	E2	et après le seau il va casser la tête du loup.
33	EB	**Oui c'est vrai. Et là est-ce que vous avez pu faire la même chose ?**
34	E1	non
35	E2	oui/non
36	EB	**Non pourquoi ?**
37	E1	parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup.
38	EB	**Donc on ne peut pas faire comme dans l'histoire.**
39	E1/E2	non
40	EB	**Est-ce que vous pensez que c'est embêtant ?**
41	E1	oui c'est un peu embêtant parce que si on pouvait faire comme dans l'histoire cela serait le mieux. Si par exemple le loup redescendait cela serait le mieux.
42	EB	**Et là on ne peut pas le faire.**
43	E1/E2	non parce que là, le truc… ensemble, manipulent inaudible
44	EB	**Vous voulez dire que si on prend un loup plus lourd ce serait mieux c'est cela ?**
45	E2/E1	oui
46	E2	et si cela c'était pour le loup
47	E1	et si on échangeait et que celui là ce serait là hé ben il serait plus lourd et il redescendrait.
48	EB	**J'ai qq chose pour vous. J'ai oublié mon sac dans la salle des profs. Alors je vais vous montrer qq chose après.**
49	EB	**Alors vous avez dit que c'était embêtant parce que l'on ne pouvait pas faire comme dans l'histoire.**
50	E1	ben oui parce que celui là (*loup*) il est plus petit et celui là il est plus gros
51	EB	**D'accord. Donc l'histoire, est-ce qu'elle est possible l'histoire ?**
52	E1/E2	non
53	EB	**Elle n'est pas possible ?**
54	E1/E2	non
55	EB	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires qui ne sont pas possibles ?**
56	E1	oui mais je ne me rappelle plus du titre.
57	EB	**Et ça raconte quoi ?**
58	E1	ça raconte qu'un loup il va chez quelqu'un… et après le loup il parlait à la télé
59	EB	**Et ce n'est pas possible ?**
60	E1	Non ce n'est pas possible que le loup il parle à la télé. A part mon père qui parle à sa télé au foot. Et les animaux ça ne parle pas. Les loups ça ne parle pas en vrai.
61	EB	**Est-ce que c'est embêtant si dans les histoires il y a des choses qui ne sont pas possibles ?**
62	E1	oui un petit peu
63	EB	**pourquoi ?**
64	E1	ben parce que si ça serait possible ça serait un peu mieux. Ce serait mieux que de faire des histoires qui ne peuvent pas se passer dans la vie.
65	EB	**Toi tu préfères les histoires qui peuvent se passer dans la vie. Mais tu as aimé l'histoire de Plouf ou pas ?**
66	E2	moi oui
67	E1	La maîtresse elle nous a dit qu'elle va nous raconter une histoire où il y a un loup et

		un renard.
68	EB	**Si on a des enfants qui croient que ce qu'on raconte dans les histoires c'est vrai**
69	E2	non
70	E1	je pense que
71	EB	**Par exemple il y a des enfants, des petits à qui l'on a raconté l'histoire de Plouf et qui pensent que l'on peut faire comme dans Plouf.**
72	E1	ben non on ne peut pas le faire parce que les animaux ça ne parle pas et puis que ça ne se peut pas que xxx tombe direct dans un puits avec un loup un cochon et des lapins .
73	EB	**Et puis, est-ce que ça se peut que le loup fasse remonter les lapins ?**
74	E2	non
75	E1	ben non. Parce que c'est une famille lapin, c'est plus lourd.
76	EB	**C'est plus lourd. Comment on pourrait faire pour les aider à comprendre que ce n'est pas possible cette histoire ?**
77	E1	ben en fait c'est le loup qui commence dans le puits. Et puis…
78	EB	**Donc ce que vous leur proposez c'est de faire comme vous avez fait vous, c'est cela ?**
79	E1/E2	oui
80	EB	**Et qu'est-ce qu'il va se passer quand ils vont faire comme vous avez fait ?**
81	E2	ce sera que l'histoire ça sera la bonne histoire.
82	E1	Pas trop parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup et le cochon. Ce n'est pas vrai parce
83	E2	En vrai, ben les lapins ce n'est pas lourd.
84	E1	Oui mais il n'y en a pas qu'un, un lapin c'est pas lourd mais là c'est lourd parce qu'on a une famille lapin
85	E2	*discussion sur un vrai lapin* Moi j'en avais un qui s'appelait Caramel...
86	EB	*montre des poids (masses marquées) différents. E1 identifie les poids correspondant aux différents animaux et mime l'histoire.*
87	E1	Et ça ne peut pas faire l'histoire
88	EB	**On ne peut pas faire l'histoire.**
89	E1	non et incrimine le seau. Parce que en vrai le seau ce n'est pas comme cela. Ca c'est un gobelet.

Transcriptions C7

Transcription *enr 04402* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Ines et Fince

1	*EB*	**Asseyez-vous cela sera plus confortable. Comment vous vous appelez tous les deux ?**
2	*E1*	Ines et moi c'est Fince
3	*EB*	**Vous savez à quoi ça sert tout ça ?**
4	*E1*	oui
5	*EB*	**oui ? Vous pouvez me racontez ? Est-ce que vous pouvez me raconter un peu ce que vous avez fait en classe avec ça ?**
6	*E1*	*Raconte ce qu'ils on fait pour fabriquer le puits.*
7	*EB*	**Et pourquoi vous avez fait tout ça ?**
8	*E2*	parce que tout le monde l'a fait.
9	*EB*	**Et pourquoi tout le monde l'a fait ?**
10	*E1*	parce que
11	*EB*	**Ca a servi à quoi de faire cela ?**
12	*E1*	pour faire un puits.
13	*EB*	**Et pourquoi vous avez eu envie de faire un puits ?**
14	*E1*	c'est la maîtresse qui l'a dit.
15	*EB*	**C'est la maîtresse qui l'a dit, elle n'avait pas une idée derrière la tête la maîtresse ?**
16	*E2*	si
17	*EB*	**Et c'était quoi son idée ?**
18	*E2*	faire un puits
19	*E2*	On a fait toutes les étapes. Le loup, le cochon et les lapins.
20	*EB*	**Vous avez fait les étapes de quoi ?**
21	*E1/E2*	de Plouf
22	*EB*	**Et qu'est-ce que vous vous êtes posé comme question alors ?**
23	*E1/E2*	rien
24	*EB*	**Qu'est-ce que vous avez fait, racontez moi un peu !**
25	*E1*	*raconte*
26	*EB*	**Attendez, il y a le loup ici.**
27	*E1/E2*	*simulent l'histoire et racontent l'histoire en duo*
28	*E2*	Et maintenant c'est le loup.
29	*EB*	**Et là qu'est-ce qu'il se passe ?**
30	*E2*	ensuite, "taratata c'est ça…" hé ben, il descend le loup. Au début il descend. *E1* Il faut qu'il descende tout seul. *E2* Normalement ça descend.
31	*E1*	Non ça ne se peut pas, la maîtresse elle a expliqué que ça ne se pouvait pas.
32	*EB*	**ah ah**
33	*E2*	attend
34	*E1*	oui mais il ne faut pas faire avec les mains. En fait il faut juste un petit peu pousser. Mais là ce n'est pas possible. L'histoire hé ben elle n'est pas possible
35	*EB*	**L'histoire elle n'est pas possible, vous êtes d'accord, l'histoire elle n'est pas possible ?**
36	*E1/E2*	oui
37	*EB*	**Pourquoi l'histoire elle n'est pas possible ?**
38	*E1*	parce que les lapins ils ne remontent pas et dans l'histoire, dans l'histoire…
39	*E2*	après c'est le loup qui va rester tout le temps.
40	*E1*	Après tu sais, dans l'histoire il y a le loup dans le puits et ce n'est pas possible.
41	*EB*	**Ce n'est pas possible cette histoire ?**
42	*E2*	Non, ça ne se peut pas.
43	*EB*	**Et c'est embêtant que ça ne se puisse pas, que l'histoire ne soit pas possible ?**
44	*E2*	ça serait bien.

45	*EB*	**ça serait bien ?**
46	*E1*	Oui mais c'est pas possible parce qu'un loup habillé ça existe pas.
47	*E2*	et même un cochon et même des lapins
48	*EB*	**Et c'est embêtant que l'histoire ne soit pas possible ?**
49	*E2*	sinon on peut le faire nous !
50	*EB*	**Ah, et qu'est-ce qu'il se passe si vous le faites vous ?**
51	*E2*	ben on serait encore plus lourd.
52	*EB*	**Et si on le fait toutes les deux, toi et moi, qu'est-ce qu'il se passe ?**
53	*E2*	et ben toi t'es encore plus lourde et moi je suis un petit peu moins lourd.
54	*EB*	**Oui, et alors moi si je suis au fond du puits, qu'est-ce qu'il se passe ? Est-ce que tu peux me faire remonter ?**
55	*E2/E1*	non
56	*EB*	**Non, tu ne me feras pas remonter.**
57	*E2*	mais d'habitude le loup il fait comme cela. (*tire sur la corde pour montrer que cela descend)*
58	*EB*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires comme cela ?**
59	*E2*	non
60	*EB*	**Est-ce que vous connaissez d'autres histoires où ce n'est pas possible ?**
61	*E2*	si, le petit chaperon rouge.
62	*EB*	**Qu'est-ce qu'il se passe de pas possible dans le petit chaperon rouge ?**
63	*E2*	les trois petits cochons.
64	*EB*	**Et pourquoi ce n'est pas possible ?**
65	*E2*	hé ben, un loup d'abord, cela ne souffle pas.
66	*E1*	et puis un cochon ça ne marche pas comme ça, ça marche comme ça (*4 et 2 pattes*)
67	*E2*	et déjà ils ont des habits alors ce n'est pas possible.
68	*EB*	**Je suis d'accord avec toi. J'ai une question pour toutes les deux. On a raconté cette histoire à des plus petits et puis les plus petits ils pensent que l'histoire elle est vraie. Est-ce que vous pensez que c'est un problème qu'ils pensent cela les petits ?**
69	*E1*	non ce n'est pas vrai.
70	*EB*	**Ce n'est pas vrai. Est-ce que c'est un problème si eux ils pensent que c'est vrai ?**
71	*E1/E2*	non
72	*E2*	si si
73	*EB*	**Pourquoi si ?** (*silence*)… **Alors eux ce qu'ils pensent, c'est qu'on peut faire comme dans l'histoire, c'est à dire que les lapins ils peuvent remonter avec le loup.**
74	*E1*	Ils pensent comme ça que les lapins ils remontent avec le loup ?
75	*EB*	**Ils pensent que ce qu'il va se passer c'est ce qu'il se passe dans l'histoire. Est-ce que c'est un problème si ils pensent cela, que le loup il descend et que les lapins remontent ? À votre avis ?**
76	*E1*	Peut-être. Ils vont savoir quand ils seront en CP.
77	*EB*	**Ils vont savoir quand ils seront en CP et comment ils pourraient faire pour savoir ?**
78	*E1*	Ben la maîtresse elle lit l'histoire et la maîtresse elle explique que c'est pas possible
79	*EB*	**Est-ce que c'est la maîtresse qui explique ? Est-ce que c'est la maîtresse qui vous a expliqué ou est-ce que vous avez fait autre chose ?**
80	*E1*	En fait on faisait ça et après ce n'était pas possible.
81	*EB*	**Donc qu'est-ce que vous avez fait ? Vous avez…ouais. C'est vous qui avez fait ?**
82	*E1*	C'est nous qui l'avons dit que ce n'est pas possible.
83	*E2*	Imagine que c'est la maîtresse qui est dans le puits.
84	*EB*	**Non, on ne met pas la maîtresse dans le puits…**

Transcriptions C8

Transcription *enr 04403* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

1	*EB*	**Vous allez me raconter ce que vous avez fait. Vous reconnaissez tout cela ?**
2	*E1*	Oui, c'est le puits de Plouf.
3	*EB*	**Est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez fait avec le puits de Plouf avec la maîtresse ?**
4	*E1/E2*	*racontent la construction du puits*
5	*EB*	**Alors pourquoi vous avez construit le puits ?**
6	*E1*	On avait… tout le monde on avait décidé de mettre cela là. *Retour sur la construction.* C'est la maitresse qui nous avait donné ça. C'était des boîtes de conserve. Après elle nous donné le seau. Et après on a mis les personnages.
7	*EB*	**Qu'est-ce que vous avez fait avec les personnages ?**
8	*E1/E2*	On les a refait. En fait on a pris notre cahier de lecture, on fait le loup qui est accroché à la corde. Après elle nous a donné les personnages et on a mis le loup dans le puits. Après le cochon il est venu après hop il est tombé. Après le lapin il arrive, il tombe. Après y a encore le loup qui retombait dans le puits. Hop. Là les lapins ils sont trop lourds à eux trois donc le loup il ne peut pas redescendre.
9	*E2*	Sinon ça fait ça et il tombe.
10	*E1*	Il peut redescendre mais comme c'était trop rapide il n'arrivait pas à manger les lapins.
11	*E2*	Oui c'était trop rapide. Puisque que le poids (*les lapins*) il est plus lourd et que celui là c'est le plus mince. C'est pour ça lui il redescend à chaque fois. (*tire sur la corde pour faire descendre le loup puis lâche*)
12	*EB*	**Pourquoi vous avez fait cela là ?**
13	*E2*	Pour savoir si ça tombe ou pas.
14	*E1*	Et aussi pour que ça fait presque comme l'histoire de Plouf.
15	*E2*	Mais l'histoire de Plouf c'était pas pareil. Le loup il tombait et il se cassait la tête. Hop il s'en va et hop là il se casse la tête et paf le seau il est cassé.
16	*EB*	**Oui, et vous, quand vous avez fait les choses ?**
17	*E2*	ben, on avait essayé comme ça. Après on savait que ça tombait. Parce que le poids il est plus lourd.
18	*E1*	Et comme je n'étais pas dans le groupe de lui, on a fait d'une autre façon. On avait mis le loup là et là le cochon et après on avait essayé le loup ici et on avait fait remonter le loup et on l'avait fait remonter le loup et après on l'avait fait descendre.
19	*EB*	**Est-ce que l'on peut faire comme dans l'histoire alors ?**

20	*E1/E2*	non
21	*E1*	Non parce que dans l'histoire c'est des personnages et que dans l'histoire il y a le loup qui parle et là il peut pas parler. Et que dans l'histoire hé ben quand le loup il arrive à soulever les lapins.
22	*EB*	**Donc ce n'est pas pareil que dans l'histoire.**
23	*E2*	Oui, mais si on mettait les deux, mêmes, hop, les lapins ils peuvent pas remonter avec les deux poids.
24	*E2*	Puisqu'ils ont un plus gros poids c'est normal.
25	*E1*	Et aussi ils ont un plus gros poids et comme ils sont beaucoup, l'étiquette elle est plus grande.
26	*EB*	**Est-ce que c'est embêtant que l'on ne puisse pas faire pareil que dans l'histoire ?**
27	*E1/E2*	oui c'est embêtant.
28	*EB*	**Pourquoi c'est embêtant ?**
29	*E2*	Puisque là… maîtresse je l'ai vu faire ça, elle a tourné, elle a mis le poids et après nous on avait accroché. Après le groupe de Nassim on avait essayé tous en même temps.
30	*E1*	Aussi c'est embêtant parce qu'on voulait vraiment faire comme dans l'histoire de Plouf.
31	*EB*	**Et vous y êtes arrivé ?**
32	*E2*	non
33	*EB*	**Et est-ce qu'elle est possible l'histoire de Plouf alors ?**
34	*E1/E2*	non.
35	*E1*	Déjà qu'il est habillé le loup et qu'il parle.
36	*EB*	**Oui. Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires comme cela qui ne sont pas possibles ?**
37	*E1*	heuh, non. Aussi les trois petits cochons ce n'est pas possible.
38	*E2*	heuh, aussi le dragon
39	*E2*	ah oui, le dragon ça n'existe pas donc ce n'est pas possible… Les dinosaures ça peut être, parce que cela existait avant.
40	*EB*	**Alors elles sont moins bonnes ces histoires ?**
41	*E2*	pas trop, parfois quand ça n'existe pas on n'aime pas trop.
42	*EB*	**Vous n'avez pas aimé l'histoire de Plouf ?**
43	*E ?*	si !
44	*EB*	**Et elle n'est pas possible ?**
45	*E1*	Dans l'histoire de Plouf, c'est pas comme ça parce qu'il y a des briques.
46	*E2*	Oui mais là on ne peut pas mettre les briques hein, tu te rends compte ! On mettrait des briques là, après on ne pourrait plus les enlever (montre le puits du doigt)
47	*EB*	**Est-ce que c'est important que ce soit des briques ?**
	E1	déjà si on avait mis un personnage et ben comment il va faire pour aller là ? (*montre le puits)*
	E2	Non, parce que des briques après ça, ça va être lourd à porter.
48	*EB*	**De quoi on a besoin pour faire comme dans l'histoire de Plouf ?**
49	*E1*	Ce qui est important c'est de beaucoup faire ça. Au moins après on peut arriver. Arriver à le faire. Dans l'histoire c'est normal que c'est pas possible parce que c'est avec de la peinture. Alors c'est pour ça.
50	*EB*	**De la peinture, qu'est-ce que tu veux dire par là ?**
51	*E1*	parce qu'avec la peinture on peut faire ce qu'on veut.
52	*EB*	**Ah, tu veux dire que là il y a des dessins c'est ça et que dans les dessins on peut faire ce qu'on veut ?**
53	*E1*	oui
54	*EB*	**Et que nous est-ce qu'on peut faire ce qu'on veut ?**
55	*E2*	non

56	*E2*	c'est la maîtresse qui a voulu faire ce qu'elle veut avec les personnages, les poids, la corde. Et en plus la maîtresse elle croyait que c'était dur et c'était facile. Tout le monde a réussi.
57	*EB*	**J'ai une dernière question pour vous. On a raconté cette histoire à des petits et il y a des petits qui ont cru que c'était vrai.**
58	*E1/E2*	expression de surprise
59	*E1*	éh bien les animals de Plouf ils auraient vu des vrais hé ben ils auraient pas du tout cru
60		Jeu avec les poids

Transcriptions C9

Transcription *enr audio1* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Louis et Duncan

1	*EB*	**Asseyez-vous. Je suis sûre que cela vous rappelle des choses. Alors, à quoi cela vous fait penser cela ?**
2	*E1*	Cela me fait penser au puits de Plouf.
3	*EB*	**Oui, est-ce que vous pouvez me raconter ce que vous avez fait en classe ?**
4	*E1/E2*	Au début on avait pris les plots. *Raconte la construction du puits*
5	*E1*	Et puis la maîtresse elle avait ramené le loup, le cochon et les lapins pour essayer de voir si l'histoire est possible.
6	*EB*	**Et alors ?**
7	*E1/E2*	Elle n'est pas possible parce que à la fin le loup il ne peut pas retomber parce que les lapins ils sont plus lourds que le loup. Parce que ils sont "plein" et que le loup il est un.
8	*E1*	Ca c'est l'histoire hein en réalité ça ne se peut pas. C'est impossible en réalité. C'est l'histoire.
9	*E2*	On met le loup ici, Duncan met le loup là dedans.
10	*E1*	Ca ne fait rien.
11	*E1*	Si on enlève les lapins ça tombe.
12	*E1*	Le cochon il est beaucoup plus lourd que le loup.
13	*E1*	Au début le loup est plus léger que le cochon.
14		*essais et manipulations variées*
15	*EB*	**Alors ce que vous avez vu c'est que... est-ce qu'avec le cochon on arrive à faire remonter le loup ?**
16	*E1*	oui
17	*E1*	*raconte l'histoire*. Et puis là il y a les lapins qui arrivent.
18	*EB*	**Et puis ensuite ?**
19	*E1*	et puis après le cochon il part le loup il revient, il se met dans le seau et ça ne bouge pas.
20	*E1/E2*	ça ne bouge pas en réalité mais (duo) dans l'histoire, oui. Mais si on fait l'expérience, non.
21	*EB*	**Alors est-ce que c'est embêtant que l'on ne puisse pas faire comme dans l'histoire ?**
22	*E1*	heuuuuu oui c'est embêtant. Parce que au cas où il y a quelqu'un qui tombe dans le puits, si il y a beaucoup de pluie il va se noyer.
23	*EB*	**Alors on ne peut pas faire comme dans l'histoire vous êtes d'accord ?**
24	*E1/E2*	oui
25	*EB*	**Est-ce que vous en connaissez d'autres des histoires où l'on ne peut pas faire comme dans l'histoire ?**

26	*E ?*	oui, celle là déjà, ça ne se peut pas en réalité parce que en fait, les lapins, le loup… Le loup c'est 20 kg et les lapins c'est 80Kg
27	*EB*	**C'est plutôt des grammes mais ce n'est pas grave. Dites-moi des histoires pas possibles vous en connaissez d'autres ?**
28	*E1/E2*	moi je n'en connais aucune mais toi tu as dit que tu en connaissais mais tu ne te rappelles plus ! Oui…
29	*EB*	**Ce n'est pas grave, j'ai une dernière question pour vous. Il y a des petits à qui on a raconté l'histoire.**
30	*E ?*	De Plouf ?
31	*EB*	**De Plouf. Et ils pensent que l'histoire elle est vraie.**
32	*E2*	Et en fait elle est fausse !
33	*E1*	Je peux pas XXX ils n'ont pas tenté l'expérience.
34	*EB*	**Ah, tu dis quoi là ?**
35	*E1*	Il n'ont pas essayé de le faire pour voir si c'etait vrai ou faux.
36	*EB*	**Et tu penses que c'est important ?**
37	*E1*	D'essayer, c'est important.
38	*EB*	**Et pourquoi ? Qu'est-ce qu'on peut faire quand on essaie ?**
39	*E1*	Ben on peut savoir la réalité.
40	*EB*	**Et la réalité c'est quoi ?**
41	*E1*	La vraie vie. Et si c'est pas vrai c'est que c'est faux.
42	*EB*	**Qu'est-ce que tu ferais avec ces petits là pour leur faire comprendre que ce n'est pas vrai l'histoire ?**
43	*E1*	ben faudrait leur montrer.
44	*EB*	**Leur montrer comme ça ?**
45	*E2*	Je ne sais pas moi, je ferais autrement.
46	*EB*	**Tu ferais comment toi ?**
47	*E2*	moi je ferai autrement, si j'étais la maîtresse, je prendrais tout ce qu'il faudrait et puis je ferais le puits et je raconterais l'histoire… *raconte l'histoire*
48	*E1*	en fait tu fais la même chose que moi
49		
50	*Eric ?*	**Tu nous as dit plusieurs fois qu'en réalité l'histoire elle n'est pas possible. Qu'est-ce que c'est que la réalité pour toi ?**
51	*E1*	la réalité c'est ce qu'il se passe en vrai comme manger. Pas parler, les animaux ils ne peuvent pas parler. (*ça c'est des histoires* dixit Eric) En réalité les animaux ils ne parlent pas. C'est qu'une histoire alors. Plouf c'est qu'une histoire.

Transcriptions C10

Transcription *enr audio2* (2011) (EB = Estelle Blanquet)

Celia et Tom

1	EB	**Ah je suis sûre que cela vous dit des choses cela. Alors cela ressemble à quoi ?**
2	E1	au puits
3	EB	**Au puits de Plouf. La question que je vais vous poser c'est, je voudrais que vous me racontiez un petit peu ce que vous avez fait en classe. Qu'est-ce que vous avez-fait avec tout cela ?**
4	E1	*raconte la construction du puits.*
5	EB	**D'accord.Comme c'est là maintenant alors ? Et pourquoi vous avez fait ça ?**
6	E1	Pour essayer de faire l'histoire en vrai.
7	EB	**Pour essayer de faire l'histoire en vrai. Et alors ?**

8	E1	Ca ne marche pas trop. C'est la fin qui ne marche pas.
9	EB	**Tu peux m'expliquer cela ?**
10	E1	ben en fait, à la fin quand il y a le loup qui revient et qu'il y a des lapins en trop. Du coup comme les lapins sont plus lourds que le loup, du coup en vrai il ne peut pas redescendre le loup alors que dans l'histoire il redescend.
11	EB	**En vrai il ne peut pas redescendre le loup alors que dans l'histoire il redescend. Tu es d'accord toi ?**
12	E2	oui
13	E1	Ca peut marcher dans l'histoire mais en vrai ça ne peut pas marcher.
14	EB	**Vous en connaissez d'autres des histoires comme ça ? Non ?**
15	EB	**C'est embêtant qu'elle ne marche pas en vrai ?**
16	E1	Ben moi, ben pour le loup, pour les lapins c'est dommage et pour le loup aussi.
17	EB	(*rire*) **Je suis un peu d'accord avec toi. Si c'était des vrais lapins, et si ils étaient comme nous, ils ne pourraient pas remonter et ils seraient bien embêtés.**
18	EB	**Imaginez que vous racontiez l'histoire à des enfants qui sont plus petits que vous. Et quand vous leur racontez l'histoire, hé bien ils pensent que l'histoire elle est vraie. Est-ce que c'est embêtant qu'ils pensent que l'histoire elle est vraie ?**
19	E1	pas trop
20	EB	**Pas trop quoi ?**
21	E1	Ce n'est pas très grave.
22	EB	**Est-ce qu'on pourrait les aider à comprendre que l'histoire elle n'était pas vraie. C'est ce que tu m'as dit toi ?**
23	E1	oui
24	E1	Oui parce que déjà ils ne parlent pas, ils n'ont pas de chaussures, ils n'ont pas d'habits. Ils ne marchent pas à 2 pattes.
25	EB	**Tu as raison. Les petits ils peuvent comprendre cela mais ils peuvent croire quand même que l'on peut faire comme dans l'histoire et que le loup peut remonter les lapins.**
26	E1	Je ne sais pas ce que je fais *(?)*. Parce que ils sont trois et que le loup il est tout seul.
27	EB	**Est-ce que c'est parce qu'ils sont trois que c'est important ou est-ce que c'est autre chose ?**
28	E1	heuh parce qu'ils sont plus lourds.
29	EB	**Comment on pourrait faire pour aider les petits à comprendre cela, tu as une idée ?**
30	E1	non
31	EB	**Est-ce que toi quand tu as lu l'histoire au début tu pensais qu'on pouvait faire comme dans l'histoire ?**
32	E1	Ben quand on avait fait le puits oui. Je ne savais pas trop. Je pensais que le loup il pouvait redescendre et les lapins pouvaient remonter. Je pensais cela parce que ça, hé bien j'avais l'impression que c'était pareil avec le même poids mais en fait c'est pas pareil. Du coup ils sont trop lourds. Parce qu'au début on avait mis que des images et pas ça, et ça marchait.
33	EB	**Et donc tu as constaté que quand on essayait hé bien...**
34	E1	Ca ne marchait pas.
35	EB	**Est-ce que tu penses que si on faisait ça avec des petits cela leur permettrait de comprendre ?**
36	E1	heu oui.
37	EB	**Hé bien je crois que vous allez essayer de faire cela un peu plus tard.**

ANNEXE 7.B.

Transcription de la séance *Plouf !* réalisée à Saint-Laurent du Var en classe de GS

Enseignant : Laurent Antonucci, enseignant expérimenté, féru de sciences et ayant participé à une formation de 6h (deux animations pédagogiques de 3h) pour la préparation d'un jardin des sciences, formation dans laquelle la séquence *Plouf !* a été décrite.

Le travail a été réalisé en atelier avec 6 enfants considérés comme "faibles" par leur enseignant. Les autres élèves sont en train de travailler sur les engrenages (en arrière-plan) ou avec l'Atsem à écouter des histoires (autre salle).

Enregistrement réalisé le 9 juin 2011 après midi vers 16h, au cours d'une journée très chaude (enr. 000496.mts) dans la classe de GS de l'école maternelle de centre ville René Cassin à Saint-Laurent du Var.

De gauche à droite sur la vidéo : Kanou, Camille (en vert), Ingrid (en short rose), Maeva (petite robe à points blancs), Anne-Charlotte (petite robe à fleurs), Maelic (petit garçon à lunettes)

1	*Maître*	**Attention, là on va essayer de faire comme dans l'histoire.**
2	*Anne-charlotte*	Ce n'est pas un vrai puits. J'ai une idée. On va faire un puits en bois ?
3	*Maître*	**Chut, regardez un peu (montre le puits de l'album). Regardez le matériel que j'ai mis. Qui est-ce qui aurait une idée ? Alors vas-y.**
4	*Kanou*	*(monte les barres sur les plots)*

5	*Anne-charlotte*	C'est dans les trous, la corde ça passe dans la poulie.
6	*Maître*	*(remontre l'image, autorise Maeva à continuer le montage, jeu en arrière fond des enfants sur l'appellation "pilou" pour la "poulie")* **On va mettre la poulie**
7	*Maeva*	Tu l'as mis à l'envers, Kanou, y a pas de trou *(pendant ce temps, Kanou en train d'essayer de glisser l'axe avec la poulie dans les deux bâtons troués montés par Kanou sur les plots de sport)*
8	*Maître*	**Hé bien alors tu fais ce qu'il faut pour que ça marche** *(Maeva embêtée, enfile l'axe dans le premier bâton troué et s'immmobilise)*
9	*Anne-Charlotte*	Mais tu ne peux pas, il n'y pas de trou.
10	*Maître*	**Alors qu'est-ce qu'il faut faire ?**
11	*Anne-charlotte*	Le remettre à l'endroit *(se déplace et retourne le bâton pour avoir l'extrémité trouée disponible)*
12	*Maeva*	Ne jouez pas ! *(après qu'elle a enfilé l'axe et la poulie dans le deuxième bâton et que tous les enfants se soient précipités pour faire tourner la poulie sur son axe)*
13	*Maître*	**Alors attention, attends, attends, j'ai oublié qq chose** *(un enfant est en train de prendre la corde)*
14	*Anne-charlotte*	Oh mais c'est un puits ça !
15	*tous en choeur*	Beh oui c'est un puits !
16	*Anne-charlotte*	Ca ressemble à un puits
17	*tous en choeur*	C'est un puits !
18	*Anne-charlotte*	Si je vous dis que ce n'est pas un puits, c'est que ce n'est pas un puits
19	*tous en choeur*	Si c'est un puits !
20	*Anne-charlotte*	Ca ressemble à...
21	*Maître*	**Hé, hé, chut, vous avez vu ce que fait Kanou ? Il regarde l'image**
22	*Anne-charlotte*	Ca ressemble à...
23	*Anne-charlotte*	C'est un puits fabriqué.
24	*Deux élèves puis en Choeur*	Oui, c'est un puits fabriqué
25	*Anne-charlotte*	Ce n'est pas un puits heuhh, ce n'est pas un puits qu'on a construit ça
26	*Camille*	très bien Kanou ! *(qui vient de mettre la corde avec le seau et le trombone sur la poulie)*
27	*Maître*	**Alors, attention, le puits, est-ce qu'on le voit le puits ?**
28	*tous en choeur*	Oui!!!!
29	*Maître*	**Alors, montre le moi. Maeva, montre le moi.**
30	*Maeva*	*(se lève et reste debout incertaine, derrière, Anne-Charlotte se met debout et pointe le*

		doigt vers la poulie)
31	*Maître*	Ah il n'y est pas, tu m'as dis qu'il y était et il n'y est pas *(il reste la bassine pour représenter le fond du puits à placer)*
32	*Anne-charlotte puis Ingrid*	Mais il est là ! *(Ingrid se lève et touche la poulie, avant Camille qui se lève aussi)*
33	*Maeva*	J'ai trouvé *(montre du doigt la bassine transparente)*
34	*Maître*	**Ah, alors essaie de placer cela pour faire le puits**
35	*Camille*	Mais faut mettre de l'eau !
36	*Anne-charlotte*	Mais non !
37	*Maître*	**Ah ben on pourrait mettre un peu d'eau, elle a raison.**
38	*tous en choeur*	Oui !!!!! *(Camille va mettre de l'eau)*
39	*Maître*	**chut**
40	*Anne-charlotte*	Comme cela ça va faire Plouf !
41	*Maître*	**Pas besoin de trop en mettre, comme cela c'est suffisant**
42	*Kanou*	*(touche l'axe et se rend compte qu'il sort facilement des trous des bâtons)*
43	*Maître*	**Ah, Kanou a un petit pb, regardez ce que fait Kanou. Alors pour éviter cela, j'ai un un matériel qui pourrait nous être utile, regardez...** *(rmq : pinces à linge)*
44	*Anne-charlotte*	*(prend les pinces à linge et les utilise pour bloquer l'axe)*
45	*Maître*	**Regarde** *(à Kanou qui dit que le trou est trop gros),* **je pense qu'elle a trouvé un système pour pas que cela sorte.** *(à Maeva qui prend et repose 2 pinces à linge qui restent :)* **Ah mais je pense que tu peux encore en prendre** *(rmq : il en faut 4 pour bloquer complétement l'axe).*
46	*Maître*	*(excitation et tous les enfants debouts)* **Alors par contre vous allez vous asseoir, c'est Anne-Charlotte qui met les pinces à linge. Et là, effectivement, je pense qu'on est prêt.**
47	*Maître*	**Alors, au début de l'histoire on a vu...** *(Maeva s'empare du loup pour le mettre dans le seau).* **Alors le loup il tombe. Et on a vu qu'au début de l'histoire le loup il est où ?**
48	*tous les enfants*	*(regardent ce que fait Maeva)*
49	*Maeva*	Il va descendre
50	*Maître*	**Alors, va-z-y, lâche pour voir** *(le loup tombe et la corde sort de la poulie, rire général)*
51	*Maître*	**Alors, qu'est-ce qu'il s'est passé ?**
52	*Anne-charlotte*	... faudrait un système de blocage *(pour éviter que quand le seau tombe toute la corde suive et sorte de la poulie)*
53	*Maître*	**Chut. Stop. Alors, un système de blocage... On va laisser ... Camille effectivement, parce que nous on n'a pas de rebord en haut du puits.**
54	*Maître*	**Et qui c'est qui arrive alors ?**

55	*enfants*	le cochon !
56	*Maître*	**Alors, Ingrid, est-ce que tu peux aller prendre le cochon. Et le cochon, il s'accroche...** *(Ingrid accroche le cochon)*
57	*enfants*	à la corde.
58	*Maître*	**Et on va voir si le cochon arrive à faire remonter...Ah non non, on n'a pas le droit de tirer** *(Camille tire sur la corde).***Lâche, lâche** *(s'y reprend à plusieurs fois car le cochon en decendant tombe dans le seau et arrête de descendre)*
59	*enfants*	oui !!!!!!
60	*Maître*	**Alors, est-ce que cela marche ?**
61	*tous en choeur*	Oui !
62	*Maître*	**Ah, alors attention, qu'est-ce qu'on a dit. Si cela marchait, on mettait un point de quelle couleur?**
63	*enfants*	Vert !
64	*Maître*	**Alors, attention, on est sur la première image. Donc, là on a vu que cela marchait, on peut mettre un point vert.**
65	*enfants*	*(se rendent à la table ronde pour mettre un point de couleur vert sous l'image)*
66	*Maître*	**Alors attention, où est-ce qu'on va mettre le point vert ? Voilà, c'est le cochon qui fait remonter le loup.**
67	*Maître*	*(retour au coin regroupement)* **Alors maintenant**
68	*enfants*	.. les lapins
69	*Maître*	**Ah... alors le loup est parti. Prends les lapins** *(à Camille)*
70	*Camille*	*(commence à enlever le loup pour mettre les lapins dans le seau)*
71	*Maître*	**Alors, le loup est-ce qu'il est encore dans le seau ?**
72	*enfants*	non
73	*Maître*	**Alors** *(le maître remontre les images),* **non regardez, quand les lapins arrivent, le loup n'est plus dans le seau.**
74	*enfants*	Il est parti
75	*Maître*	**Ce que l'on va faire c'est que vous allez tous vous asseoir pour bien voir. Chut.** *(Camille accroche les lapins qui descendent et font remonter le cochon mais cache la scène aux autres enfants)*
76	*Maître*	**Kanou, est-ce que tu as vu ce qui s'est passé ?**
77	*Kanou*	Je n'ai pas trop vu.
78	*Maître*	**Alors Camille, refais-le, enlève les lapins. Les lapins ne sont pas encore dans le seau. Et Maeva a raison, si on ne voit pas c'est parce que tu es devant. Camille comment pourrais-tu te mettre pour que tout le monde voie ?**
79	*Maeva*	Elle se met de l'autre côté

80	*Maître*	**Hop ! Est-ce que c'est bon ?**
81	*enfants*	Oui !
82	*Maître*	**Donc, attention, les lapins descendent, le cochon remonte donc on va mettre un point ?**
83	*enfants*	vert !
84	*Maître*	*(retour au coin regroupement)* **Alors, qu'est-ce qui se passe à la fin ? Ah, le loup revient ! Alors...**
85	*Maelic*	*(prend le loup, Anne-Charlotte veut l'aider, le maître l'a renvoit à sa place. Ne sait pas où le mettre... il reste le cochon accroché à la corde)*
86	*Maître*	**Ah, je pense que Maelic a un petit problème. Qui pourrait l'aider ? Ah, je pense qu'il a trouvé la solution** *(Maelic enlève le cochon)*
87	*Maître*	**Hé oui, le cochon, est-ce qu'il est resté ?**
88	*Anne-charlotte*	Non, il est parti.
89	*Maître*	**Anne-Charlotte, aide-le à accrocher le loup**
90	*Anne-charlotte*	D'accord
91	*Maître*	**Et qu'est-ce qu'il se pase dans l'histoire maintenant ?**
92	*Kanou*	Le loup revient
93	*Anne-charlotte*	*(en même temps)* : Lâche, lâche *(le loup ne descend pas)*
94	*Kanou*	*(en parallèle)* : Et le loup tombe dans le puits *(et constate que le loup ne descend pas. Anne-charlotte après un instant d'immobilisation commence à vouloir tirer sur la corde)*
95	*Maître*	**Ahhh, hé hé** *(rigole).* **Alors, on va s'asseoir.**
96	*Kanou*	Faut remonter *(faut tirer en fait, le maître reprend mais tous les enfants comprennent)*
97	*Maître*	**Ah... est-ce qu'on a le droit de remonter**
98	*tous en choeur*	Non...
99	*Maître*	**Qu'est-ce qu'on regardait là justement ? On regardait si quoi ?**
100	*Maeva*	Faut bien mettre les lapins !
101	*Maître*	**Alors, Maelic, tu peux venir t'asseoir. Maeva s'approche pour enlever les lapins** *(Kanou dit "il faut enlever les lapins" au moment où Maeva se lève)*
102	*Maître*	**Non, non, non. Est-ce qu'on a le droit d'y toucher ?**
103	*enfants*	Non !
104	*Maître*	**Alors, au début de l'atelier, je vous ai dit que l'on allait vérifier quoi ? Si l'on peut faire ?**
105	*Maelic*	Rouge *(point rouge)*

106	*Maître*	**Si on peut faire quoi ?**
107	*Maelic*	Rouge *(répéte encore comme le maître ne réagit pas)*
108	*Maître*	*Fait asseoir tout le monde.* **Au début de l'atelier, je vous ai dit que l'on allait faire comme dans Bascule, que l'on allait voir si l'on peut faire comme dans l'histoire. Alors là, dans l'histoire de Plouf, qu'est-ce qu'il devrait faire normalement le loup ?**
109	*Camille*	Ben il devrait descendre
110	*Maître*	**Et est-ce qu'il descend ?**
111	*tous en choeur*	Non !
112	*Camille*	Parce que les lapins ils sont encore dans le seau.
113	*Maître*	**Hé. Est-ce que l'on a le droit d'aider les lapins à remonter** ? *(lève la main, paume levée)*
114	*tous en choeur*	Non !
115	*Maître*	**Est-ce que dans le livre de Philippe Corentin il y a quelqu'un qui aide les lapins à remonter ?**
116	*tous en choeur*	Non !
117	*Maître*	**Non, regardez, vous vous rappelez** *(montre le livre de nouveau).*
118	*Camille*	Le loup il descend et les lapins ils remontent.
119	*Maître*	**Hé, voilà, et il y a même nous avait dit Anne-Charlotte une...**
120	*tous en choeur*	grenouille
121	*Maître*	**une grenouille qui s'y était mis et il n'y a personne apparemment qui aide les lapins à remonter. Alors qu'est-ce qu'on va mettre ici dans la dernière image ?**
122	*Maelic*	Rouge !
123	*Maître*	**Ah, on va mettre un point rouge**
124	*Maître*	**Alors maintenant je vais poser une question importante. Il va falloir bien réfléchir. Est-ce que donc, est-ce que là, on peut faire comme dans l'histoire ?**
125	*Anne-charlotte suivie des autres enfants*	Non !
126	*Maître*	**Pourquoi est-ce qu'on ne peut pas ?**
127	*Anne-charlotte suivie des autres enfants*	Parce que le loup il ne descend pas
128	*Maître*	**Est-ce que dans Bascule on avait pu faire comme dans l'histoire ?**
129	*Anne-charlotte*	Oui ! *(les autres hésitent)*
130	*Maître*	**Oui hein, tout avait bien marcher**

131	*Maître*	**Alors, est-ce que c'est embêtant de ne pas pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
132	*Anne-charlotte*	Oui !
133	*Maître*	**C'est embêtant pour toi Anne-Charlotte de ne pas pouvoir faire comme dans l'histoire ?**
134	*Camille*	Non !
135	*Maître*	**Camille, pourquoi c'est pas embêtant ?**
136	*Anne-charlotte*	Ben si c'est embêtant parce qu'après on peut pas montrer aux parents.
137	*Camille*	*(en parallèle)* : Ben si c'est embêtant parce que le loup il descend pas.
138	*Maître*	**Ah, effectivement on ne peut pas montrer aux parents que cette histoire est possible.**
139	*Anne-charlotte*	Hé oui ! tandis que dans Bascule on peut.
140	*Maître*	**Maelic, qu'est-ce que tu en penses ?**
141	*Maelic*	inaudible
142	*Maître*	**Ah, c'est embêtant parce qu'on va attendre toute la journée.**
143	*Maître*	**Et pour toi Kanou est-ce que c'est embêtant**
144	*Kanou*	oui (*tous les enfants entraînés par Anne-Charlotte et Camille, fin excités, répondent également oui)*
145	*Maître*	**Bon alors si c'est embêtant, qu'est-ce qu'on aurait pu faire pour que le loup il descende ?**
146	*Anne-charlotte*	On peut essayer de remplacer les lapins
147	*Maître*	**tu veux essayer de remplacer les lapins, non, les lapins c'est les mêmes**
148	*Anne-charlotte*	Je veux essayer de les placer différemment
149	*Maître*	**Alors essaie de les placer différemment**
150	*Anne-charlotte*	Peut-être que ça marche hein!
151	*Maître*	**Alors va-z-y, essaie**
152	*Anne-charlotte*	Non, j'ai essayé plusieurs positions, ça ne marche pas
153	*Maître*	**Bon, alors cela, ça ne marche pas. Qu'est-ce qu'on aurait pu imaginer d'autre pour que ça...**
154	*Anne-charlotte*	On aurait pu aider la ficelle
155	*Maître*	**Comment tu aurais voulu aider la ficelle? Ah effectivement on aurait pu tirer un petit peu, mais bon. C'est vrai que dans le livre, est-ce qu'on aurait pu mettre une main qui tirait un peu ? Non hein...**
156	*Maître*	**Pourquoi est-ce qu'à votre avis le loup n'arrive pas à faire remonter les lapins ?**

157	*Maelic*	Parce que les lapins sont trop gros.
158	*Anne-charlotte*	Parce que les lapins ils sont trois et lui il est que un.
159	*Maître*	**Parce que ?** *(fait répéter Maelic)*
160	*Maelic*	Parce que les lapins ils sont trop gros
161	*Anne-charlotte*	Ils sont trop nombreux. Parce qu'ils sont trois et que le loup il est que un.
162	*Maeva*	Parce qu'ils sont trop lourds.
163	*Maître*	**Ah, Maeva**
164	*Maeva*	Parce qu'ils sont trop lourds.
165	*Anne-charlotte*	Parce que les trois lapins ... parce qu'il y a trois lapins
166	*Maeva*	Ils sont trop lourds *(échange face à face avec Anne-Charlotte)*
167	*Anne-charlotte*	Ils sont trop lourds mais tu sais pourquoi ils sont trop lourds ? Parce qu'il y en a trois.
168	*Maître*	**Parce qu'ils sont trop lourds. Alors comment est-ce qu'on pourrait faire pour que le loup puisse faire remonter les lapins ?**
169	*tous les enfants*	*(tous parlent ensemble et Anne-Charlotte s''impose)*
170	*Anne-charlotte*	On pourrait rajouter, on pourrait rajouter encore deux loups
171	*Maître*	**Ah, il faudrait que le loup soit, il faudrait que le loup soit un peu plus lourd. Alors, deux loups, on pourrait imaginer que...**
172	*Anne-charlotte*	On va imaginer quoi ?
173	*Maître*	**On pourait imaginer qu'il y a un deuxième loup qui arrive. Alors il est un peu bizarre** (*maître montre un bout de bois).* **Alors on va voir si avec la maman loup le papa loup arriverait à faire remonter les lapins**. *(le tend à Ingrid)*
174	*Ingrid*	*(prend le morceau de bois sur lequel est scotché une ficelle qui se décroche)*
175	*Maitre*	*invite Ingrid à aller chercher du scotch et dit :* **Ah c'est un système fabriqué à la va-vite c'est pour cela que cela ne tient pas.**
176	*Anne-charlotte*	C'est un système fabriqué par (pour ?) les enfants ... inaudible
177	*Maître*	**Regardez l'heure est importante, on va voir si avec une maman loup...**
178	*Ingrid*	Accroche la maman loup avec le loup
179	*tous en choeur*	Oui !!!!!!!
180	*Maître*	**Ah, donc si on avait voulu faire comme dans l'histoire**
181	*Anne-charlotte*	Ben voilà, on a réussi
182	*Maître*	**Ah ben non, c'est différent. si on avait voulu que l'histoire marche, Philippe Corentin, qu'est-ce qu'il aurait dû mettre plutôt que le loup à la fin, qu'est-ce qu'on pourrait imaginer qu'il aurait mis ?**

183	*Anne-charlotte (et les autres également)*	Le papa et la maman loup
184	*Maître*	**Voilà, deux loups qui reviennent et qui sont donc plus lourds que les lapins et qui permettent de les faire remonter. Voilà. Allez on va commencer à ranger.**
	20'Arrêt	
	21'12 Reprise	
185	*Estelle*	**Est-ce que vous pensiez au départ que l'histoire elle était possible ?**
186	*Maître*	*(à Anne-charlotte)* **Est-ce que tu pensais au départ que l'histoire elle n'était pas possible?**
187	*Anne-Charlotte*	Ben non ! Je croyais qu'elle marchait !
188	*Estelle*	**Et comment vous avez fait pour savoir ?**
189	*Anne-Charlotte*	Essayer
190	*Kanou*	Faut essayer une deuxième fois

ANNEXE 7.C.

Réponses des enseignants du groupe 52 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe

	Niveau d'enseignement	Sexe	Age	Ancienneté	Est-ce que les CS vous semblent utiles?
1	PS	F	46	20	Très utiles pour la pratique par le biais d'une démarche à suivre et des bonnes questions à se poser avant de mettre en place certaines expériences (est-ce que j'ai tout envisagé, que puis-je encore proposer?)
2	MS	F	54	34	utile pour gérer la séance et prendre en compte tous les critères
3	PS/MS	F	51	17	oui afin d'avoir une démarche scientifique
4	MS	F	55	21	oui, besoin de scepticisme, de déplacer un point de vue, de varier les regards et de remettre en question "l'acquis"
5	PS	F	44	18	Oui. Peut-être pas tous les points mais les principaux, oui. J'ai surtout pris conscience de l'importance de ne pas imposer des notions sans les expliquer.
6	MS	G	43	20	Oui, ossature de la démarche à suivre
7	PS-GS	F	49	30	Les critères sont utiles mais trop difficiles à respecter en entier
8	PS	G	45	20	Oui les critères sont utiles, évitent de déraper (ex: refus de l'argument d'autorité)
9	MS/GS	F	45	20	Oui, pour aller plus loin dans la façon de procéder.
10	GS	F	47	22	Les différentes critères proposés me semblent très utiles dans ma pratique car souvent je pense plus aux résultats qu'à la façon d'expérimenter. Plus certaines questions retent fermées de mon fait.
11	PS	F	53	22	Oui pour permettre d'avoir une réelle démarche scientifique
12	PS/MS	G	53	36	Critères utiles pour aller au bout de la déduction
13	MS/GS	F	55	37	Critères utiles pour la pratique
14	MS	F	50	25	Certains critères semblent pertinents comme refus de l'argument d'autorité, recul, robustesse, cohérence

15	PS	G	46	23	Les critères me semblent pratiques -> permettent d'avoir un référentiel pour avoir une attitude scientifique
16	GS	F	57	37	Oui, pour une rigueur scientifique, pour définir ou valider des expériences
17	GS	F	49	30	Oui, utiles. Permettent de bâtir une séance correcte au niveau de la démarche scientifique
18	PS/MS	F	41	21	Ces critères me sont utiles pour me cadrer dans ma recherche de mise en place d'une activité scientifique en classe
19	MS/GS	F	47	28	Critères utiles pour poser la problèmatique, se repérer dans la séquence
20	GS	F	47	26	Oui ces critères me semblent très utiles pour la pratique personnelle. Car je pratique déjà la mise en œuvre expériementale et le refus de l'argument d'autorité et je n'avais pas pensé aux autres critères spécifiquement.
21	PS/MS	F	53	32	Oui ces critères sont utiles pour la pratique car ils permettent de faire des activités plus complètes et plus réfléchies (ie essayer de ne pas oublier un élément)
22	PS/MS	F	44	22	Oui afin de mieux traiter chaque notion
23	GS	G	50	20	Oui, permettent de bien préparer une activité
24	PS	F	47	24	Ces critères me semblent pertinents pour évaluer ma "conduite" de l'expérience et sa rigueur scientifique.
25	PS	G	44	22	Oui, ce sont des repères qui nous permettent de rester dans l'intérêt du sujet traité (évite de se disperser par exemple, comme un fil conducteur).

Annexe 7.D.

Réponses des enseignants des groupes 59 & 60-62 à propos de l'utilité des critères de scientificité pour leur pratique de classe

gr.59	Niveau d'ensei-gnement	Sexe	Age	Ancienneté	Pensez-vous que les CS présentés vont être utiles dans votre enseignement ? si oui, en quoi ?
1	MS	F	39	15	Oui, par exemple le critère de robustesse va être utile pour moi car j'ai tendance à "oublier" des variantes (comme la couleur par exemple) évidentes pour moi mais pas forcément pour les élèves. Je n'aurais pas pensé à modifier la matière quand on expérimente le poids (Plouf !)
2	MS	F	49	25	Oui, mais leurs définitions ont été trop vite survolées pour bien se les approprier. Il faudrait les avoir sous les yeux en permanence et pouvoir s'y référer dès qu'ils sont abordés car ce vocabulaire est un peu nouveau
3	MS	F	53	25	Oui car à partir d'albums présentés on peut réaliser des expériences simples avec du matériel simple (à part le montage de la poulie) qui vont permettre aux enfants de manipuler, de reproduire. La phase d'agilité est la plus complexe.
4	PS	F	50	20	Oui car cela donne un cadre référent avant/pendant/après le travail. Cela évitera ma tendance à naviguer au feeling qui n'est pas toujours productrice de rationalité
5	MS/GS	F	61	43	Les critères de scientificité vont m'être utiles pour mettre en place les différentes étapes de la démarche scientifique : expérience+reproductibilité et robustesse que je ne mettrais pas en critères absolus
6	PS/MS	F	52	34	Ces critères vont m'être utiles pour mieux conduire mes démarches scientifiques auprès des enfants et respecter les étapes de l'expérimentation
7	GS/CP	F	49	25	Ces critères vont m'être très utiles car ils vont me permettre de conduire des expériences sans brûler d'étape ou d'imposer des lois/conclusions aux élèves
8	PS/GS	F	35	12	Oui, reproductibilité et robustesse. Beaucoup de manipulations dans la classe mais pas étendues sur le temps
9	PS/GS	F	34	10	Les CS me seront utiles je pense pour déjà mieux cadrer ce que je pourrai mener comme expérience et comment car je n'en avais qu'une idée assez floue. Je ne pensais pas par exemple à la reproductibilité ou à la robustesse.
10	MS/GS	F	40	15	Ces critères me permettent de me poser davantage de questions avant de réaliser mes séances/ d'entreprendre une réelle démarche scientifique personnellement avant de la présenter aux enfants
11	PS/MS	F	38	13	Oui, pour avoir une ligne directrice dans l'enseignement des sciences et pour une démarche expérimentale
12	PS-GS	F	31	5	Les critères sont utiles car ils permettent de prendre du recul en tant qu'enseignant sur notre pratique d'avant la concertation. Peut-être qu'auparavant les savoirs à l'issue de mes séances n'étaient pas bien acquis, de plus les élèves acquièrent une méthodologie
13	PS/MS	F	35	12	Ceux qui me seront utiles sont la primauté de l'expérience (à garder toujours présent à l'esprit car on a trop tendance à l'oublier). Je vais aussi insister sur la reproductibilité, car on ne le fait pas assez souvent. Ne pas

					oublier l'agilité. Pas forcément toujours assez de temps pour la robustesse. travailler le recul est intéressant, il faudra aussi que je pense à le faire plus explicitement
14	PS-GS	F	38	10	Les critères proposés permettent de nous donner un "fil conducteur" quand à la manière de préparer et mener une séance. Le critère de "robustesse" reste à mon avis difficile à conduire en cycle 1(risque de perte du sens du but premier de l'expérience)
15	GS	F	53	33	Critères utiles : primauté, reproductibilité et robustesse. Ces critères m'imposent plus de rigueur dans mon travail (besoin d'être cadrée)
16	MS	F	35	12	Oui pour mettre en place des expériences liées à des albums
17	GS	F	40	11	Critères présentés utiles pour réfléchir et mettre en place une réelle démarche scientifique
18	MS	F	58	38	Oui, pour rendre plus claire ma pratique
19	MS/GS	F	44	22	Ils me seront très utiles. Aide importante à la préparation et à la mise en place des expériences, reproductibilité importante car je ne la pratiquais que peu ou pas jusqu'à présent, cohérence dans les différentes activités
20	PS/MS	F	43	19	Oui, pour une réflexion dans la préparation de mes ateliers "sciences", dans la démarche avec les enfants
21	MS/GS	F	42	18	Oui, avoir des repères et m'assurer que je suis bien dans une démarche scientifique
22	MS	F	52	18	Utilité des critères : déjà prendre du recul sur mes démarches antérieures, pour reconstruire mes séances surtout par rapport à la robustesse
23	PS	F	50	20	Oui pour exploiter différemment un album ou pour organiser des séquences de sciences à proprement parler. Recherche d'albums incitateurs...Dans ma démarche pour construire mes séquences. "Aller jusqu'au bout"
24	PS	F	47	19	Oui, pour préparer mes séquences et éviter de griller des étapes (généralisation, extrapolations abusives...)
25	refus de répondre				

Animation Cannes Octobre 2012, albums jeunesse, CS intégrés à la présentation, explicitement

gr. 60	**Niveau d'enseignement**	**Sexe**	**Age**	**Ancienneté**	**Pensez-vous que les CS présentés vont être utiles dans votre enseignement ? si oui, en quoi ?**
1	GS	G	50	20	Oui, faisable en classe
2	PS	F	46	9	Utile pour l'enseignement mais je n'aime pas les termes utilisés (recul, robustesse), je préférerais fiction/réel
3	MS	F	43	16	Oui
4	GS	F	33	8	Oui
5	MS	F	44	19	Oui, ils sont utiles
6	PS	F	35	9	Oui, ces critères me seront utiles pour ma classe
7	PS	F	26	5	Oui

8	MS	F	51,5	30	Ils semblent utiles, je ne suis pas sûre de m'en servir (faire des sciences). recul fiction/réel intéressant
9	PS/MS	F	33	1 mois	Les différents critères sont utiles car ils permettent de construire les différentes phases de la séquence, une séance sur la reproductibilité
10	MS/GS	F	47	16	Enfin une animation passionnante et utile pour une non scientifique que je suis (à la base). Matinée très agréable, Bravo!
11	PS/MS	F	32	4	Critères utiles
12	GS	F	43	20	Oui
13	PS	F	59,3	39	Oui
14	MS	F	38	13	Oui
15	PS-GS	F	33	3	Oui, cela va m'être utile en classe
16	MS/GS	F	41	20	Critères utiles et déjà mis en place dans ma classe (Main à la Pâte)
17	PS	F	25	1	Oui
18	MS	F	45	22	Oui mais je le faisais déjà sans mettre de dénomination scientifique : primauté de l'expérience => résultat imparable, recul et reproductibilité locale
19	PS/MS	F	39	13	Oui, je pense que ces critères vont m'être utiles, en particulier la primauté de l'expérience et la reproductibilité
20	TPS/GS	F	38	9	Oui, certains plus que d'autres. Ils permettent de structurer et d'organiser la démarche. Toutefois, en dehors des expériences proposées, je me demande si je pourrais par moi-même imaginer des expériences en intégrant tous ces critères
21	animatrice	F	21		Ces critères sont très utiles dans la pratique des sciences
Animation Cannes Novembre 2012, albums jeunesse, CS intégrés à la présentation, explicitement					
gr. 61	**Niveau d'enseignement**	**Sexe**	**Age**	**Ancienneté**	**Pensez-vous que les CS présentés vont être utiles dans votre enseignement ? si oui, en quoi ?**
1	GS	F	43	9	oui
2	GS	F	34	12	Les critères me semblent tous utiles. On peut les utiliser en GS, en partant d'albums de littérature jeunesse et en mettant en œuvre des expériences pour vérifier les questions que l'on se pose à partir de l'album
3	MS	F	46	14	Critères utiles car ils donnent une vraie démarche, nouvelle en ce qui me concerne. Plus, cela crée une nouvelle approche avec des histoires que l'on connaît bien. Cette approche scientifique semble pouvoir s'appliquer dans de nombreux cas.
4	MS	F	34	10	Oui ils me semblent utiles. Je vais essayer de plus mettre en place la reproductibilité et la robustesse en introduisant plus de matériel

5	MS/GS	F	42	20	Oui, reproductibilité en travaillant en ateliers et en petits groupes, idem pour la robustesse
6	MS	F	50	30	Oui
7	MS/GS	F	28	5	Primauté de l'expérience : très utile pour rappeler l'importance de réaliser des expériences
8	MS	F	40	15	Ces critères me semblent utiles
9	MS/GS	F	42	12	Ces critères sont utiles pour mettre en place des séances pertinentes avec un réel intérêt scientifique
10	TPS/PS	F	37	14	Je pense que les critères sont utiles. Pour ma section, passer du général au particulier me semble plus difficile d'accès. Si je dois els utilise, je pense que ce serait en projet et en liaison par cycle pour ancrer la démarche chez les enfants. J'éviterais le travail en groupe classe.
11	TPS/PS	G	50	20	Oui
12	PS/MS	F	40	15	Oui
13	PS	F	41	15	Oui ils sont utiles et j'essaierai de les appliquer
14	MS/GS	F	33	8	Oui
15	PS	F	47	30	NON, me semble compliqué pour des petits sauf pour des enfants d'exception !
FC 2 jours Nice, Octobre 2012, 3 enseignants de maternelle					
gr. 62	**Niveau d'enseignement**	**Sexe**	**Age**	**Ancienneté**	**Pensez-vous que les CS présentés vont être utiles dans votre enseignement ? si oui, en quoi ?**
1	GS	F	40	13	Oui, les critères proposés me seront utiles pour essayer les sciences. Il vont me permettre d'éviter au maximum les cous magistraux et de faire plus d'expériences pour arriver à une notion
2	GS	F	42	9	Oui, les critères proposés me semblent utiles pour enseigner les sciences car maintenant je pense pouvoir mieux aborder les différentes questions avec mes élèves. Les séances en sciences seront aussi mieux structurées
3	GS	F	45	20	Certains critères vont permettre d'être plus "performant" : dans la mise en place d'expérience, on a tendance à "oublier" les critères 2,3,4,5. Le premier est souvent utilisé, on donne la primauté à l'expérience dans l'enseignement des sciences. Les critères de robustesse et de reproductibilité sont souvent moindres : on ne fait qu'une "seule" expérience. Le critère "général-particulier" est peu pris en compte, il ne m'est pas familier en tant que non scientifique et va être dur dans une pédagogie des sciences spontanée.

Commentaires des participants

gr.59	
1	Les albums "sources" pour engager les sciences m'ont plu. Je ne les connaissais pas sauf Plouf! Même en connaissant ce dernier, je n'avais pas remarqué l'entrée possible en science
3	Exposé très clair, très intéressant, à notre portée. Donne envie de faire des expériences en classe. On aimerait avoir d'autres propositions d'album avec des expériences possibles. sur le site de l'I.A., peut-on avoir des informations et des séquences de science ?
4	Le travail sur les albums me plaît beaucoup ainsi que la démarche de la fiction vers des lois fondamentales. L'affect dû aux albums donne de la chaleur à la démarche scientifique
5	J'ai trouvé très intéressant de se servir d'albums pour "établir" une démarche scientifique, support idéal en classe. Matériel proposé très facile à utiliser en maternelle
6	J'ai découvert la possibilité de faire des expériences scientifiques même avec les petites sections et cela m'a donné envie de faire des sciences avec mes PS/MS. Un grand merci pour toutes vos idées pratiques
7	Ca m'a raiment donnée envie de mettre en place toutes ces expériences. finalement, il ne faut pas tant de matériel que cela
8	Animation très intéressante qui permet de trouver des idées de séances adaptées aux intérêts des enfants et à leur âge. Merci
9	Cette animation me sera très utile, merci. Je l'ai trouvée claire, ludique avec les expériences, tout à fait centrée sur les préoccupations des enseignants de maternelle
10	animation intéressante/ J'aurais aimé avoir plus d'informations sur les traces écrites avec des maternelles
11	Je ne suis pas sûre d'avoir bien compris les critères des expériences. Cela m'impressionne un peu pour la démarche expérimentale
12	Très bonne surprise car les séances sont très bien présentées, surtout le côté pratique
13	L'interprétation scientifique des albums est très intéressante. elle nous donne des bonnes pistes pour travailler autrement en classe. Un autre regard sur les albums et une autre façon d'aborder les sciences. Merci !
14	Importance de la notion de "recul" que vous avez intégrée à vos critères. J'aurais aimé connaître les différentes traces écrites que l'on pourrait mettre en œuvre après une expérience avec des exemples
15	Intérêt de la place de la littérature jeunesse dans les sciences
16	concertation très intéressante qui permet de projeter des activités à faire en classe, merci
17	animation pédagogique très intéressante et adaptée à l'âge des élèves concernés. Séances présentées faciles à mettre en place. Merci !
18	Je ne connaissais pas la technique du mélange réfrigérant
19	Animation très riche. Facilité à réaliser les séances en classe. Mise en place en classe aisée mais bien structurée. rigueur des critères. Liens avec les albums très intéressants pour travailler le recul. Merci à vous !
20	Quelques expériences très intéressantes même pour les petits. Mais toujours beaucoup plus pour les GS. Dommage !
22	J'ai beaucoup apprécié les albums car je n'avais pas cette démarche

23	Exploitation très enrichissante d'albums avec une grande simplicité d'organisation et de matériel. Les démarches me semblent plus simples à mettre en place que les séquences de La Main à la Pâte par exemple. Le fait d'expérimenter et d'essayer en formation m'a donné l'envie d'essayer et a aiguisé je pense mon regard sur les possibilités de partir d'un album
24	Rôle important d'une démarche, d'une trame dans la préparation et de déroulement de séquence. Intérêt de l'album comme support de questionnement voire d'inter-disciplinarité (je travaille beaucoup par projet). Merci pour la bibliographie
Groupe 60 Animation Cannes Octobre 2012, albums jeunesse, CS intégrés à la présentation, explicitement	
1	Animation très agréable et instructive, merci
2	Vous m'avez donné envie de tester dans la classe les différentes expériences scientifiques (sous entendu : mettre en place différentes séquences). Partir des albums, je trouve que c'est une très bonne entrée
3	Animation intéressante
5	J'ai apprécié cette animation très enrichissante et exploitable en classe
6	Merci
9	(++) la navigation entre album et expérience
10	J'aimerais vraiment que votre vision de la maternelle soit remise au goût du jour et répétée en boucle à tous les niveaux (plus d'expérimentations, moins de fiches). C'était comme cela quand j'ai débuté
11	Très bonne idée le mélange réfrigérant pour els boissons cet été
12	Merci pour cette animation fort intéressante et qui donne envie de travailler la démarche scientifique
15	Votre intervention donne envie de s'y mettre tout de suite
20	Tout en n'étant pas sûre d'avoir bien intégré toutes les nuances de ces notions (réf. au classement). J'essaye les glaçons avec cette formation en tête au retour des vacances... une exploitation peut-être possible et intéressante du "Bonhomme de Neige" avec Cannes Film Ecole
21	Il est très intéressant de travailler la partie accroche/sensibilisation avec des albums pour que les enfants prennent plaisir et pensent que l'idée vient d'eux. Merci
Groupe 61 Animation Cannes Novembre 2012, albums jeunesse, CS intégrés à la présentation, explicitement	
1	Animation et livres très intéressants, nous permettant de mettre en place des séances. J'avais assisté à votre animation il y a trois ans, j'ai beaucoup apprécié les ajouts apportés lors de cette deuxième animation (importance des différents critères)
2	Très bonne animation pédagogique et très concrète
3	Animation très intéressante pour moi non scientifique ! Elle donne des pistes réelles. Ca me donne envie d'essayer avec la classe, alors que j'ai du mal à concevoir ce genre d'expériences. Petites phrases clés précieuses : comment savoir ? On essaie ! Est-ce qu'on peut faire comme dans l'histoire ?
4	Intervention très intéressante, ça donne envie de plus essayer en classe
5	Des situations et supports concrets présentés lors de cette animation, facilement exploitables dans la pratique de classe. Des lignes directrices claires explicites encourageant à s'y mettre dans les meilleures conditions. Merci et bonne continuation
6	Expériences simples à mettre en œuvre, exploitables, TB

7	Animation enrichissante avec des expériences concrètes et des supports bibliographiques adaptés aux enfants, merci ! cela rappelle bien que les sciences doivent faire l'objet d'expériences concrètes ce qu'on a parfois tendance à oublier
10	J'ai beaucoup aimé l'intervention, la reproductibilité et la robustesse m'ont ouvert sur des critères que je ne pratiquais pas. J'aurais aimé avoir une liste plus importante d'albums avec des critères scientifiques
11	Bonne illustration pratique de phénomènes physiques/chimiques simples et faciles à mettre en œuvre dans la classe même avec des pettis. Matériel pas cher et facilement multipliable par le nombre d'enfants.
12	Animation intéressante, reste à mettre en place, pas toujours évident : dépend du nombre d'élèves, de la personnalité de l'ATSEM et de sa capacité à accepter du désordre (de leu renversée...etc.)
13	très intéressant et enrichissant. Une aide pour construire les séances avec un schéma scientifique applicable à l'école maternelle serait utile car nous sommes souvent perdues car il y a eu de scientifiques parmi nous. J'ai aimé les manipulations très très utiles ainsi que les références des ouvrages

ANNEXE 7.E.a.

Réponses des élèves aux questionnaires posés après leur participation à un jardin des sciences

École Nice Flore, juin 2013

Nice Flore **Classe CM1**			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
F	11	c'était prouver	c'est de découvrir de nouvelles choses
G	10	on me l'a dit	des expériences
F	9	parce qu'on a écouté et expliqué de la science	c'est de comprendre comment fabriquer et de faire des couleurs
G	9,5	parce que c'était la journée de la science	apprendre des choses
F	8,5	car la science c'est de la chimie	c'est faire des expériences sur des choses le plus souvent dangereuses
F	10	on a fait et on a vu que c'était de la science	c'est faire des activités de génie
F	9	parce qu'il y a des objets qu'on utilise pour faire de la science	c'est apprendre et travailler
F	9	parce qu'on fait des expériences pour la journée de la science	c'est pour découvrir le monde
G	9	parce qu'il y avait des expériences scientifiques	nsp
F	10	car il y a de l'électricité et de la chimie	c'est faire des expériences
G	10,5	car il faut réfléchir longtemps	apprendre en s'amusant
F	9	parce qu'on a fait des expériences alors c'est de la science et aussi des preuves	c'est faire des expériences scientifiques
F	10	car on fait des expériences	c'est essayer et faire des expériences
F	10	car on fait des expériences	c'est essayer et faire des expériences
Classe CE1			
G	8	car on peut voir derrière (avec un miroir)	la science c'est une expérience ni math, ni français
F	7	parce qu'il y avait des objets	c'est travailler comme on travaille en classe
G	7	parce qu'on nous explique	c'est pour voir comment ça marche
F	7	parce qu'en français on fait du travail et qu'en science on fait des activités	
G	8	c'est quand on apprend des choses, la chaleur	c'est apprendre plein de choses
G	8	parce qu'on nous l'a expliqué	je leur explique
G	7	parce que vous nous l'avez dit	c'est du travail
G	6	parce que vous nous l'avez dit	c'est du travail
Classe CM2			
G	12	car il y avait des trucs bizarres	faire des inventions
G	12	parce que	pour apprendre
G	11	car on met des objets sur le miroir	pour apprendre, réussir, créer
F	11	on me l'a dit	ce qui est en rapport avec la Terre et la vie
G	11	car on a prouvé comment trouver l'équilibre	c'est prouver des expériences
G	11	c'est la journée science et il y avait de la chimie des couleurs	faire des expériences

G	11	car il y avait de la chimie	à prouver des choses
F	11	car c'était la journée des sciences et c'était de la chimie et la chimie c'est de la science	à prouver des choses
Classe CE1			
F	8	parce qu'il y avait des trucs scientifiques	c'est faire des trucs scientifiques
F	8	car il n'y avait pas de cahier	nsp
G	8	parce que c'était vendredi 28 juin	on apprend la science de la classe CE1b
F	8	je ne sais pas	je ne sais pas
F	8	je ne sais pas	c'est pour faire des expériences
G	8	parce que je le savais	c'est de la chimie
G	8	parce que nous n'avons pas fait de calculs et nous n'avons pas lu	c'est apprendre des sciences !
G	8	nsp	c'est s'amuser en travaillant
F	8	c'est les maths	c'est bien
F	8	parce qu'on apprend beaucoup de choses intéressantes	faire des recherches comme les scientifiques quoi !
G	7	parce que c'est scientifique	c'est comme faire du travail
Classe CP			
F	6	expérience	c'est s'amuser
F	7	nsp	c'est s'amuser et courir
G	7	on s'amuse	c'est jouer
F	6	parce que c'est de la science	c'est s'amuser
G	6	expérience	c'est s'amuser
G	7	expérience	c'est s'amuser
F	8	nsp	nsp
F	7	expérience	c'est bien
G	7	expérience	c'est s'amuser
G	7	expérience	c'est s'amuser
F	7	expérience	c'est bien
G	7	expérience	c'est s'amuser
F	7	expérience	c'est s'amuser
F	7	on s'amuse	c'est s'amuser
F	7	on s'amuse	faire des expériences
F	7	expérience	c'est s'amuser
G	7	on s'amuse	c'est s'amuser
F	7	on s'amuse	c'est s'amuser
G	6	faire des expériences	c'est jouer
G	6	expérience	c'est s'amuser
F	6	expériences	c'est s'amuser
F	7	expériences	c'est s'amuser

École Auber (Nice), juin 2013

Classe CM2			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
G	11	parce que la maîtresse l'a dit	les liquides
G	11	nsp	apprendre de nouvelles choses
F	11	parce que la maîtresse l'a dit	c'est découvrir ce que je ne savais pas et maintenant je le sais
G	10,5	parce que c'est écrit dans l'emploi du temps	c'est faire comme ce qu'on apprend
G	11	parce que	apprendre
G	11	parce que nous apprenons des choses en rapport avec la nature	connaître le fonctionnement de la nature
F	10	c'est parce qu'on fait beaucoup d'activités	c'est apprendre tout en science et savoir la nature, le corps humain, les poissons
G	12	en regardant	rien
G	10	c'est écrit dans l'emploi du temps	une rigolade mais on apprend
F	11	je ne sais pas	faire des expériences
F	10,5	parce que la maîtresse le dit et l'écrit sur le tableau	c'est apprendre des choses comme la naissance des bébés animaux, les saisons, les vertébrés
F	10	parce que c'est inexplicable	c'est apprendre quelque chose
F	11	parce qu'on a lu dans le livre de sciences et parce que je sais que la reproduction fait partie de la science	c'est drôle et on apprend beaucoup
G	10	nsp	c'est amusant
F	10,5	parce qu'on parlait de la nature	c'est apprendre à connaître ce qui nous entoure
G	10	c'était marqué	apprendre et découvrir
G	11	parce que le maître nous l'a dit	c'est connaître plein de choses
F	10,5	parce que le maître nous l'a dit	c'est savoir tout sur le corps etc.
G	12	parce que je l'ai appris en cours de science	faire des expériences
F	11	parce qu'il y avait écrit science sur le cahier	des fois travailler le corps humain, la respiration et plein d'autres choses encore
G	10	car c'est dans le cahier de sciences	étudier les choses scientifiques
G	11	nous 'lavons appris dans un livre de science	c'est apprendre de nouvelles choses sur la nature et l'environnement
G	10	nsp	apprendre de nouvelles choses
G	10	car c'était dans le livre de science	faire des expériences
F	10,5	car c'était écrit dans mon livre de science	c'est quelque chose qu'on a découvert il n'y a pas longtemps ou quand on fait des expériences
F	11	car c'est de l'électricité	c'est une découverte passionnante
F	10	le maître nous l'a dit	c'est apprendre des trucs très intéressants
F	11	nsp	c'est travailler
G	10,5	oui car on a le livre	c'est la vie
G	11	parce que c'est dans mon manuel de sciences	c'est apprendre des choses sur la vie

Jardin des sciences Mouans-Sartoux/ Peymeinade 2013

Classes de CP			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
F	6	la maîtresse nous l'a dit	savoir comment fonctionnent les objets, faire des expériences
G	6,5	réfléchir	réfléchir
F	7	essais	nsp
F	6	essais	nsp
G	6,5	toucher	essayer
F	7	des essais	essayer
F	10	apprendre et je suis contente	on s'amuse
G	6,5	essais	on réfléchit
F	7	j'ai fait des essais	c'est réfléchir
F	6,5	essais	c'est très bien
F	7	je faisais des essais	c'est toucher
G	7	on a touché des choses	on s'amuse
G	6,5	parce que mon maître me l'a dit	essayer de faire des choses qui marchent
G	6	faire des essais	recherche
F	6,5	des essais	bien
G	7,5	essais	recherche
G	7	parce qu'il y avait des visiteurs	des expériences ?
F	7	faire des essais	on réfléchit
G	6,5	grâce aux sciences	on s'amuse
F	7,5	parce qu'on a fait des essais	c'est apprendre
G	7,5	parce que j'ai essayé	faire des activités
G	6,5	parce que c'est des activités	j'ai fait des expériences
F	7	on a touché	des ateliers, des expériences
G	6,5	je ne sais pas	des expériences
G	6	expériences, apprendre	on s'amuse
F	6	nsp	nsp
F	7	parce qu'ils m'ont appris des choses	faire des expériences
G	6	c'est écrit : jardin des sciences	on fait de l'électricité
G	6,5	la maîtresse nous l'a expliqué	on apprend en regardant ce qui se passe
G	6	j'ai fait des expériences	on essaie ce qu'on dit
F	6,5	j'ai fait des choses	on regarde si ça marche
F	7	car on faisait des expériences	apprendre à créer
G	6	les gens nous posaient des questions, il fallait répondre et essayer	c'est essayer des choses qu'il y a à faire
G	6	parce que la maîtresse l'a dit	faire des activités
F	6	j'ai fait des activités de science	c'est faire des jeux mais pas les mêmes que d'habitude. c'est sur l'eau, le sable...
G	6	on a essayé	c'est très bien
G	6	parce que la maîtresse l'a dit	faire des activités
G	7	je ne sais pas	je ne sais pas
G	6	parce que c'était rigolo	participer, vérifier si c'est bon

G	6	en faisant des activités	faire des jeux
F	7	parce qu'on a vérifié une expérience	c'est de vérifier une expérience
F	6	parce que la maîtresse l'a dit	faire des activités
F	6	parce qu'on a fait des expériences	faire des jeux
G	6	expérience, on vérifie	faire une expérience
G	7	il y avait des bonbons, on mélangeait et ça changeait de couleur	on a essayé de faire des expériences
F	6	parce que j'ai fait des expériences	poser des questions, fabriquer des objets
G	6	parce qu'on a fait des expériences	faire des expériences
F	7	dans le château il y a écrit le jardin des sciences	c'est des expériences
G	7	nsp	des sciences
F	7	nsp	c'est marrant
G	6,5	c'est marrant	on essaie de réussir
F	7	nsp	c'est faire des expériences
G	6,5	parce que ce sont des jeux que les enfants aiment bien	c'est faire des expériences, c'est bien
G	6	il faut patienter, c'est s'amuser	nsp
F	6,5	parce que c'était bien	c'est marrant
G	6,5	parce que ce sont des activités	nsp
F	6	nsp	on essaie de réussir
F	6	parce que c'était bien	c'est bien
F	6	parce que c'était bien	c'est faire des expériences
G	6,5	il faut patienter	c'est faire des expériences
F	7,5	parce que ce sont des activités	c'est faire des expériences, on essaie de faire des choses, de réussir
F	6	parce que ça nous fait apprendre des choses	c'est faire des expériences
F	7	il faut patienter	c'est faire des expériences, c'est s'amuser
G	6,5	parce que ce sont des activités	c'est faire des expériences
F	7	parce que ce sont des activités	c'est s'amuser
G	7	parce qu'il faut réfléchir	c'est bien
F	7	nsp	on essaie de faire des choses
G	6	c'est faire des expériences	nsp
G	6,5	parce qu'il faut réfléchir	c'est faire des expériences
G	6	parce que ce sont des activités	c'est faire des expériences, c'est bien
G	7	parce que c'est des expériences	nsp
G	7	parce qu'on a fait des sciences	faire des expériences
G	7,5	parce qu'on a fait des expériences	faire des expériences
G	6,5	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	8	parce qu'on l'a vu en classe	nsp
G	7	car ça s'appelle le jardin des sciences	pour moi, c'est réfléchir
G	7,5	parce qu'on a fait des expériences	on s'amuse et on fait plein d'expériences
G	8	car ça s'appelle le jardin des sciences	essayer de faire des activités
G	7,5	parce qu'en vrai c'est le 6 juin	ns
G	6	grâce au nom	nsp
F	7	parce que c'est le jardin des sciences	pour moi la science c'est quelque chose qu'on fait

G	7	nsp	nsp
F	6	nsp	c'est des engrenages
F	7	je ne sais pas	pour moi, c'est bien
F	7	parce que c'est le jardin des sciences	c'est pour apprendre des choses
F	8	je le sais puisqu'on l'a appris	c'est dire aux enfants ce qu'ils doivent faire dans notre atelier
G	7	parce qu'on fait des expériences	c'est apprendre des choses
F	8	nsp	c'est quelque chose qu'il faut essayer
F	7,5	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	8	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est faire des découvertes
G	6,5	pour travailler	être dans un labo de chimie et plein d'autres sciences
G	6,5	pour travailler	travailler
F	7,5	expliquer des choses	pour nous expliquer, nous amuser, sauf qu'on avait chaud
F	6,5	parce que nous avons voulu faire des ateliers	c'est amusant
F	7	parce qu'il ne faut pas oublier	c'est amusant
G	6,5	parce que les sciences on a envie de faire	c'est des expériences que c'est facile
G	7	parce que ça nous plaît	bien
F	6,5	parce qu'il y a plein de gens	travailler
F	6,5	parce qu'on a fait les maîtres	travailler
G	6,5	parce que personne ne trouvait les réponses	s'amuser
F	6,5	c'est la maîtresse qui nous l'a dit	c'est faire des expériences aux gens
G	7,5	c'est très bien	c'est amusant
G	7,5	parce qu'ils ont mis le pot sous l'eau	faire des expériences
F	7,5	parce que c'était amusant	c'est faire une activité
F	7,5	parce que c'est des activités	ce sont des activités que les autres nous proposent
F	6,5	pour nous faire plaisir	aller à des sciences
G	7	pour apprendre	c'est faire des expériences
F	7,5	parce que c'est très bien	de s'amuser
G	7	parce qu'on a travaillé en classe de la science	on fait des sciences
G	7	parce que c'est de la science	nsp
F	6,5	parce que c'est de la science	parce que nous faisons de la science
G	6,5	nsp	comme la journée
G	6,5	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est quand on fait des sciences, des défis, on va au jardin
F	6	parce que c'était facile	une activité
G	6	je ne sais plus	c'est faire des activités
F	6	c'est d'écrire sur la fiche	faire des expériences
F	7	c'est d'écrire sur la fiche	expérience
F	7	parce que je fabrique une chose	j'adore
G	6,5	parce que c'était difficile	des expériences
G	7,5	c'est pour apprendre aux autres	parce que c'était facile
F	6,5	c'est pour apprendre aux autres	parce que c'était dur
F	6,5	parce qu'on a fait la bascule	coller des étiquettes

F	7	parce qu'il fallait pour Plouf faire des expériences	faire des choses pour apprendre, par exemple Plouf
G	6	parce que j'ai fabriqué quelque chose	on fabrique
F	7	car on a fait des expériences pour comprendre	on réfléchit, après on fait les choses
F	6,5	il fallait bien écouter	tu fais des choses
G	7	parce qu'il fallait bien écouter pour faire l'eau claire	faire des trucs (des choses pour apprendre)
F	6,5	parce qu'on a fait des expériences	c'est des expériences, faire de la chimie
G	6,5	parce qu'on a goûté	c'est des jeux
F	7,5	parce que j'ai essayé	c'est des jeux
G	7,5	parce que c'est des expériences	c'est des jeux
G	6,5	parce qu'on a cherché des solutions, parce que j'ai testé	faire des jeux spéciaux qu'on peut faire quand on veut
G	6	parce qu'on a goûté	c'est des jeux, des expériences
F	6	parce que ça se voit et on a dit des questions	des jeux où tu dois réfléchir
F	7	parce qu'on a beaucoup réfléchi	parce que les enfants nous ont expliqué
G	6,5	parce qu'on dit des questions	des expériences
F	6	parce qu'on a beaucoup réfléchi	parce que les enfants nous ont expliqué
G	7,5	parce que ça se voit	des expériences et des jeux
F	7	parce qu'on a goûté	c'est des expériences, expliquer
F	8,5	parce qu'on a fait des expériences	c'est des expériences
G	7,5	parce qu'on a animé des choses	c'est deviner
F	7,5	parce qu'on s'est demandé (des choses)	découvrir des choses
G	7,5	parce qu'on a fiat des expériences	faire des expériences
F	7,5	parce qu'on a joué	découvrir des choses
F	7,5	parce qu'on a deviné des choses	découvrir des choses
G	6,5	parce qu'il faut réfléchir	des jeux

Classes CE1			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
G	7	parce que c'est de la science	j'aime bien
G	7	non lisible	trop bien
F	8	on en a parlé en classe	c'est la nature
F	7,5	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	7	on nous l'a dit	s'amuser
F	7	la maîtresse nous l'a dit	des expériences
F	8	la maîtresse nous l'a dit	c'est pour apprendre aux autres toutes les choses qu'on a apprises
G	7	je ne sais pas	rien
G	7	parce que je ne savais pas	faire des sciences
G	9	la maîtresse nous l'a dit	c'est pour apprendre
F	7	la maîtresse nous l'a dit	c'est découvrir
F	8	parce que je le sais	c'est génial et super cool
F	7	la maîtresse nous l'a dit	c'est découvrir des choses
F	7	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est super

F	7	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est super
G	7,5	nsp	nsp
G	8	parce qu'on en a fait en classe	c'est bien
F	7	parce que je ne le savais pas	c'est découvrir des choses
F	8	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	8	c'est répondre et poser des énigmes	
G	7	nsp	apprendre
F	7	parce qu'on a des énigmes à résoudre	faire
G	7	nsp	nsp
G	7	parce qu'on est au jardin des sciences	des gens qui travaillent
F	7	la maîtresse nous l'a dit	c'est découvrir des objets et des transformations
F	7	parce que ça se voit	nsp
F	8	parce que c'est des expériences	du travail que tout le monde aime
G	8	quand on fait des sciences	c'est faire des sciences
G	8	nous avons essayé les expériences	c'est réfléchir
F	9	parce que la maîtresse l'a dit	c'est découvrir des choses en science
F	9	parce que c'est le jardin des sciences	pour nous c'est des énigmes extraordinaires
G	7	parce que l'électricité c'est de la science	de la chimie
F	8	parce qu'ils nous posent des questions	c'est génial
F	8	parce qu'on testait des choses et il fallait réfléchir	pour moi faire des sciences c'est autre chose que travailler sur du papier
F	8	je sais que j'ai fait des sciences avec toutes les énigmes	pour moi c'est s'amuser
F	7	parce que c'était des expériences	pour moi c'est des expériences
G	7	nous avons testé les ateliers	réfléchir
G	7	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	ce sont des expériences
G	7	parce qu'il fallait deviner ce que donne du jaune et du bleu par exemple	c'est m'amuser
G	7	parce qu'on a fait de la chimie des couleurs	c'est comme on fait des trucs extraordinaires
F	8	fabriquer	c'est fabriquer, mélanger des colorants
G	8	parce que c'est des sciences	c'est ça
G	7	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est s'amuser en travaillant
F	8	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	on fait des énigmes
F	7	parce que la maîtresse l'a dit	je pense énigme
G	8	parce que la science c'est amusant	c'est apprendre et s'amuser
F	8	parce que ça nous fait réfléchir	c'est de travailler
F	7,5	parce qu'on utilise des produits	c'est faire des énigmes
G	7	parce qu'on a attaché des fils électriques donc ce sont des sciences	fabriquer des trucs électriques
G	7	parce qu'on a fait des énigmes	nsp
G	8	parce qu'on a fait des expériences	il faut bien réfléchir
F	7	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est apprendre
F	8	parce que c'était des expériences	pour moi, c'est des jeux
G	8	je ne sais pas	c'est faire des jeux
F	8	c'est quand on teste des sciences	expériences

G	7	parce que ça se voit	c'est des jeux
G	8	parce que ça se voit	c'est faire des jeux
G	8	parce que j'ai appris des choses	tester des choses
F	8	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est des jeux
F	7	parce que c'est des expériences	c'est des jeux
G	8	je ne sais pas	c'est faire des jeux
F	7	parce que c'est des expériences	c'est des jeux
F	7	parce que c'est des expériences	nsp
G	7	nsp	faire des jeux super bien et s'amuser
F	8	je ne sais pas	je ne sais pas
G	8	c'était des trucs scientifiques	expériences
F	7	parce qu'on a appris des nouvelles choses	découvrir de nouvelles choses
G	8	je ne sais pas	apprendre
F	7	je ne sais pas	c'est travailler en sortie
G	8	je ne sais pas	c'est travailler en sortie
G	8	parce que l'électricité, c'est des sciences	faire des expériences
G	8	parce que l'électricité c'est quoi, c'est de la science, non ?	c'est faire des jeux
F	8	on a cherché des choses	c'est faire des jeux
G	8	on a cherché des choses	c'est faire des jeux
G	7	parce que j'ai découvert des choses	découvrir des choses
G	8	parce que c'est des sciences	c'est des jeux
F	8	parce qu'il y avait des ingrédients	des expériences
F	8	parce qu'il y avait des ingrédients	c'est des expériences
G	8	c'est des expériences	des expériences
G	8	car c'est des expériences	car c'est des expériences
F	8	c'est des expériences	des expériences
G	8	parce qu'on a fait des expériences	découvrir des choses
G	7	parce que j'ai appris	apprendre
F	8	parce que c'est de la science	je ne sais pas
G	7,5	parce que j'ai animé un stand	c'est essayer
G	8	parce que ce n'était pas toujours beau	pour s'amuser et rigoler
F	8	parce que c'est le jardin des sciences	pour apprendre à faire des choses
G	8	parce qu'on avait des pinces pour ramasser des choses	c'est de faire avec des pinces et ramasser des choses
F	8	parce que j'ai appris des choses que je ne connaissais pas	essayer des choses
F	7	parce que j'ai appris quelque chose que je ne connaissais pas	essayer des choses scientifiques
F	8	parce que j'ai appris quelque chose	je ne sais pas
G	8	parce qu'on est dans le jardin des sciences	pour s'amuser
G	7	parce que ça s'appelle un jardin des sciences	pour moi c'est extraordinaire
G	9	parce que c'était des sciences	c'est scientifique
F	7	parce qu'on m'a dit que c'est le jardin des sciences ?	faire des activités
F	8	parce qu'on a essayé plein de choses	c'est essayer des choses

G	7	c'est le jardin des sciences	c'est trop bien le jardin des sciences
G	7	parce que c'est de la science	scientifique
F	7	parce que c'est le jardin des sciences	c'est faire des épreuves
G	8	parce que ça se voit	une activité
F	8	Je savais que c'était de la science	faire des activités
F	8	jardin des sciences	activité
G	7	c'était le jardin des sciences	apprendre des choses
G	7	parce que j'ai entendu que c'est de la science	faire des ateliers
G	7	parce qu'on était au jardin des sciences	chercher des choses scientifiques
G	7	parce qu'il y avait des activités	être visiteur/animateur
G	8	parce que c'est le jardin des sciences	pour apprendre
F	7	parce que c'était écrit jardin des sciences	c'est explorer la nature
G	7	parce qu'il y avait des activités scientifiques	faire des expériences
G	8	ça s'appelle un jardin des sciences	faire du travail scientifique
F	7	parce que je suis intelligent	c'est bien
G	8	je ne sais pas	c'est bien
G	8	parce qu'on explique les bascules	expliquer les ateliers
F	8	parce que c'est le jardin des sciences donc il y a le mot science	nsp
F	8	ne sais pas	ne sais pas
G	7,5	il y avait des jeux	c'est s'amuser
F	9	parce qu'il y avait des activités	je ne sais pas
F	7	parce qu'il fallait faire des choses	par exemple pelote de la chouette
G	7	c'est de la science dans le jardin des sciences	c'est quand c'est trop cool
F	7	parce qu'il y avait des activités	faire des sciences, des activités
F	8	parce que c'est le jardin des sciences	faire de la science, c'est travailler
G	7	parce qu'il y a plein d'activités	des jeux
F	8	parce que c'est le jardin des sciences	bah, c'est travailler
F	7	parce que c'est le jardin des sciences	parce qu'on travaille
F	7	parce que c'est le jardin des sciences	travailler et apprendre
F	7	parce que ça s'appelle un jardin des sciences	faire des sciences c'est s'amuser, faire un atelier
G	8	le jardin	apprendre
F	8	parce qu'il fallait chercher comme les scientifiques	rechercher et apprendre des choses scientifiques
F	7	parce qu'on recherche, les scientifiques	pour apprendre

Classes CE2			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
G	8,5	parce que la science pour moi c'est observé ce que l'on aime	la science est une sorte d'activité
G	8	parce que nous avons fait des expériences	c'est faire des expériences pour comprendre
G	9	parce qu'il y avait des expériences	c'est faire des expériences
G	9	on a regardé et trouvé des os et à qui ils appartenaient	les sciences pour moi c'est où nous créons des potions et où on met plusieurs produits ensemble
F	8,5	ils nous posaient des questions et on devait	c'est faire des découvertes

		faire des expériences	
F	8,5	car ça s'appelle le jardin des sciences	faire des sciences c'est apprendre ou examiner (observer)
F	9	parce que c'est la maîtresse qui nous l'a dit	apprendre des choses aux autres copains
F	9	parce qu'on a vu dans quelque chose où on voit très gros des insectes	c'est apprendre des choses que pas beaucoup de gens connaissent
G	8,5	parce qu'on a appris des choses	c'est apprendre des choses
F	9,5	parce que c'était des choses scientifiques	apprendre des choses nouvelles
G	9	par exemple, dans le sol, quand on regarde des petits animaux qui sont dans l'alcool	c'est apprendre des choses scientifiques
F	8,5	car ça s'appelle le jardin des sciences	c'est apprendre des nouvelles choses
F	9	on devait allumer l'ampoule avec des fils	c'est pour apprendre des choses qu'on découvre
G	9	parce qu'on a essayé des choses	c'est tester des choses qu'on ne connaissait pas
G	9	parce que c'est le jardin des sciences	c'est réfléchir et apprendre
F	9	nsp	c'est apprendre des choses
G	8,5	parfois ils nous disent qu'on était de bons scientifiques	essayer de faire des nouvelles choses
F	10	car ça s'appelle le jardin des sciences	apprendre de nouvelles choses
G	10,5	parce que "jardin des sciences", on fait des expériences	c'est faire des expériences
G	9	parce qu'on a fait plusieurs expériences	c'est apprendre ce que l'on ne sait pas
F	9,5	parce qu'on a fait des expériences	c'est faire des expériences et apprendre beaucoup de choses
G	9,5	il y avait du matériel scientifique	c'est s'amuser quand on est dans les autres ateliers et être sérieux quand on présente notre atelier
F	10	je savais que c'était de la science parce qu'on devait fabriquer des choses	faire des sciences, c'est tu fabriques, tu montres, tu racontes
G	8	parce que j'ai fait une expérience	apprendre
G	8	car j'ai appris des choses	des expériences
F	8	car j'apprends des choses	des expériences
F	8	je ne sais pas	je ne sais pas
G	9	parce que dans le jardin des sciences	je ne sais pas
F	8	je ne sais pas	je ne sais pas
F	8,5	je ne sais pas	je ne sais pas
G	8	parce que c'est dans le jardin des sciences	apprendre des choses et découvrir
G	8,5	parce que dans le jardin des sciences	apprendre des choses et découvrir
G	9	parce que dans le jardin des sciences	apprendre des choses et découvrir
G	8	je le sais parce qu'on est au jardin des sciences	c'est apprendre
F	8	parce que la maîtresse me l'a dit	c'est m'amuser
F	8	parce que l'on fait de la science	des activités
F	8	je ne sais pas	je ne sais pas
G	8	parce que c'est de la science et il faut réfléchir	c'est marrant, c'est bien pour apprendre
G	8	je ne sais pas	c'est s'amuser
G	8	il fallait montrer	les sciences, c'était super !
G	9	le jardin des sciences	c'est pour apprendre
G	8,5	parce que l'on est au jardin des sciences	c'est découvrir de nouvelles choses

F	8	parce qu'on devait observer	c'est quand il y a de la chimie
F	8	parce que toutes les activités c'est de la science, comme l'électricité	c'est des exercices qui nous apprennent et en même temps on fait des jeux
F	9	parce qu'on faisait des expériences	nsp
F	8,5	parce qu'on a expérimenté	c'est faire des choses comme si on était des scientifiques
G	9	nsp	nsp
G	8,5	nsp	nsp
G	9	parce que le nom c'est jardin des sciences	nsp
G	8	l'électricité c'est de la science, etc.	pour moi c'est comme travailler en s'amusant
F	9	nsp	c'est travailler et un petit peu jouer
F	9	nsp	nsp
G	8	c'est le jardin des sciences	observer
G	9	parce qu'il y a des expériences	je ne sais pas
F	8,5	je ne sais pas	je ne sais pas
F	9	on apprend et c'est le jardin des sciences	car on apprend des choses
G	8	on a découvert de nouvelles choses	c'est découvrir de nouvelles choses
F	9	car on apprend et c'est le jardin des sciences	je ne sais pas
F	8	je ne sais pas	c'est découvrir
F	8	je ne sais pas	car on a fait des expériences
G	9	le jardin des sciences	
F	8	parce que c'est la journée des sciences et car on a fait des expériences	je ne sais pas
G	8	je ne sais pas	je ne sais pas
G	9	engrenage	j'ai fait des expériences
F	9	l'électricité c'est de la science	la science, c'est quand on apprend des choses
G	9	l'électricité	je ne sais pas
F	9	car on apprend et c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	9	on nous pose des questions	on apprend des choses
F	8	engrenage	c'est de la science
G	9	les engrenages	super
F	8	parce que c'est la journée des sciences	comme j'ai fait aujourd'hui
F	9,5	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est faire des expériences
G	9	parce que c'est le jardin des sciences	bien
F	8	on a fait des essais	c'est essayer
G	9	il y avait de l'électricité	faire des expériences
F	9	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
F	9	ils l'ont dit !	faire des expériences
G	9	j'ai compris en essayant	c'est découvrir des choses
F	9,5	car on va au jardin des sciences alors plein d'activités scientifiques sont réunies	la science pour moi c'est le liquide bleu ou une autre couleur, qu'on met dans un pot et après cela fait une explosion
G	9	la maîtresse l'a dit	je ne sais pas
G	9	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
F	8	parce que on a dissout	s'amuser en travaillant
F	8	parce qu'on les écrase	c'est apprendre en rigolant et en s'amusant

G	9,5	parce que c'est le jardin des sciences et qu'on doit réfléchir	c'est apprendre des choses
G	10	parce que c'est le jardin des sciences et qu'on a réfléchi	découvrir des choses de la vie scientifique
G	9,5	parce que c'est le jardin des sciences et qu'on doit réfléchir et que la science c'est des expériences de la vie	apprendre des choses
G	10	c'est le jardin des sciences et on découvre des choses	c'est de faire des choses qu'on ne connaît pas
F	9	parce qu'ils nous l'ont expliqué	c'est découvrir et faire des expériences
G	9	on a appris des choses scientifiques	on apprend des choses à inventer (utiles ou pas utiles)
G	9	car on a appris des choses	on apprend des choses qu'on ne connaît pas
G	9	nous sommes au jardin des sciences	faire des expériences et observer les résultats
F	9,5	on a cherché, expérimenté	faire des expériences
G	9	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	8	parce que c'est le jardin des sciences	c'est bien !

Classes CM1			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
G	10	parce qu'on a travaillé en manipulant des matières	nsp
G	9	nsp	c'est des choses que font les scientifiques
G	10	c'était scientifique	c'est des choses qui se font naturellement par la nature
F	10	parce que les engrenages c'est scientifique	c'est des choses qu'on apprend
F	10	nsp	c'est apprendre des choses
F	9	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est découvrir des choses. Par exemple "dans le sol" on découvrait que le sol est vivant et les microbes
F	10	nsp	c'est apprendre des choses
F	10	parce qu'on est au jardin des sciences	nsp
F	10	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est ce qui apprend autre chose que le français, les maths etc.
G	9	c'était scientifique	c'était des choses qu'on apprend qui se font naturellement
F	9	c'était de la logique	c'est manipuler des objets et d'autres choses
F	9	c'était de la logique	c'est manipuler des objets
F	10	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	nsp
G	9	parce que c'est le jardin des sciences	c'est apprendre des choses
G	10	parce que c'est le jardin des sciences	nsp
F	10	parce que le titre du parc est le jardin des sciences	je ne sais pas
G	10	parce que c'était des choses que je ne sais pas	c'est connaître de nouvelles choses
F	11	nsp	nsp
G	9	nsp	nsp
G	9	je ne sais pas	je ne sais pas
F	9	nsp	nsp
F	9	parce que c'est le jardin des sciences	des expériences où on découvre des choses

G	10	parce que le jardin des sciences porte bien son nom	je ne sais pas
G	9	c'était scientifique	c'était des choses qu'on apprend avec la nature
F	10	parce qu'on a testé différences activités	nsp
F	10	parce que nous avons testé et expérimenté	c'est des engrenages, des aimants, de l'électricité etc.
G	9,5	parce qu'il faut réfléchir	faire de la science c'est des petits jeux et on s'amuse quand on fait des sciences
F	10	parce que l'électricité	de l'expérience
G	10	parce qu'on explique et on expérimente	parce que les autres ont montré et expliqué des choses sur la nature, l'électricité, etc.
G	10	parce qu'on a expérimenté	nsp
F	9	on était dehors et on faisait des choses avec les boussoles et l'électricité	c'est expérimenter et comprendre
G	10	nsp	c'est apprendre à faire des expériences
G	10	nsp	tester ou expérimenter différentes choses
F	8	nsp	la science est en rapport avec des expériences
F	10	on a testé	c'est apprendre des choses
G	9	on expérimente	nsp
G	9	on a testé	nsp
G	9	nsp	nsp
F	9	parce que c'était un peu de la nature et de l'électricité et que c'est de la science	c'est faire des choses sur l'électricité, sur la nature, sur les animaux
G	10	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	9	parce qu'il fallait fabriquer une voiture	faire des expériences
G	9	nsp	faire des expériences
F	9	parce qu'il y avait des expériences	faire des expériences
G	9	on me l'a dit	C'est faire des expériences
G	10	le jardin des sciences	je ne sais pas
F	9,5	car c'était ingénieux	c'est apprendre plein de choses scientifiques
F	9,5	parce qu'il y a des expériences	nsp
G	9	c'est le jardin des sciences	faire des expériences

Classes CM2			
Sexe	**Age**	**Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?**	**C'est quoi pour toi faire des sciences ?**
F	10	parce que c'est le jardin des sciences	c'est réfléchir, faire et apprendre
F	10	parce que ça s'appelle le jardin des sciences et aussi parce qu'on a découvert des choses comme les scientifiques	découvrir des choses
F	10	parce que c'est le jardin des sciences	c'est de partager des expériences
F	11	c'est des expériences	c'est de réfléchir
F	10	c'est le jardin des sciences	découvrir des choses
F	10	car c'est une expérience et que ça a un résultat	réfléchir à des expériences, les mettre au point
F	10	parce qu'on a fait des expériences	apprendre des choses aux autres
G	12	parce que c'est des expériences scientifiques	prouver quelque chose
F	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	c'est découvrir de nouvelles choses
F	10	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	faire des expériences

F	11	parce qu'on devait beaucoup réfléchir et c'était dur	faire des sciences c'est faire des expériences, essayer des choses
G	11	nous avons fait des expériences scientifiques	c'est de faire des expériences
G	10	parce qu'on a fait des expériences	c'est faire des expériences
F	10	parce qu'il fallait réfléchir à comment on pourrait allumer l'ampoule	c'est d'essayer de trouver des réponses que l'on ne savait pas avant
G	10,5	parce qu'il y avait une méthode et une explication scientifique	c'est faire une expérience
F	10	parce qu'on fait des expériences	pour moi, c'est apprendre des choses
F	11	car le titre est "jardin des sciences" et on fait plein d'expériences	faire des expériences
G	11	parce qu'on a fait des expériences	c'est faire des expériences
G	11	parce qu'on a fait des expériences	faire des expériences
F	10	parce que c'est des expériences	de découvrir des choses
G	10	parce qu'on a fait des expériences scientifiques	découvrir des choses
F	11	parce qu'on a fait des expériences	apprendre des choses dont tout le monde est d'accord
F	10	parce qu'on a fait des expériences	apprendre des choses où tout le monde est d'accord
G	11	c'était des expériences	des expériences
G	11,5	c'est la maîtresse qui nous l'a dit	découvrir la science
G	11	car l'activité était scientifique	des expériences
G	11	nsp	nsp
G	10	parce que c'est la fête de la science	faire des expériences
G	11	fallait construire	nsp
G	11	il fallait allumer une lumière	construire
G	10	parce que c'est la fête de la science	des expériences
G	10	parce qu'on fait des questions et des expériences	nsp
G	10	nsp	c'est de l'expérience
G	10	nsp	des expériences
F	10	parce que c'est la fête de la science	c'est réfléchir
G	11	on a fait des exercices	nsp
F	11	parce que c'est la fête de la science et qu'on fait des expériences	faire marcher des appareils avec des énergies
F	10	parce que c'est la fête de la science	c'est réfléchir
G	10,5	parce qu'on a fait des expériences	c'est des technologies et calcul puis expériences
F	10	les activités étaient scientifiques	faire des expériences
F	10	c'est des expériences	c'est de réfléchir
F	10	c'est des expériences	nsp
G	11	car c'était des stands scientifiques	des expériences
F	10	car les activités sont scientifiques	nsp
F	11	car on est à la fête de la science	nsp
F	11	car on est à la fête de la science	nsp
F	11	car les activités sont scientifiques	nsp
F	11	car les activités sont scientifiques	des expériences, parler de l'espace
F	10	car nous avons fait des expériences	faire des expériences

F	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	faire des expériences
F	11	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	11	parce que c'est le jardin des sciences	c'est travailler !
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences donc on fait de la science	faire des tests scientifiques
G	11	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	11	nsp	travailler sur le corps humain
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences	des expériences
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences	des expériences
F	11	on l'a fait en classe et on en a parlé	c'est ce que l'on fait particulièrement manuellement
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences	faire des expériences
G	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	des expériences
G	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	des expériences
G	11	parce que c'est le jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	11	parce que c'est le jardin des sciences	c'est faire des expériences
F	11	parce que notre maîtresse nous l'a dit !	c'est apprendre à se civiliser et travailler !
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences	nsp
F	11	parce que c'est le jardin des sciences	travailler
G	11	parce qu'il y a des expériences	c'est apprendre et faire des expériences
G	11	parce que c'est le jardin des sciences	nsp
F	11	parce qu'il y avait des expériences	c'est faire des expériences
F	11	parce qu'il y avait des expériences	c'est faire des expériences
G	11	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est faire des expériences
G	10	parce qu'il y avait des inventions	essayer, inventer et tester
F	10	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	découvrir, faire des expériences
G	10	parce qu'on est au jardin des sciences	c'est faire des expériences
G	10	parce qu'on est au jardin des sciences	faire des inventions
G	10	parce qu'il y avait des machines pour écraser les biscottes	inventer des machines
F	11	car j'ai appris des choses sur des choses qu'on fait tous les jours	c'est apprendre des choses sur des choses qu'on fait tous les jours
F	10	parce que c'était logique	c'est faire des expériences
F	11	parce qu'on a fait des expériences	faire des essais et des expériences
G	11	le jardin des sciences	je ne sais pas
G	11	parce qu'il y avait des expériences	des expériences
F	11	c'est des expériences	des jeux, des mélanges, des expériences
F	10	je ne sais pas	résoudre
F	10	parce qu'on a fait des expériences	faire des expériences, essayer
F	10	parce que c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	10	le jardin des sciences	faire des expériences
F	10	car on a fait des expériences	trouver des solutions
G	10	parce qu'on a fait de la science	ne sais pas
G	10	parce qu'on est au jardin des sciences	C'est faire des expériences
F	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	apprendre
F	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	le corps humain ou d'autres choses comme

			faire des expériences
G	10	parce qu'on a testé des choses et fait des expériences	faire des expériences
F	11	nsp	C'est faire des expériences
F	11	parce que ce sont des phénomènes qu'on ne connaît pas	faire des expériences
F	11	parce que ce sont des phénomènes qu'on ne connaît pas	C'est faire des expériences
G	11	parce qu'on fait le jardin des sciences	nsp
G	10	c'est le jardin des sciences	faire des expériences
G	11	je le sais parce que c'est des phénomènes qu'on ne connaît pas	C'est faire des expériences
G	11	je ne sais pas	expérimenter des choses
G	10	on est au jardin des sciences voyons !	faire des expériences
F	10,5	il y avait des manipulations, des schémas et des expériences	à faire de la science, crée du travail (scientifique)
F	11	il y avait des schémas, des expériences et de la manipulation	à faire de la sciences, à créer de l'emploi (scientifiques)
G	11	parce que ça s'appelle le jardin des sciences	nsp
F	11	parce que c'est chimique	découvrir des choses
F	11	car on a cherché et qu'on est au jardin des sciences	c'est amusant et ça change des maths et du français
F	10	parce qu'on a fait des expériences	c'est faire des recherches
G	10	il y a des phénomènes naturels	C'est faire des expériences
G	10	parce qu'on a fait des expériences	faire des expériences
G	11	parce qu'on ne sait pas ce qui va arriver	C'est faire des expériences
G	10	parce que la science, c'est des expériences	essayer quelque chose
G	11	parce qu'on devait trouver l'équilibre	découvrir des choses
F	10	car on a fait des recherches	s'amuser
G	11	parce que c'était des expériences	découvrir des choses
G	11	car on a fait des expériences	c'est faire comme la nature
F	10,5	parce qu'on recherche et refaisons les activités	des recherches et des reproductions
F	11	car nous avons fait des recherches et des expériences	c'est faire des recherches et des expériences
F	11	car nous avons fait des recherches et des expériences	ce sont les recherches
G	11	car c'était créatif	c'est de découvrir des choses
G	11	parce qu'on a fait des expériences	apprendre des choses
F	10	parce qu'on a cherché	on a cherché et essayé
F	10	on a appris des choses qu'on ne savait pas et on dit que c'est des expériences	m'amuser et réfléchir, découvrir....
F	10	nsp	faire des expériences
F	10	parce qu'on doit réfléchir, faire des expériences, découvrir et s'amuser	réfléchir en s'amusant
F	10	parce qu'on doit réfléchir, faire des expériences, découvrir et s'amuser	réfléchir et m'amuser en même temps, apprendre, découvrir
F	10	parce qu'on a fait des expériences	c'est faire des recherches et des expériences

Jardin des sciences Mouans-Sartoux 2011

C'est quoi faire des sciences pour toi ?

CE2	CM1
C'est travailler	C'est découvrir plein de nouvelles choses
C'est bien	C'est faire de la chimie et le corps humain
Faire des expériences	C'est apprendre plein de choses
Faire des expériences	La chimie et le corps humain
C'est faire des jeux	Apprendre de nouvelles choses
Faire des expériences	nsp
Faire des expériences	nsp
Faire des expériences	C'est le bonheur d'apprendre plusieurs choses en science
Apprendre	Le corps humain
Faire des expériences	C'est faire avec de l'eau, de l'électricité, des mélanges et le temps
Faire des expériences	nsp
Faire des expériences	nsp
Faire des expériences	C'est faire plein d'expériences
Faire des expériences et découvrir de nouvelles choses	Apprendre
Faire des expériences qui donnent des informations	C'est faire des expériences
Faire des expériences	Ce sont des expériences bizarres que l'on ne ferait pas tout seul
Faire des expériences	C'est pour faire des choses et expliquer
Apprendre des choses nouvelles	Apprendre plein de choses
Faire des expériences	Apprendre des choses un peu scientifiques
Pour apprendre des choses	Un jeu et apprendre des choses
Pour apprendre des choses et apprendre à le faire	Apprendre à faire des sciences
Des sciences	C'est le corps humain, la lumière, l'électricité
Faire des expériences en équipe	C'est étudier le corps humain
C'est des jeux de scientifique	C'est faire des expériences
C'est comme apprendre des choses	C'est dès qu'on fait des expériences
Faire des expériences	Faire des expériences et apprendre de nouvelles choses
Des expériences et des défis	Apprendre de nouvelles choses
C'est s'amuser	C'est s'amuser
Travailler et aimer travailler	C'est de l'apprentissage
C'est s'amuser	Découvrir des choses et faire des expériences
Des expériences et des défis	Tester des expériences
C'est apprendre des choses	Faire des expériences, découvrir
C'est de la détente et cela m'apprend des choses	Des expériences
Découvrir et s'amuser pendant qu'on apprend	Chercher des informations sur l'humanité
Des jeux	Faire des expériences
Se détendre	Faire des expériences
nsp	Apprendre des choses

Apprendre des choses	C'est des informations sur la Terre et l'espace
Cela représente pour moi des petits jeux scientifiques	Faire des expériences
nsp	Faire des expériences
C'est comme des expériences	apprendre les choses qu'il faut faire ou ne pas faire
C'est apprendre de nouvelles choses	C'est créer de nouvelles choses, découvrir
C'est présenter des choses	C'est des expériences et surtout de l'apprentissage
Apprendre des choses et faire des défis	C'est qu'on mélange et qu'on découvre des choses
nsp	C'est s'amuser en apprenant plein de choses
C'est des expériences	C'est apprendre plein de choses sur les méthodes du 21e siècle, comment cela marche, à quoi cela sert...
C'est faire des expériences	C'est du travail mais c'est surtout du plaisir et on s'amuse
C'est apprendre	C'est un grand moment de plaisir et une superbe occasion d'apprendre beaucoup de choses
C'es faire des exercices	Apprendre en s'amusant et découvrir de nouvelles choses et aussi faire des expériences amusantes
C'est des expériences	Apprendre en s'amusant, faire des expériences et des choses très intéressantes
C'est faire des choses rigolotes	C'est intéressant, on apprend
C'est faire des expériences	Apprendre des choses en s'amusant
Pour moi c'est scientifique	Faire des expériences et apprendre des choses intéressantes
C'est faire des choses rigolotes	Faire des expériences, apprendre, jouer, découvrir
C'est apprendre des choses scientifiques aux gens	Faire des expériences pour apprendre de nouvelles choses, de choses drôles
C'est faire des expériences	Apprendre en s'amusant, faire des expériences avec mon groupe et binôme
C'est faire des expériences	Découvrir en s'amusant
C'est faire des expériences	C'est intéressant, amusant, je découvre
C'est mélanger des choses avec des choses	c'est intéressant et on s'amuse trop bien
Mélanger des produits	Découvrir, intéressant, c'est bien
Mélanger des produits chimiques	Apprendre des choses en s'amusant et c'est très intéressant
Plantes	Instructif et amusant
Des expériences	C'est apprendre, être intéressé, répondre à des questions, faire des expériences
C'est de manipuler les tubes en verre	Apprendre en s'amusant, découvrir de nouvelles choses
Faire des expériences	S'amuser et apprendre, découvrir et intéressant
C'est de voir pousser une plante	Apprendre des choses et faire des expériences
Pour moi c'est remplir des trucs qu'on met dans des bols de chou rouge, on mélange des menthe dans le chou rouge, trop cool	C'est faire des expériences en s'amusant et en rigolant
Cela veut dire des expériences	C'est essayer et apprendre des choses en s'amusant

CM1
C'est découvrir plein de nouvelles choses intéressantes et différentes
S'amuser sans danger, apprendre plus de choses qu'avant, c'est intéressant
C'est bien
C'est s'amuser à faire des expériences
Faire de la recherche de trucs comme cela

Apprendre des choses et faire des expériences
C'est s'amuser en apprenant des choses
Une nouvelle façon d'apprendre en s'amusant
Expérience
Faire des expériences
C'est comme des maths mais en fait on les fait sous forme de leçons et d'expériences
Apprendre de nouvelles choses
Ce qu'on fait dans le JDS ou des expériences fantastiques
C'est des choses qu'on apprend en s'amusant
C'est apprendre des choses, c'est essayer certaines choses pour qu'on puisse le prouver, c'est génial
Faire des tests, des expériences
Faire des choses sur la nature
Des expériences
C'est un jeu
Faire des expériences
Apprendre des choses importantes ou pas et très intéressantes
C'est apprendre c'est quoi les choses autour de nous et à quoi servent ces choses là
Apprendre en s 'amusant
C'est des expériences, réfléchir
Faire des expériences
Faire des choses scientifiques

CM2
C'est découvrir de nouvelles choses
C'est nul à part l'électricité
C'est : examiner, chercher, explorer, trouver des solutions. Il faut des fois des jours pour voir la conclusion d'une expérience. Mais c'est quand même apprendre en s'amusant. J'aimerais peut-être plus tard travailler en faisant des sciences. Je n'oublierai jamais cette journée inoubliable que vous avez organisée, mille mercis !
C'est apprendre tout en s'amusant, ou même découvrir des choses
Les sciences, on peut découvrir plein de choses mais personnellement c'est rien
C'est découvrir la science et rigoler et répondre aux questions
c'est apprendre des choses intéressantes sur tout, la planète, les mécanismes... On apprend des choses tout en s'amusant. C'est rigolo et c'est très bien
Apprendre la chimie, l'électricité, Découvrir beaucoup de choses
Cela m'amuse et cela me fait réfléchir. C'est aussi pour apprendre en s'amusant, comprendre, avoir de la patience parce qu'une expérience peut durer des mois peut-être même un an.
C'est apprendre des choses intéressantes qu'on n'apprend pas tous les jours. Pour moi c'est super et en plus c'est ma matière préférée.
C'est s'amuser en apprenant
C'est la découverte de nouveaux sujets de plus en plus intéressants comme la chimie, les mécanismes
C'est apprendre d'autres choses et une bonne activité
C'est apprendre des choses que l'on n'a jamais utilisées
Cela sert à apprendre des nouvelles choses de chimie etc. Et puis quand on dit le mot "chimie" donc la science cela ressemble aux explosions et j'adore cela
C'est découvrir et apprendre des belles choses
C'est apprendre, découvrir des choses intéressantes
C'est apprendre des choses, connaître beaucoup plus la science et découvrir de nouvelles choses

C'est découvrir le sens de la nature pour savoir le pourquoi, le comment des choses que l'on ne connaissait pas
C'est une découverte. C'est aussi les réponses aux questions que je me pose
C'est apprendre, découvrir et examiner
C'est faire plein d'expériences en s'amusant
Faire des expériences et apprendre en s'amusant
Faire des expériences
Apprendre en s'amusant
Apprendre en s'amusant

CM2 Suite
Apprendre en s'amusant
C'est apprendre des nouvelles choses
C'est apprendre plus facilement et pour si on veut ce métier plus tard
Apprendre plus facilement
Apprendre et découvrir de nouvelles choses
C'est découvrir le monde et c'est amusant à faire
C'est découvrir, apprendre des choses
Apprendre facilement
Faire des expériences, apprendre des choses, c'est amusant
Un moment d'amusement
Apprendre en s'amusant
Découvrir des choses qu'on ne connaît pas
Apprendre
Pour apprendre, pour s'amuser, découvrir
C'est faire des sciences en s'amusant et faire profiter les autres
C'est faire plein d'expériences
Découvrir tout en s'amusant
C'est faire des expériences en s'amusant, en découvrant, et en faire profiter les autres
C'est pour découvrir des choses nouvelles
Je trouve cela amusant et cela t'apprend
Apprendre des choses, apprendre des choses aux autres, apprendre en s'amusant
Faire des expériences amusantes
Apprendre des choses scientifiques
c'est faire des expériences, apprendre la nature
nsp
Créer, imaginer, représenter
nsp
C'est comprendre et apprendre de nouvelles choses. Faire des expériences pour vérifier si on a juste.
C'est prouver des inventions
nsp
Faire des expériences
C'est étudier, découvrir la nature, le monde, l'humanité
nsp
Bah, c'est des expériences
nsp

C'est comme un cours normal
Apprendre des tas de choses et pour s'amuser
Travailler sur des expériences
J'aime bien présenter nos expériences aux autres classes
Travailler sur des expériences
C'est une activité où l'on fait des expériences
C'est faire des expériences et prouver des choses
C'est étudier sur un métier
Découvrir de nouvelles choses
C'est découvrir et apprendre des choses
C'est des expériences pour prouver qq chose
C'est apprendre des choses que l'on ne connaît pas en faisant des expériences
C'est faire des expériences, c'est apprendre
C'est découvrir de nouvelles choses
C'est apprendre des choses ou les découvrir
C'est apprendre de nouvelles choses, faire des expériences
C'est faire des découvertes, comment faire quelque chose et apprendre de nouvelles choses
C'est faire des expériences scientifiques avec des produits différentes et c'est découvrir le monde
C'est s'amuser et surtout apprendre, découvrir d'autres choses
Cela sert à apprendre de nouvelles choses
C'est se renseigner sur des choses, faire des expériences, découvrir de nouvelles choses
C'est apprendre des choses sur la nature, les liquides, les solides, le monde
C'est faire des expériences, découvrir des choses
C'est pour trouver des choses et nous les apprendre
C'est apprendre, jouer
des expériences, des découvertes, faire des nouvelles choses, apprendre des mélanges
C'est étudier la planète et le fonctionnement de la vie
C'est faire des expériences
Ce sont des choses bizarres et on s'en sert pour faire des choses encore plus bizarres
C'est apprendre, faire des expériences, inventer des choses, étudier la planète
C'est faire des expériences
S'amuser et découvrir des choses
C'est faire des expériences et s'amuser
C'est les animaux, la reproduction
Apprendre à créer et des choses comme cela, mélanger des produits autorisés et découvrir des expériences
Apprendre, s'amuser à faire des expériences
C'est découvrir un sujet, approfondir mes connaissances et faire des recherches
C'est découvrir de nouvelles expériences tout en s'amusant
C'est faires des expériences
C'est apprendre à découvrir des choses scientifiques en s'amusant
C'est rechercher et découvrir
C'est apprendre des choses qu'on croit savoir mais qui ne sont pas tout à fait justes
C'est faire des expériences
C'est apprendre des choses sur la science
C'est apprendre plein d'expériences scientifiques comme les rayons du Soleil sont parallèles

nsp
C'est faire des expériences scientifiques
C'est apprendre plein de choses
C'est d'apprendre plein de choses
C'est mélanger des produits entre eux, ou mélanger des choses ensemble
C'est apprendre le mécanisme, le corps et beaucoup de choses
C'est étudier les faits de la Terre et du corps
C'est apprendre, me cultiver, allonger les connaissances et aussi savoir écouter
C'est s'instruire
C'est un peu comme des expériences
C'est démontrer une théorie par des expériences
C'est apprendre des choses scientifiques, faire des expériences avec l'eau, l'électricité
Apprendre des choses en faisant des expériences
C'est fait pour s'instruire et apprendre beaucoup de choses intéressantes

Jardin des sciences Cagnes-sur-Mer/ Saint-Laurent-du-Var 2010

C'est quoi faire des sciences pour toi ?

CP	
C'est rigolo	C'est faire des expériences
Cela fait apprendre	C'est faire des expériences
Cela fait réfléchir	C'est faire des expériences
Cela fait réfléchir	C'est explorer
Cela fait réfléchir	C'est découvrir des choses
C'est du travail	C'est explorer
C'est du travail	C'est découvrir des choses
Cela fait apprendre	C'est découvrir des choses
Cela fait apprendre	HSujet (parce que j'aime bien)
C'est rigolo	Jouer
C'est faire des expérience	Jouer
C'est rigolo	Jouer
C'est rigolo	Jouer
C'est très important	Parce que j'apprends des choses
C'est rigolo	Faire des jeux
C'est faire des expériences, découvrir des choses et s'amuser	S'amuser et découvrir
C'est du travail	S'amuser et découvrir
C'est rigolo	Faire des jeux et on apprend des choses
Cela fait apprendre	S'amuser
C'est du travail	S'amuser
C'est faire des expériences	S'amuser
C'est faire des expériences	S'amuser et découvrir
C'est explorer	S'amuser
C'est explorer, c'est faire des choses scientifiques, c'est découvrir des choses, c'est faire des expériences	Jouer
C'est faire des choses scientifiques	Jouer
C'est faire des expériences	Faire des expériences
C'est faire des choses scientifiques	S'amuser
C'est faire des expériences	S'amuser
Faire des activités	C'est explorer, c'est faire des choses scientifiques

CE1	Faire des sciences c'est des jeux
C'est des expériences	C'est des expériences et des jeux
Un bonheur	Apprendre plein de choses
HSujet (pour moi c'est bien les sciences)	Apprendre de nouvelles expériences et des jeux
C'est des expériences pour découvrir et deviner	Réfléchir, se concentrer et découvrir
Faire de l'électricité	C'est des expériences pour découvrir et deviner
C'est de l'expérience	C'est faire des expériences
Faire des choses que j'apprends	Un bonheur
Cela nous fait réfléchir	Faire des expériences

Pour apprendre des choses	Apprendre des choses
Visiter des expériences	c'est découvrir de nouvelles choses

CE2	
C'est s'amuser mais aussi apprendre	M'amuser et réfléchir
C'est s'amuser	S'amuser et réfléchir
Faire de nouvelles expériences et s'amuser	Apprendre en s'amusant
S'amuser	cela nous fait réfléchir et c'est amusant

CM2
nsp
C'est expérimenter et répondre à nos questions
nsp
Faire des expériences et penser à ce qui va se passer avant de faire l'expérience
Apprendre des nouvelles choses
apprendre
Faire des expériences
Faire des expériences
nsp
C'est faire des expériences
Approfondir le pourquoi du comment et faire des expériences
C'est d'essayer d'inventer des choses et d'essayer de les faire
C'est la nature et des phénomènes étonnants, et découvrir ce qui nous entoure, faire des expériences
Apprendre, faire des expériences, découvrir
Découvrir la nature, vérifier des choses et comment fonctionnent des machines
Faire des expériences
C'est répondre aux questions, faire l'expérience
C'est découvrir des choses dans le genre : eau, air, solide...
Apprendre de nouvelles expériences
C'est trouver des nouvelles choses sur des expériences et de comprendre des choses en sciences
Apprendre des choses et faire des expériences
C'est trouver des raisons possibles à un phénomène
Découvrir de nouvelles choses et en fabriquer
Des expériences
C'est de faire des expériences et répondre à nos questions
Tester des expériences que je n'ai jamais faites
Des expériences
C'est inventer
Faire des expériences
Faire des expériences
C'est de la découverte
Apprendre de nouveaux mots et apprendre à faire des choses
C'est faire des expériences
des expériences et apprendre le monde

Faire des expériences
Faire des expériences
Faire des expériences
nsp
C'est des expériences sur plusieurs matières ou même sur des animaux
Apprendre et réfléchir
Apprendre des choses et c'est amusant
nsp
S'amuser
Faire des schémas, des essais, des questions avec des réponses, des expériences
Tester plein de choses pour savoir ce qui marche ou pas
Faire des expériences

ANNEXE 7.E.b.

Répartition des éléments de réponse par catégorie et par classe

Question « C'est quoi faire des sciences pour toi ? »

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CP	CE1	CE2	CM1	CM2	Tous
Nb. d'élèves	226	169	233	156	329	1113
apprendre (pour soi-même ou aux autres)	6%	13%	29%	34%	30%	23%
faire des expériences	23%	14%	24%	34%	41%	28%
je ne sais pas	7%	7%	12%	14%	8%	9%
essais/ essayer	5%	2%	1%	3%	3%	3%
vérifier avec une expérience	1%	0%	0%	0%	1%	0%
réfléchir	4%	3%	4%	1%	3%	3%
autoréf (e.g. faire des choses scientifiques)	2%	7%	0%	1%	2%	2%
ce sont des activités	5%	5%	1%	0%	1%	2%
s'amuser, jouer	27%	17%	10%	18%	12%	16%
fabriquer, construire	1%	0%	0%	1%	0%	0%
expliquer des choses	2%	1%	0%	1%	0%	1%
travailler	3%	10%	3%	1%	3%	4%
c'est bien, cool, super, génial, rigolo, du plaisir	8%	9%	5%	5%	2%	5%
c'est facile	1%	0%	0%	0%	0%	0%
référence au contenu des ateliers visités	6%	1%	5%	1%	0%	3%
poser des questions	0%	0%	0%	1%	2%	1%
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif	0%	0%	0%	1%	1%	0%
découvrir	5%	7%	9%	11%	18%	11%
faire des recherches	1%	1%	0%	1%	2%	1%
explorer	2%	1%	0%	0%	0%	1%
référence au contenu scientifique (e.g. l'électricité)	1%	6%	2%	10%	6%	5%
tester		1%	1%	2%	1%	1%
enigme		2%	0%	0%	0%	0%
chercher		1%	1%	0%	1%	1%
intéressant		0%	0%	8%	2%	2%
Extraordinaire/ fantastique		2%	0%	1%	0%	0%
nouvelle chose		2%	6%	7%	8%	5%
Distinction avec d'autres activités de classe		1%	0%	1%	1%	0%
voir comment ça marche		1%	0%	0%	0%	0%
deviner		1%	0%	0%	0%	0%
faire des expériences pour comprendre/comprendre		0%	2%	1%	1%	1%
observer			1%	0%	0%	0%
inventer			1%	0%	2%	1%
des défis			1%	0%	0%	0%
logique			0%	0%	0%	0%
trouver			0%	0%	2%	1%
apprendre à faire des expériences			0,0%	1%	0%	0%
manipuler des objets				1%	0%	0%
prouver				1%	2%	1%
phénomènes qu'on ne connaît pas				0%	2%	0%
partager des expériences				0%	1%	0%
apprendre plus facilement				0%	1%	0%
Total cumulé des pourcentages par classe	111%	113%	120%	157%	157%	133%

Question « Comment sais-tu que tu as fait des sciences ? »

Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?	CP	CE1	CE2	CM1	CM2 sans Auber	CM2 Auber	Total	Total
Nb. d'élèves	168	148	94	62	133	30	635 élèves	605 élèves
parce qu'on a appris (soi-même ou à d'autres)	5%	5%	9%	0%	3%	3%	5%	5%
ne sais pas	10%	11%	15%	19%	6%	17%	11%	11%
parce qu'on fait des expériences	20%	8%	15%	18%	35%	0%	18%	19%
parce que la maîtresse l'a dit	5%	8%	3%	3%	2%	20%	5%	4%
parce qu'on a essayé	10%	1%	3%	0%	0%	0%	3%	3%
parce que c'est un jardin des sciences	6%	21%	33%	21%	33%	0%	20%	21%
référence au contenu des ateliers visités	10%	2%	5%	2%	5%	0%	5%	5%
parce qu'il faut réfléchir	4%	1%	4%	3%	3%	0%	3%	3%
autoréf (parce que c'est de la science)	5%	8%	2%	6%	5%	0%	5%	5%
parce que ce sont des activités	5%	4%	0%	2%	0%	3%	4%	4%
parce que ça se voit	1%	3%	0%	2%	0%	0%	1%	1%
parce qu'on s'est amusé, on a joué	7%	1%	0%	0%	2%	0%	2%	2%
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire	1%	1%	1%	2%	1%	0%	1%	1%
parce qu'on a expliqué des choses	1%	1%	1%	3%	0%	0%	1%	1%
parce que c'est bien, cool, super, génial, du plaisir	4%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
référence à un contenu scientifique (e.g. électricité)	0%	7%	7%	10%	2%	13%	5%	4%
prouver	0%	0%	0%	3%	2%	0%	1%	1%
c'est écrit sur le cahier, sur le tableau, dans l'edt	0%	0%	0%	0%	0%	23%	1%	0%
c'est dans le livre, manuel de science	0%	0%	0%	0%	0%	20%	1%	0%
chercher	0%	3%	1%	0%	2%	0%	1%	1%
tester	0%	2%	0%	6%	1%	0%	1%	1%
poser des questions	0%	1%	2%	0%	1%	0%	1%	1%
découvrir	0%	1%	2%	0%	2%	0%	1%	1%
recherche	0%	1%	0%	0%	3%	0%	1%	1%
travailler	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
vérifier + expérience	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
parce que c'était facile	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
parce que c'était difficile	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
toucher	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
goûter	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
on a touché des choses	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
parce que c'est inexplicable/ rien	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
enigme	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
nouvelle chose	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Distinction avec d'autres activités de classe	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
on fait des expériences pour comprendre/ j'ai compris en essayant	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
matériel scientifique	0%	0%	1%	2%	0%	0%	0%	0%
observer	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%

inventer	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
logique	0%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%
ingénieux	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%
manipuler des objets	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
résultat	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
phénomènes qu'on ne connaît pas	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
Total cumulé des pourcentages par classe	101%	93%	110%	106%	114%	103%	105%	105%

Répartition des réponses au sein des différentes classes du CP

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CP Mouans 2013	CP Nice Flore 2013	CP Cagnes 2010	Total	%
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	8		6	14	6%
parce qu'on fait des expériences	40	1	11	52	23%
nsp	13	1		14	6%
je ne sais pas	1			1	0%
essais/ essayer	12			12	5%
vérifier + expérience	2			2	1%
parce qu'il faut réfléchir	7		3	10	4%
autoréf (parce que c'est de la science)	4			4	2%
parce que ce sont des activités	10		1	11	5%
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	13 dont 3 avec expliquer, expérience	18	16 dont 4 et découvrir	47	21%
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire	2			2	1%
c'est expliquer des choses	4			4	2%
travailler	3		4	7	3%
c'est bien, cool, super, génial, du plaisir	9	2		11	5%
parce que c'était facile	2			2	1%
Divers relatifs au contenu des ateliers visités ou à l'animation	14			14	6%
faire des jeux	11		2	13	6%
poser des questions	1			1	0%
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif	1			1	0%
découvrir	4		8	12	5%
recherche	2			2	1%
explorer			5	5	2%
c'est rigolo / faire des choses rigolottes			6	6	3%
référence thème (parce que c'est de l'électricité)	3			3	1%

Répartition des réponses au sein des différentes classes du CE1

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CE1 Mouans 2013	CE1 Nice Flore 2013	CE1 Cagnes 2010	Total	%
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	14	3	5	22	13%
parce qu'on fait des expériences	14	1	8	23	14%
nsp	5	1		6	4%
je ne sais pas	4	1		5	3%
essais/ essayer	4			4	2%

parce qu'il faut réfléchir	3		2	5	3%
autoréf (parce que c'est de la science)	8	2	1	11	7%
parce que ce sont des activités	9			9	5%
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	10 dont 2 avec travail et apprendre	1		11	7%
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire				0	0%
c'est expliquer des choses	1	1		2	1%
travailler	12	5		17	10%
c'est bien, cool, super, génial, du plaisir	13	1	2	16	9%
Divers relatifs au contenu des ateliers visités ou à l'animation		2		2	1%
faire des jeux	14		3	17	10%
poser des questions				0	0%
découvrir	8		4	12	7%
recherche	1	1		2	1%
explorer	1			1	1%
référence thème (parce que c'est de l'électricité)	7	2	1	10	6%
tester	1			1	1%
enigme	4			4	2%
chercher	1			1	1%
Extraordinaire/ fantastique	3			3	2%
nouvelle chose	1		2	3	2%
Distinction avec d'autres activités de classe		1		1	1%
pour voir comment ça marche		1		1	1%
deviner			2	2	1%

Répartition des réponses au sein des différentes classes du CE2

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CE2 Mouans 2013	CE2 Mouans 2011	CE2 Cagnes	Total	%
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	29	13	26	68	29%
parce qu'on fait des expériences	18	29	8	55	24%
nsp	5	3	8	16	7%
je ne sais pas	12			12	5%
essais/ essayer	2			2	1%
parce qu'il faut réfléchir	1		8	9	4%
parce que ce sont des activités	2		1	3	1%
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	7 dont 4 travailler et apprendre	3 dont 1 et découvrir	8 dont 6 et apprendre, réfléchir	18	8%
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire	1			1	0%
c'est expliquer des choses			1	1	0%
travailler	3	2	2	7	3%
c'est bien, cool, super, génial, du plaisir	5	2	3	10	4%
Divers relatifs au contenu des ateliers visités ou à l'animation	3	5	4	12	5%
faire des jeux	1	4		5	2%
découvrir	11	2	7	20	9%
c'est rigolo / faire des choses rigolottes		2		2	1%

référence thème (parce que c'est de l'électricité)	3	2		5	2%
tester	1		1	2	1%
chercher			3	3	1%
nouvelle chose	6	3	4	13	6%
pour voir comment ça marche			1	1	0%
deviner				0	0%
on fait des expériences pour comprendre/ j'ai compris en essayant	1		3	4	2%
observer	3			3	1%
inventer	1		1	2	1%
défis		3		3	1%
logique			1	1	0%

Répartition des réponses au sein des différentes classes du CM1

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CM1 Mouans 2013	CM1 Mouans 2011	CM1 Nice Flore 2013	Total	%
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	10	40	3	53	34%
parce qu'on fait des expériences	12	35	6	53	34%
nsp	13	4	1	18	12%
je ne sais pas	4			4	3%
essais/ essayer		2	2	4	3%
parce qu'il faut réfléchir		1		1	1%
autoréf (parce que c'est de la science)	1			1	1%
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	1	23 *dont 21 associés à apprendre et 1 à intéressant*	1 (et apprendre)	25	16%
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire			1	1	1%
c'est expliquer des choses	1	1		2	1%
travailler		1	1	2	1%
c'est bien, cool, super, génial, du plaisir		7	1	8	5%
Divers relatifs au contenu des ateliers visités ou à l'animation			1	1	1%
faire des jeux	1	2		3	2%
poser des questions		1		1	1%
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif		1		1	1%
découvrir	2	13	2	17	11%
recherche		1		1	1%
référence thème (parce que c'est de l'électricité)	6	9		15	10%
tester	1	2		3	2%
Extraordinaire/ fantastique		1		1	1%
nouvelle chose	1	10		11	7%
Distinction avec d'autres activités de classe	1	1		2	1%
on fait des expériences pour comprendre/ j'ai compris en essayant	1			1	1%
apprendre à faire des expériences	1			1	1%
manipuler des objets	2			2	1%

intéressant		12		12	8%
prouver		1		1	1%

Répartition des réponses au sein des différentes classes du CM2

C'est quoi pour toi, faire des sciences ?	CM2 Mouans 2013	CM2 Mouans 2011	CM2 Cagnes	CM2 Nice Flore	CM2 Auber	Total	%
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	11	61	10	2	14	98	30 %
parce qu'on fait des expériences	60	41	27	2	4	134	41 %
nsp	13	6	5			24	7%
je ne sais pas	2					2	1%
essais/ essayer	7		2			9	3%
vérifier + expérience		1	2			3	1%
parce qu'il faut réfléchir	9	1	1			11	3%
autoréf (parce que c'est de la science)	3	2			1	6	2%
parce que ce sont des activités		2				2	1%
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	5 dont 3 avec réfléchir et découvrir	28 dont 27 avec apprendre ou faire des expériences	2 dont 1 avec apprendre		3 dont 2 avec apprendre	38	12 %
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire			1			1	0%
travailler	4	3			2	9	3%
c'est bien, cool, super, génial, du plaisir		3				3	1%
faire des jeux	1					1	0%
poser des questions		2 (réponse aux questions)	4 (répondre à nos question)			6	2%
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif		2		1		3	1%
découvrir	13	37	6		4	60	18 %
recherche	5	2				7	2%
explorer		1				1	0%
c'est rigolo / faire des choses rigolottes		2				2	1%
référence thème (parce que c'est de l'électricité)	5		5	1	10	21	6%
tester	2		2			4	1%
enigme						0	0%
chercher	1	1				2	1%
nouvelle chose	1	16	5		3	25	8%
Distinction avec d'autres activités de classe	1	1				2	1%
pour voir comment ça marche			1			1	0%
on fait des expériences pour comprendre/ j'ai compris en essayant		2	1			3	1%
inventer	3	2	2	1		8	2%

trouver	2	2	2			6	2%
intéressant		4			2	6	2%
prouver	1	3		3		7	2%
phénomènes qu'on ne connaît pas		4			1	5	2%
partager des expériences	1	1				2	1%
apprendre plus facilement		3				3	1%

Répartition des réponses au sein des différentes classes

Comment sais-tu que tu as fait des sciences ?	CP Mouans 2013	CP Nice Flore 2013	CE1 Mouans 2013	CE1 Nice Flore 2013	CE2 Mouans 2013	CM1 Mouans 2013	CM1 Nice Flore 2013	CM2 Mouans 2013	CM2 Nice Flore 2013	CM2 Auber 2013
pour apprendre (soi-même ou aux autres)	8		6	2	8			2	2	1
parce qu'on fait des expériences	19	14	12		14	6	5	44	2	
parce que la maîtresse l'a dit	8		9	3	3	1	1	2		6
nsp	10	2	4	1	5	11		6		4
je ne sais pas	4		9	2	9	1		2		1
parce que c'est un jardin des sciences	10		31		31	12	1	44		
essais/ essayer	16		2		3					
vérifier + expérience	2									
parce qu'il faut réfléchir	6		2		4	1	1	4		
on a touché des choses	3									
autoréf (parce que c'est de la science)	8	1	10	2	2	3	1	**6**		
parce que ce sont des activités	9		6			1		**6**		1
parce que ça se voit	2		4				1			
parce qu'on s'est amusé, on a joué/ s'amuser, jouer	6	5	2					2		
parce que j'ai fabriqué qq chose/ construire	2		1		1	1		1		
c'est expliquer des choses	1		1	1	1	1	1			
travailler	2									

c'est bien, cool, super, génial, du plaisir	6									
parce que c'était facile	1									
parce que c'était difficile	1							1		
toucher	3									
goûter	3									
Divers relatifs au contenu des ateliers visités ou à l'animation	17		1	2	5	1		6		
poser des questions			1		2			1		
apprendre à créer/ créer de nouvelles choses/ c'est créatif								1	1	
découvrir			1		2			3		
recherche			1					4		
référence thème (parce que c'est de l'électricité)			10		7	4	2	2	1	4
tester			3			4		1		
enigme			2							
chercher			4		1			2		
nouvelle chose					1					
Distinction avec d'autres activités de classe				3						
on fait des expériences pour comprendre/ j'ai compris en essayant					1					
matériel scientifique					1		1			
observer					2					
inventer								1	1	
logique						2		1		
ingénieux						1				
manipuler des objets								2		
prouver							2		3	

résultat								1		
phénomènes qu'on ne connaît pas								3		
écrit sur le cahier, sur le tableau, dans l'edt										7
c'est dans le livre, manuel de science										6
parce que c'est inexplicable/ rien										1

creative commons

Creative Commons Attribution Pas de Modification 3.0 France

Vous êtes autorisé à :

Partager — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats

pour toute utilisation, y compris commerciale.

L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :

Attribution — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale, vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'Oeuvre modifiée.

No additional restrictions — Vous n'êtes pas autorisé à appliquer des conditions légales ou des **mesures techniques** qui restreindraient légalement autrui à utiliser l'Oeuvre dans les conditions décrites par la licence.

Notes:

Vous n'êtes pas dans l'obligation de respecter la licence pour les éléments ou matériel appartenant au domaine public ou dans le cas où l'utilisation que vous souhaitez faire est couverte par une **exception**.

Aucune garantie n'est donnée. Il se peut que la licence ne vous donne pas toutes les permissions nécessaires pour votre utilisation. Par exemple, certains droits comme **les droits moraux, le droit des données personnelles et le droit à l'image** sont susceptibles de limiter votre utilisation.