



HAL
open science

Contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire : modélisation des moments scolaires à visée scientifique

Joël Bisault

► To cite this version:

Joël Bisault. Contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire : modélisation des moments scolaires à visée scientifique. Education. École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2011. tel-00693900

HAL Id: tel-00693900

<https://theses.hal.science/tel-00693900>

Submitted on 3 May 2012

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

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

**CONTRIBUTION À L'ÉLABORATION
CURRICULAIRE D'UNE ÉDUCATION
SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE**

**MODÉLISATION DES MOMENTS SCOLAIRES À
VISÉE SCIENTIFIQUE**

Joël BISAULT

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

MÉMOIRE

Spécialité : sciences humaines et humanités

**École normale supérieure de Cachan
Décembre 2011**

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Spécialité : *sciences humaines et humanités*

Soutenue le 5 décembre 2011
à l'École normale supérieure de Cachan
par

Joël BISAULT

Maître de conférences en 28^{ème} section

IUFM de l'Académie d'Amiens – Université de Picardie Jules Verne

Unité mixte de recherche « *Sciences Techniques Éducation Formation* »
(STEF) – École normale supérieure de Cachan – Institut français de
l'éducation

**CONTRIBUTION À L'ÉLABORATION CURRICULAIRE D'UNE
ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE**

**MODÉLISATION DES MOMENTS SCOLAIRES À VISÉE
SCIENTIFIQUE**

Jury de soutenance :

Jean-Paul BERNIÉ, professeur émérite,
Universités Bordeaux II & IV - Laces-DAESL

Michel CAILLOT, professeur émérite,
Université Paris Descartes - EDA

Maryline COQUIDÉ, professeure,
École Normale Supérieure de Lyon- IFÉ - STEF (présidente du jury)

Joël LEBEAUME, professeur,
Université Paris Descartes – EDA (rapporteur)

Yves LENOIR, professeur titulaire,
Université de Sherbrooke (Québec) – CRCIE (rapporteur)

Jean-Louis MARTINAND, professeur émérite,
École Normale Supérieure de Cachan – STEF (garant)

Gérard SENSEVY, professeur,
Université de Bretagne occidentale – CREAD (rapporteur)

Remerciements

À Jean-Louis Martinand, pour ses apports théoriques précieux, pour ses critiques stimulantes, pour son exigence intellectuelle et pour le temps qu'il m'a consacré,

à Joël Lebeaume pour m'avoir encouragé à tenter cette aventure et pour les idées qu'il a initiées,

à Maryline Coquidé pour m'avoir aidé à combiner le travail de la fourmi et de l'araignée,

à Jean-Paul Bernié, Michel Caillot, Yves Lenoir et Gérard Sensevy de m'avoir fait l'honneur de participer à mon jury,

à Éric Bruillard, pour son appui à mes travaux,

à tous les membres de l'UMR STEF pour les échanges intellectuels et amicaux,

à Catherine Boyer, Catherine Ledrapier et Pierre Degret, pour leur contribution à cette élaboration curriculaire,

à mes collègues de l'IUFM sans qui ce travail n'aurait pas été possible et en particulier à André Lavarde qui m'a fait découvrir la didactique des sciences, à Roselyne Le Bourgeois qui m'a ouvert aux sciences humaines, à Catherine Rebiffé qui m'a initié aux subtilités de la langue et à Vincent Fontaine et Didier Mont qui m'ont permis de ne pas oublier la physique,

à l'IUFM de l'Académie d'Amiens qui a soutenu mon activité de recherche et qui a pris en charge la reprographie de ce mémoire,

à tous les enseignants qui m'ont ouvert la porte de leur classe,

à mes amis, à ma famille, et tout spécialement à Florence.

CONTRIBUTION À L'ÉLABORATION CURRICULAIRE D'UNE ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE

MODÉLISATION DES MOMENTS SCOLAIRES À VISÉE SCIENTIFIQUE

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	7
INTRODUCTION.....	8
PREMIÈRE PARTIE : TRAVAUX ET PROBLÈMES.....	10
1 UN PARCOURS DE RECHERCHE : DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE À LA DIDACTIQUE DES SCIENCES	11
1.1 UNE MODÉLISATION DE SYSTÈMES PHYSIQUES COMPLEXES	11
1.2 DE LA PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE À LA DIDACTIQUE DES SCIENCES	14
2 DES DISPOSITIFS QUI INSTITUTIONNALISENT LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE ENTRE ÉLÈVES	16
2.1 LES PRATIQUES DE RECHERCHE EN SCIENCES : D'UNE RÉFÉRENCE IMPLICITE À UNE RÉFÉRENCE EXPLICITE.....	16
2.2 L'ÉCLAIRAGE APPORTÉ PAR LES TRAVAUX D'ÉPISTÉMOLOGIE ET DE SOCIOLOGIE DES SCIENCES	18
2.3 LES ACTIVITÉS LANGAGIÈRES DES CHERCHEURS ET LES ACTIVITÉS LANGAGIÈRES SCOLAIRES	21
2.4 L'ORGANISATION D'UN « CONGRÈS SCIENTIFIQUE » POUR DES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE.....	23
2.5 L'ORGANISATION D'UN RÉSEAU DE COMMUNICATION ÉLECTRONIQUE ENTRE ÉCOLES	25
2.6 D'UNE ARGUMENTATION FORMELLE À UN ENJEU ARGUMENTATIF.....	28
2.7 L'INTÉRÊT ET LES LIMITES DE LA RÉFÉRENCE AUX PRATIQUES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE	33
3 DES MOMENTS DE SCIENCES ET DES QUESTIONS DE LANGAGE	35
3.1 POURQUOI S'INTÉRESSER AU LANGAGE ET À LA LANGUE EN DIDACTIQUE DES SCIENCES ?.....	35
3.2 DES RELATIONS « MOUVEMENTÉES » ENTRE SCIENCES ET LANGAGE DANS LES PROGRAMMES SUCCESSIFS DE L'ÉCOLE PRIMAIRE	37
3.3 UNE ANALYSE DE L'ACTIVITÉ LANGAGIÈRE ÉCRITE OU ORALE EN SCIENCES	39
3.4 LE CAHIER D'EXPÉRIENCE : UN OBJET LANGAGIER SCOLAIRE COMPLEXE	46
3.5 LES ENJEUX DU LANGAGE ET DE L'ARGUMENTATION EN SCIENCES ET EN HISTOIRE.....	48
3.5.1 <i>Expérience et document en sciences et en histoire.....</i>	48
3.5.2 <i>Enjeux transversaux et enjeux épistémologiques</i>	51
3.6 L'ARGUMENTATION À LA « CONVERGENCE » DE PLUSIEURS ENJEUX ET TYPES DE PROBLÈMES	52
4 UNE ANALYSE DE L'ACTIVITÉ SCOLAIRE À VISÉE SCIENTIFIQUE	55
4.1 ACTIVITÉ, ACTION, ACTE ET PRATIQUE	55
4.2 ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE ET LANGAGIÈRE – ACTIVITÉ EMPIRIQUE ET DIALOGIQUE.....	58
4.3 UNE ACTIVITÉ EMPIRIQUE ET DIALOGIQUE POUR ÉTUDIER LE MÉCANISME DE FORMATION DU BROUILLARD	61
4.4 ANALYSE DE L'ACTIVITÉ EFFECTIVE D'UN GROUPE D'ÉLÈVES	62
4.5 DEUX ÉPISODES DE GLISSEMENT TECHNIQUE.....	64
4.6 PRÉGNANCE DES ASPECTS TECHNIQUES DE LA TÂCHE	65
4.7 ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE SCOLAIRE ET ACTIVITÉ QUOTIDIENNE	66
5 DES OBJECTIVATIONS SCIENTIFIQUES À L'ÉCOLE MATERNELLE.....	68
5.1 UN MOMENT DE « DÉCOUVERTE » D'UN OBJET FAMILIER EN MATERNELLE	68
5.2 ASPIRER UNE PERLE : QUELLE VISÉE POUR LE MAÎTRE ET QUELS PROBLÈMES POUR LES ÉLÈVES ?.....	69
5.3 ÉVOLUTION PROGRESSIVE DES OBJETS ET DES POINTS DE VUE.....	71

5.4	DES VISÉES ET DES RÉFÉRENCES MULTIPLES QUI « CONVERGENT »	72
5.5	DES OBJETS INSÉRÉS DANS UN DOUBLE PROCESSUS D'OBJECTIFICATION-OBJECTIVATION	74
5.6	UNE OBJECTIVATION QUI CONDUIT À UNE « MODÉLISATION SCIENTIFIQUE »	75
5.7	LE RÔLE AMBIGU DE L'ACTIVITÉ LANGAGIÈRE DANS CE MOMENT SCOLAIRE	78
5.8	QUELLES CONSTRUCTIONS EFFECTIVES À L'ISSUE DE CE MOMENT ?	81
6	DES MOMENTS ET DES OBJETS SCOLAIRES À VISÉE SCIENTIFIQUE	83
6.1	ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE ET MOMENTS SCOLAIRES	83
6.2	DU QUOTIDIEN AU SCIENTIFIQUE	84
6.3	UN POINT DE VUE SCIENTIFIQUE SUR DES OBJETS FAMILIERS	86
6.4	DES MOMENTS EN RUPTURE AVEC D'AUTRES MOMENTS	86
6.5	MATÉRIEL ET LANGAGIER DANS LES MOMENTS SCOLAIRES À VISÉE SCIENTIFIQUE	88
6.6	ANALYSE DES MOMENTS SCOLAIRES COPRODUITS PAR LES ENSEIGNANTS ET LEURS ÉLÈVES	90
6.7	PRÉGNANCE DES OBJETS MATÉRIELS DANS LES MOMENTS « PRÉPARÉS » PAR LES ENSEIGNANTS	91
6.8	DE L'OBJET QUOTIDIEN À L'OBJET D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE	92
6.9	LA CONSTRUCTION D'UN OBJET D'INVESTIGATION SCIENTIFIQUE SCOLAIRE	95
6.10	DES OBJETS MATÉRIELS ET SINGULIERS AUX OBJETS GÉNÉRIQUES ET THÉORIQUES	97
6.11	UN DOUBLE ENJEU COGNITIF	100
6.12	QUELLES RÉFÉRENCES POUR LES MOMENTS SCOLAIRES DE SCIENCES ?	101
6.13	DE L'OBJET SCOLAIRE À L'OBJECTIVATION SCIENTIFIQUE	102
6.14	DES OBJETS SCOLAIRES ET DES OBJECTIVATIONS MULTIPLES	105
7	DES PISTES POUR PENSER LA PROFESSIONNALITÉ DES PROFESSEURS D'ÉCOLE	107
7.1	DE LA POLYVALENCE À UNE SPÉCIALITÉ	107
7.2	DES MOMENTS SCOLAIRES VUS À TRAVERS LES PRÉPARATIONS D'ENSEIGNANTS	111
7.2.1	<i>Des moments scolaires « en devenir »</i>	<i>111</i>
7.2.2	<i>Diversité des écrits utilisés par les enseignants</i>	<i>112</i>
7.2.3	<i>Des logiques et des choix contrastés selon les enseignants</i>	<i>115</i>
7.2.4	<i>Des écrits professionnels « très organisés »</i>	<i>117</i>
7.3	UNE CATÉGORISATION DES MODES DE PILOTAGE EN MATERNELLE	119
7.4	UNE GRANDE DIVERSITÉ DE LOGIQUES DE MISE EN ŒUVRE PAR LES ENSEIGNANTS	122
7.5	L'IMPORTANCE DES « OBJETS » DANS LES PRATIQUES EFFECTIVES	124
7.6	PRÉGNANCE DU « VOCABULAIRE SCIENTIFIQUE »	125
7.7	DES PISTES POUR (RE)PENSER LA PROFESSIONNALITÉ DES ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE	125
DEUXIÈME PARTIE : CONTRIBUTION À L'ÉLABORATION CURRICULAIRE D'UNE		
ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE		128
8	LES PRÉMICES D'UNE ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE	129
8.1	UN CURRICULUM TIRAILLÉ ENTRE LOGIQUE DISCIPLINAIRE ET SPÉCIFICITÉS DE L'ÉCOLE PRIMAIRE	129
8.2	UNE COMPOSITION CURRICULAIRE SOUS INFLUENCES MULTIPLES	130
9	OBJET, SIGNE, MÉDIATION ET OBJECTIVATION	131
9.1	INTRODUCTION	131
9.2	LA DOUBLE « SIGNIFICATION » DES OBJETS SCIENTIFIQUES SCOLAIRES	132
9.3	RAPPORT D'OBJET, MÉDIATION ET OBJECTIVATION	134
9.4	OBJECTIVATION, OBJET ET DÉCOUPAGE DU MONDE	135
9.5	DES OBJETS PERÇUS AUX OBJETS CONÇUS	136
9.6	INSTRUMENT, MÉDIATION, RAPPORTS HUMAINS, SOCIAUX ET BIOLOGIQUES	139
9.7	SIGNE ET OBJET DANS LA SÉMIOLOGIE DE PEIRCE	140
9.8	UN CADRE SÉMIOLOGIQUE POUR ANALYSER LES MOMENTS SCOLAIRES	143
9.9	SIGNE, SIGNIFICATION ET SENS	146
9.10	NOS SIGNIFICATIONS DU TERME « OBJET »	146
10	UNE MODÉLISATION DES MOMENTS SCOLAIRES À VISÉE SCIENTIFIQUE	149
10.1	UN MODÈLE CURRICULAIRE POUR L'ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCOLE PRIMAIRE	149
10.2	UNE DUALITÉ OBJECTIFICATION-OBJECTIVATION	151
10.3	DES OBJETS APPRÉHENDABLES À L'INTERFACE DE DEUX TYPES DE CONSTRUCTIONS	154
10.4	L'OBJECTIVATION COMME SUPERPOSITION DE PLUSIEURS CONSTRUCTIONS HUMAINES	157
10.5	L'OBJECTIVATION COMME CRISTALLISATION D'UNE PENSÉE HUMAINE	158
10.6	DES MOMENTS POUR CONSTRUIRE UNE ŒUVRE COLLECTIVE ET POUR SE CONSTRUIRE	159

10.7	DES MOMENTS DANS UN RÉSEAU CURRICULAIRE ET EXTRA CURRICULAIRE COMPLEXE.....	162
10.8	UNE CONSTRUCTION INCOMPLÈTE, FLOUE, ET INCERTAINE.....	166
11	RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE	168
12	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES	177
13	ANNEXE : UNE ANALYSE SÉMIOLOGIQUE D'UN MOMENT SCOLAIRE	183

Avant propos

Ce mémoire s'appuie sur des travaux de recherche menés depuis une quinzaine d'années dans le domaine de la didactique des sciences au sein du laboratoire LIREST puis de l'unité mixte de recherche « STEF » de l'école normale supérieure de Cachan. La première partie est une reprise de certains travaux empiriques parfois anciens dont je propose une relecture à la lumière de mon orientation de recherche actuelle : l'analyse didactique curriculaire des prémices d'éducation scientifique à l'école primaire. Cette partie contient des extraits de publications présentés dans des encadrés. Chaque publication est mentionnée par un numéro d'ordre (textes 1 à 69) qui renvoie à la liste de l'ensemble des publications et communications présente à la fin de ce mémoire. La deuxième partie de ce mémoire, plus théorique, propose une contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire à partir de travaux plus récents dont certains ne sont pas encore publiés.

« La façade d'une maison n'appartient pas à celui qui la possède mais à celui qui la regarde. »

Lao Tseu

Introduction

En choisissant de parler « d'éducation scientifique » et non « d'enseignement des sciences », nous voulons pointer trois types de problèmes.

En premier lieu, la définition de l'entité « sciences » est loin d'être évidente à l'école primaire. On ne peut évidemment pas confondre ce domaine avec certaines pratiques extérieures au système éducatif, les pratiques de recherche par exemple, même si ces pratiques sont des références fortes. On ne peut pas non plus l'identifier aux disciplines scientifiques telles qu'elles existent à l'université ou dans l'enseignement secondaire. On ne peut pas donc penser les sciences à l'école primaire en projetant les logiques didactiques disciplinaires qui peuvent être pertinentes à d'autres niveaux de la scolarité. En particulier, il faut prendre en compte la différenciation progressive des disciplines qui n'est pas achevée à la fin de l'école primaire. Cette difficulté de délimitation de ce domaine apparaît bien au travers des dénominations fluctuantes que l'on peut relever dans différents textes officiels actuels ou plus anciens : activités d'éveil scientifique, découverte du monde, initiation scientifique et technique, sciences et technologie, sciences expérimentales et technologie.... Il est clair que ces différentes appellations ne privilégient pas les mêmes finalités ou les mêmes références et qu'elles n'ont pas les mêmes extensions.

En second lieu, il n'existe pas à l'école primaire « d'enseignants de sciences » et la visée scientifique est une visée éducative parmi bien d'autres que les professeurs d'école prennent diversement en charge - parfois très peu comme l'ont montré certaines enquêtes. Les pratiques scolaires qui peuvent contribuer à une éducation scientifique doivent donc être pensées dans leur articulation avec d'autres domaines d'apprentissage. Par exemple, dans une pratique scolaire à visée scientifique, tout écrit n'est pas simplement un écrit scientifique scolaire c'est aussi un moyen de construire (ou réinvestir) des compétences dans le domaine de la langue. De la même façon, toute « activité scientifique » dans la classe engage des modes de fonctionnement pédagogique ou des compétences qui peuvent intervenir dans d'autres moments scolaires, avec le même enseignant.

En dernier lieu, depuis de nombreuses années, les programmes de l'école primaire ne se réduisent pas à des programmes de « contenus ». Dans le domaine scientifique comme dans d'autres domaines, ils sont largement définis à partir des activités éducatives qui peuvent être mises en œuvre dans les classes. Pour ces différentes raisons, il nous paraît plus approprié de parler d'éducation scientifique plutôt que d'enseignement des sciences.

Les programmes qui doivent orienter les activités scolaires laissent de fait une grande liberté aux enseignants : la « liberté de la méthode » est explicitement rappelée dans les derniers textes de 2008. Dans ces conditions, on peut se poser plusieurs questions :

- quels sont les choix réalisés par ces enseignants parmi des références et des enjeux éducatifs multiples ?
- selon quels principes organisateurs conçoivent-ils des pratiques scolaires à visée scientifique ?
- comment ces pratiques articulent-elles les exigences épistémologiques propres aux sciences et les spécificités de l'école primaire ?
- quels sont les appuis et les obstacles qui peuvent conditionner leur mise en œuvre ?

- peut-on imaginer d'autres pratiques possibles ?

Ce sont quelques unes des questions qui orientent mon travail de recherche actuel, et que je vais développer dans la suite de ce mémoire en m'appuyant à la fois sur des travaux orientés par cette problématique et sur des travaux plus anciens pour lesquels cette problématique actuelle permet de porter un regard nouveau. Nous aborderons les questions curriculaires à partir de plusieurs points de vue complémentaires qui concernent différents niveaux du curriculum : curriculums prescrits, curriculums construits, curriculums effectifs, curriculums possibles...

PREMIÈRE PARTIE : TRAVAUX ET PROBLÈMES

1 Un parcours de recherche : de la physique expérimentale à la didactique des sciences

1.1 Une modélisation de systèmes physiques complexes

Texte 10

Mes premiers travaux de recherche ont été menés en physique de la matière condensée au laboratoire LPMTM de l'Université Paris XIII. Ils ont porté sur l'étude du branchement sphérolitique dans la cristallisation du sélénium (10). Ces recherches m'ont amené à observer en microscopie optique et électronique (MEB et MET) et à modéliser des entités poly cristallines complexes (sphérolites) présentant un enchevêtrement cristallin dont la continuité dépend de l'échelle d'observation (existence de joints et sous-joints de grains). Nous avons montré que l'organisation de cette structure à différentes échelles (microscopique, mésoscopique et macroscopique) résulte de la compétition entre plusieurs mécanismes physiques antagonistes ; certains de ces mécanismes (multiplication des cristaux par homo-épitaxie, polygonisation dynamique...) sont spécifiques au matériau considéré (sélénium) alors que d'autres mécanismes (limitation des dimensions des cristaux par les rencontres entre cristaux adjacents par exemple) sont beaucoup plus généraux. Les modèles élaborés sur la récurrence d'une unité constitutive – le cristal sphérolitique – rendent compte de la grande diversité des formes de cristallisation observées tant sur un plan qualitatif que quantitatif, en particulier de l'existence de plusieurs modes morphologiques pouvant coexister pour les mêmes conditions expérimentales.

Les systèmes physiques étudiés dans ces travaux n'ont *a priori* rien en commun avec les systèmes humains sur lesquels portent mes travaux actuels (moments scolaires à visée scientifique). Pourtant un regard rétrospectif sur ces travaux de physique expérimentale fait apparaître certains éléments communs :

- une très grande complexité qui exclut une approche purement analytique,
- un caractère à la fois continu et discontinu,
- une organisation à différentes échelles (microscopique, mésoscopique et macroscopique),
- une forte intrication des problèmes génériques et spécifiques,
- l'indétermination partielle des formes observées par rapports aux conditions externes imposées au système.

Les points de vue de recherche présentent aussi quelques points communs :

- approche essentiellement phénoménologique qui renonce à expliquer certains mécanismes ultimes et qui aboutit à la construction de modèles,
- attitude réservée à l'égard de certaines positions théoriques largement partagées par la communauté scientifique et recours à des travaux parfois très anciens.

Même si les moments scolaires à visée scientifique et les cristaux sphérolitiques se situent dans des mondes différents, nous avons porté sur ces entités un regard parfois assez semblable et qui est au départ un regard de physicien.

Nous présentons ci-dessous quelques extraits d'une publication sur la cristallisation du sélénium pour donner un aperçu d'ensemble des entités étudiées, des différentes échelles d'observation et d'analyse ainsi que les principaux résultats quantitatifs rendant compte des évolutions morphologiques en fonction des températures de cristallisation et des deux modes de cette cristallisation.

Extraits du texte 10

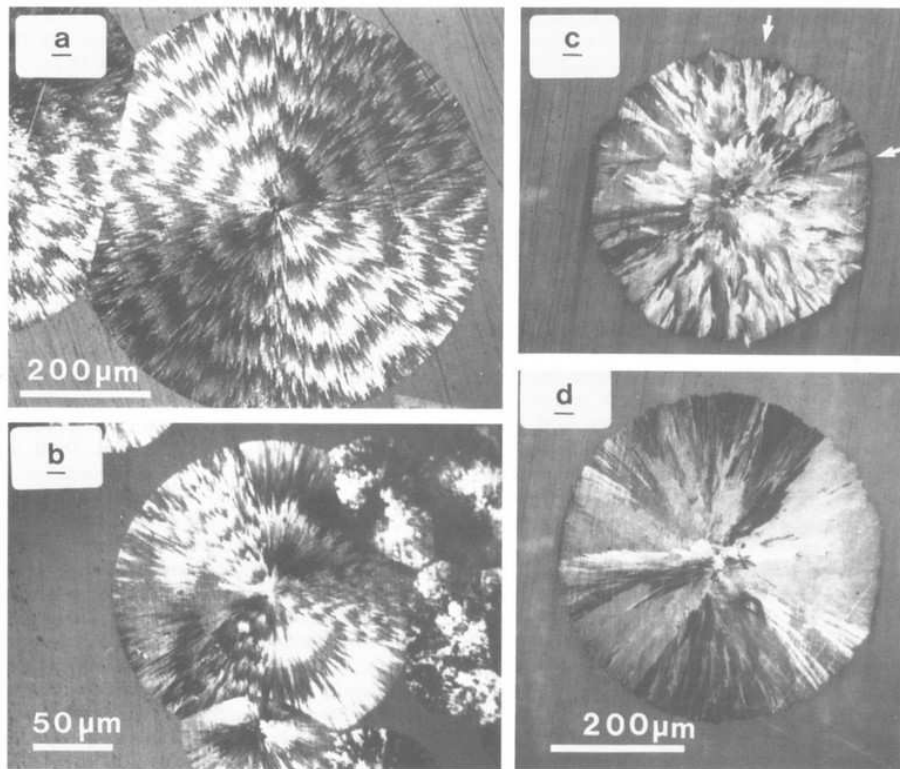


Fig. 3. Radial cross-sections of spherulites, observed by POM: (a) ringed Mode B spherulite ($T_c = 119^\circ\text{C}$); (b) mixed spherulite in the transition zone ($T_c = 115^\circ\text{C}$), the sectors with a small (large) ring distance are Mode A (Mode B); (c) medium- T_c Mode A spherulite ($T_c = 160^\circ\text{C}$); (d) medium- T_c Mode B spherulite ($T_c = 160^\circ\text{C}$); same scale for (c) and (d).

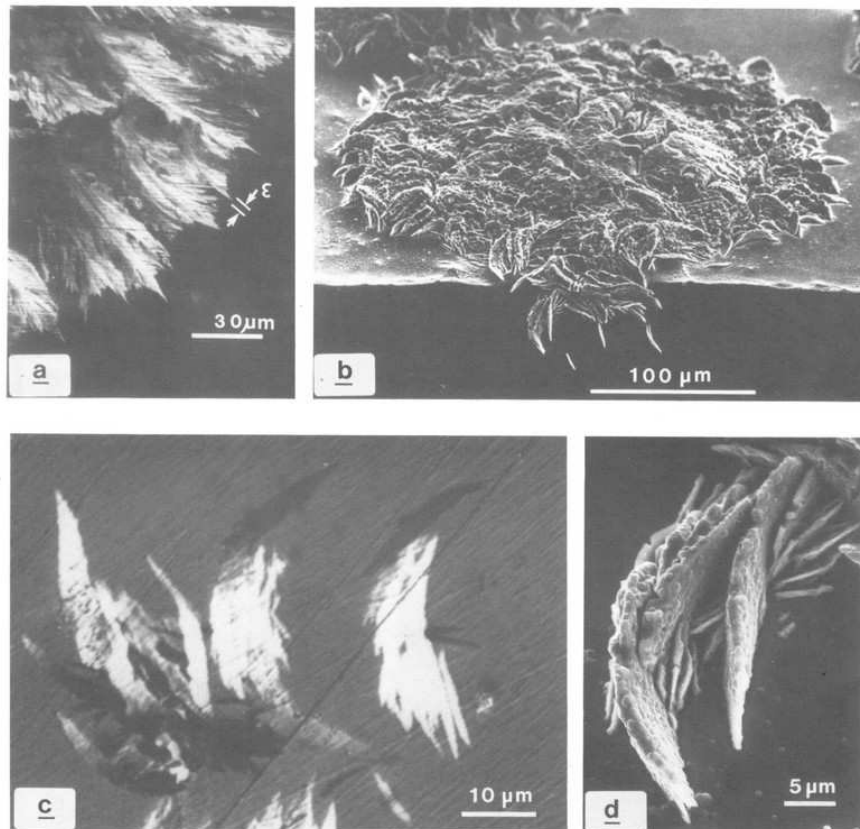


Fig. 7. Medium- T_c Mode A spherulites: (a) radial cross-section (POM; $T_c = 160^\circ\text{C}$); (b) extracted spherulite (SEM; $T_c = 170^\circ\text{C}$); the spherulite emerges at an edge of a sample previously polished along two perpendicular planes; to (c) tangential cross-section (POM; $T_c = 170^\circ\text{C}$); (d) as (b), enlarged view of a particular.

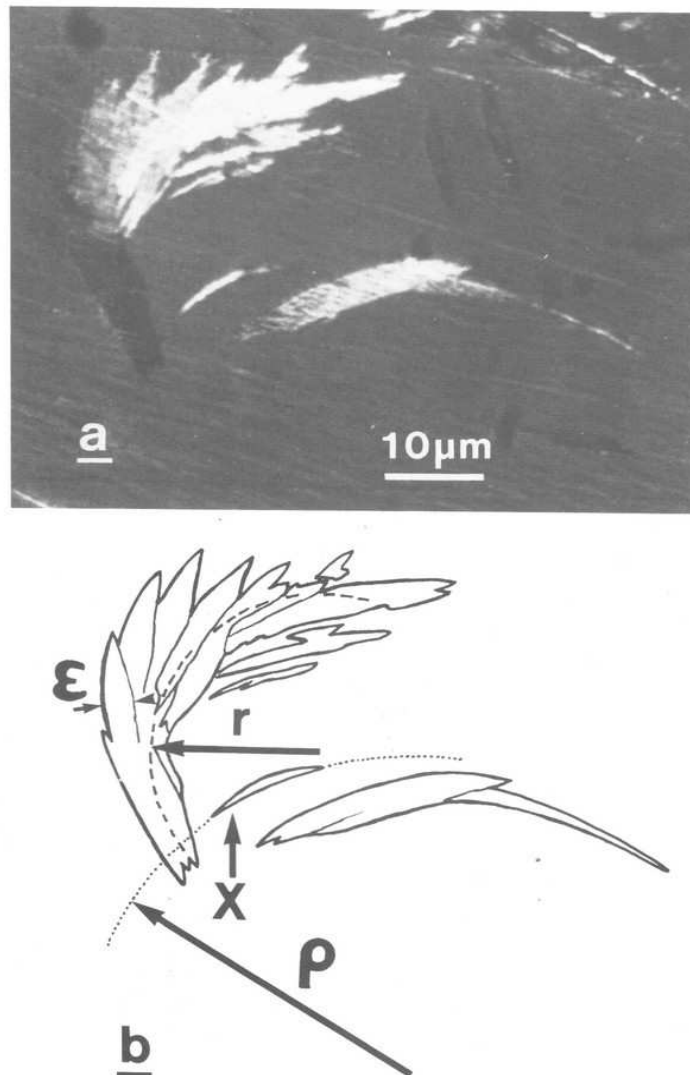


Fig. 9. (a) a crescent-shaped motif in a tangential cross-section of a medium- T_c Mode A spherulite ($T_c = 170^\circ\text{C}$); (b) the different crystals revealed by analysing the optical contrast.

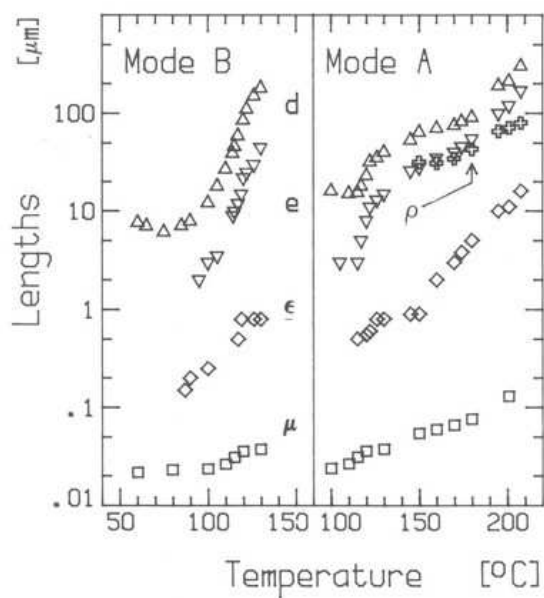


Fig. 10. Various characteristic lengths as functions of the crystallization temperature (see text for symbols).

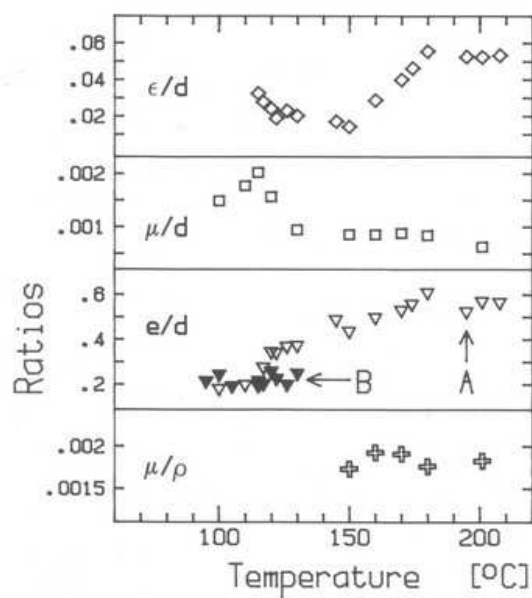


Fig. 11. Ratios of some of the lengths appearing in fig. 10, as functions of T_c .

1.2 De la physique expérimentale à la didactique des sciences

Texte 34

Après mon élection sur un poste de maître de conférences à l'IUFM de l'Académie d'Amiens en 1993 (28^{ème} section), j'ai réorienté progressivement mon activité de recherche vers des questions d'éducation et de formation tout en maintenant mon rattachement à ma section de CNU d'origine. Mes premiers travaux en éducation ont porté sur la formation des enseignants du premier degré avec la publication d'un ouvrage sur le mémoire professionnel (texte 68). J'ai intégré en 1996 le laboratoire LIREST de l'École Normale Supérieure de Cachan devenu depuis l'Unité Mixte de Recherche « Sciences Techniques, Éducation, Formation » (UMR STEF) en recentrant mes recherches sur la didactique des sciences. La première contribution scientifique en didactique s'est appuyée sur une enquête réalisée auprès d'un échantillon de 83 professeurs d'école stagiaires de deuxième année du centre IUFM de Beauvais. L'enquête menée à partir d'un questionnaire écrit constitué d'une vingtaine de questions ouvertes a porté sur la « vision générale des sciences et de leur enseignement », « la pratique personnelle dans le domaine de l'enseignement scientifique » et « l'impact de la formation reçue à l'IUFDM » (texte 34) : cette enquête a montré un décalage important entre les activités déclarées et les activités effectivement réalisées (extrait ci-dessous). Le passage de la physique expérimentale aux recherches en éducation m'a amené à m'intéresser aux aspects sociaux de la recherche, en particulier à tout ce qu'on peut regrouper sous le terme générique de « communication scientifique » (De la Véga, 2000¹). Dans le domaine de l'éducation scientifique, ce point de vue épistémologique m'a conduit à penser les sciences moins en termes de savoirs qu'en termes de « pratiques » (texte 32) suivant en cela l'orientation définie par Martinand avec le concept de « pratique sociale de référence » (Martinand, 1986²).

Extrait du texte 34

Vision sur les sciences et leur enseignement

Les stagiaires estiment que l'enseignement des sciences à l'école élémentaire vise la formation de l'esprit ou l'acquisition de méthodes plutôt que la construction de connaissances scientifiques. La priorité accordée au processus (chercher), à la finalité (comprendre le monde) ou aux moyens d'investigation (expériences) par rapport au produit (connaissance construite) se retrouve aussi bien pour l'activité des scientifiques que pour celle des élèves. Les moyens pédagogiques sont envisagés à la fois en termes d'activités spécifiques (essentiellement des expériences) et aussi en types d'apprentissage à mettre en œuvre (apprentissage actif, centration sur l'élève...).

La vision générale sur l'enseignement des sciences à l'école élémentaire qui émerge de ce questionnaire semble assez pertinente. Elle reflète bien les tendances actuelles de l'enseignement scientifique à l'école primaire, telles qu'elles apparaissent par exemple dans les dernières instructions officielles de 1995. Ce résultat somme toute assez rassurant pour des étudiants en fin de formation à l'IUFM doit cependant être nuancé au niveau de la mise en œuvre effective car cette vision ne se traduit pas complètement dans les faits. Un décalage est perceptible entre les activités décrites en termes généraux et les activités réellement conduites à l'école.

¹ DE LA VEGA, J.-F. (2000). *La communication scientifique à l'épreuve de l'Internet*. Villeurbanne : presses de l'ENSSIB.

² MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.

Décalage entre activités déclarées et activités réalisées

L'expérience est l'activité jugée essentielle pour les scientifiques comme pour les élèves, mais elle est peu pratiquée par les stagiaires. Au contraire la fabrication d'objets qui n'apparaît dans aucune réponse sur les activités à mettre en œuvre est très fréquente dans les réponses concernant les activités réellement menées. Ce glissement entre expérience et fabrication ne s'explique pas par les raisons invoquées (manque de matériel, problèmes d'organisation) qui devraient toucher autant les activités de fabrication que les activités expérimentales. Il pourrait s'interpréter par une confusion entre sciences et technologie, confusion d'autant plus facile à faire que ces domaines sont étroitement imbriqués à l'école élémentaire. Cette interprétation pourrait être confirmée par le fait que les réponses des stagiaires ne mettent guère en évidence le rapport entre les activités expérimentales et les concepts scientifiques. L'importance accordée aux aspects méthodologiques ne cache-t-elle pas une conception de l'expérience complètement isolée de son contexte scientifique ? Il est permis de supposer que le terme « expérience » recouvre en fait une activité à finalité scientifique peu définie.

Indépendamment des représentations des stagiaires sur les sciences, il est indéniable que les activités menées réellement en classe sont largement influencées par les pratiques habituelles des classes d'accueil. La réalité du terrain ne conduirait-elle pas à abandonner quelque peu les intentions généreuses affirmées par ailleurs ? En effet, l'analyse des réponses montre que les activités de fabrication citées semblent relativement modestes. Le recours à des activités de fabrication peut donc aussi s'interpréter comme une solution de facilité qui ne serait pas forcément en rapport avec les représentations du stagiaire sur l'enseignement scientifique.

Décalage entre stagiaire - apprenant et stagiaire - enseignant

Sur un autre registre, le point de vue du stagiaire sur sa propre formation scientifique à l'IUFM est assez différent de celui qu'il a sur l'enseignement à l'école. Par exemple, l'importance accordée aux contenus dans la formation semble une réponse très significative dans la mesure où ces contenus apparaissent très secondaires dans les réponses concernant les enfants. On peut bien sûr analyser ce décalage comme un souci louable d'avoir un certain recul sur les contenus enseignés afin d'envisager leur transposition didactique dans des conditions satisfaisantes. Mais alors, pourquoi le problème de la maîtrise des contenus apparaît-il aussi peu dans les difficultés rencontrées ? On peut donc soupçonner un besoin de se rassurer dans une discipline jugée difficile d'accès. Ceci semble particulièrement vrai pour la physique qui apparaît comme un véritable « épouvantail » auprès de la plupart des futurs professeurs d'école qui n'en ont qu'un souvenir lointain et souvent désagréable.

2 Des dispositifs qui institutionnalisent la communication scientifique entre élèves

Textes 9, 12, 13, 25, 32, 42

Dans une série de travaux réalisés entre 1996 et 2004, nous avons transposé certains aspects des pratiques scientifiques dans la conception, la mise en œuvre et l'évaluation de plusieurs dispositifs didactiques. Ces différents dispositifs ont institutionnalisé la communication et l'écriture scientifique dans des activités réalisées de façon collaborative par un ensemble d'élèves regroupant plusieurs écoles élémentaires. Nous allons reprendre dans ce chapitre quelques résultats issus de ces travaux et discuter de façon plus générale des problèmes soulevés par l'utilisation de cette référence dans le cadre de l'école primaire.

2.1 Les pratiques de recherche en sciences : d'une référence implicite à une référence explicite

Depuis de nombreuses années, la référence aux pratiques des scientifiques est présente à des degrés divers dans les différents curriculums prescrits ou effectifs. Dès les débuts de l'enseignement scientifique obligatoire, avec la mise en place des leçons de choses, cette référence a conduit à un alignement de l'enseignement des sciences sur les pratiques des scientifiques en concevant « *la science qui s'enseigne à partir de la science qui se fait* » (Kahn, 2000, p. 16). On retrouve cette référence dans une « *longue lignée de pratiques et de recherches pédagogiques mettant en avant l'investigation de l'élève dans une démarche qui se veut authentiquement scientifique* ». (Martinand, 1994³). La parution de l'ouvrage « *les savants en herbe* » en 1983 (Cauzinille-Marmèche, Mathieu, Weil-Barais, 1983⁴) s'inscrit tout à fait dans cette perspective. Plusieurs auteurs ont montré que différentes approches de l'enseignement des sciences reposaient sur divers postulats - le plus souvent implicites - sur les sciences elles-mêmes et sur leur place dans la société (Fourez 1985,⁵ Sutton, 1995⁶). Newton, Driver et Osborne (1999⁷) considèrent trois grandes catégories de modèles d'enseignement-apprentissage en relation avec trois conceptions possibles sur la science (document ci-dessous). Ces auteurs ne fournissent pas une caractérisation précise des différentes dimensions prises en compte dans cette typologie mais cette présentation synoptique montre de façon claire comment un choix de curriculum peut s'accorder avec un choix épistémologique. Il est en effet aisé de constater qu'une conception de la science pensée comme un ensemble immuable de « faits scientifiques » est tout à fait compatible avec une conception « transmissive » de l'enseignement qui consiste à dire ces faits. L'organisation curriculaire peut alors se réduire à une organisation textuelle : celles des textes de savoirs. Les deux autres modèles ont en commun de reposer sur une conception de la science pensée moins comme un produit que comme un processus : un processus « personnel » pour le modèle de la découverte, un processus « social » pour le modèle « socio-constructiviste ». Ces auteurs privilégient clairement cette dernière approche qui donne un rôle central à

³ MARTINAND, J.-L. (1994) Les sciences à l'école primaire : questions et repères. In : B. Andries & I. Beigbeder. La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles. CNDP, Hachette.

⁴ CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J. & WEIL-BARAIS A. (1983) . Les savants en herbe. Berne : Peter Lang.

⁵ FOUREZ G. (1985). Pour une éthique de l'enseignement des sciences. Lyon : Chronique Sociale.

⁶ SUTTON C (1995). Questions sur l'écriture en sciences : une vue personnelle d'outre manche. *Repères*, 12, 37-52.

⁷ NEWTON, P., DRIVER, R. & OSBORNE, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, .21(5), 553-576.

l'argumentation à la fois dans les sciences et dans leur enseignement ou leur apprentissage (« *science as plausible explanations for phenomena primarily accessed through argument* »).

	Transmission Model	Discovery Model	Social Constructivist Model
Nature of science (for students)	Science as a fixed body of facts primarily accessed through authoritative sources (e.g. teacher).	Science as a body of facts, laws and theories primarily accessed through personal experience.	Science as plausible explanations for phenomena primarily accessed through argument
Method of learning science	Paying attention to authoritative sources in order to acquire scientific knowledge from them via absorption	Paying attention to personal observations in order to draw general scientific principles from them via induction.	Collaborated (with authoritative sources) to arrive at convincing scientific explanations via the co-construction of knowledge
Teaching approaches	Telling pupils the facts of science.	Organizing practical activities that will furnish pupils with appropriate observations from which appropriate conclusions may be drawn.	Negotiating experiences and explanations with pupils to persuade them of the value of accepted scientific ideas.

Models of teaching and learning science. (d'après Newton & Driver, 1999)

La parution récente du deuxième numéro de la revue *Recherches en didactique des sciences et des techniques* intitulé « sciences des scientifiques et sciences scolaires » montre que ce rapprochement entre sciences scolaires et sciences des scientifiques est toujours objet de débats parmi les chercheurs en didactique des sciences. Comme l'écrivent Virginie Albe et Christian Orange en introduction de ce numéro (Albe & Orange, 2011⁸) :

« Les sciences scolaires font référence aux sciences des scientifiques, qu'il s'agisse des contenus enseignés ou des tâches proposées aux élèves ; et cela semble bien souvent aller de soi. Pour dépasser cette évidence, la didactique a construit des outils théoriques : le concept de transposition didactique questionne les liens entre savoirs savants et savoirs scolaires ; celui de pratiques sociales de référence permet d'élargir les champs de référence de l'enseignement des sciences et de la technologie. »

Pour nous, le concept de pratique sociale de référence ne permet pas seulement d'élargir les champs de référence, il permet aussi – et surtout - de penser les rapports entre l'École et les références autrement qu'en termes exclusifs de savoirs, ce qui est tout à fait primordial, en particulier pour l'École primaire. Dans cette approche, il s'agit de « *prendre en compte non seulement les savoirs en jeu, mais les objets, les instruments, les problèmes et les tâches, les contextes et les rôles sociaux* » (Martinand, 2001⁹). La réflexion qui peut guider le passage des sciences de référence aux sciences scolaires ne doit donc pas s'appuyer seulement sur les travaux d'épistémologie, elle doit également prendre en compte une réflexion sociologique sur le fonctionnement des sciences.

⁸ ALBE V. & ORANGE C.(2011). Sciences des scientifiques et sciences scolaires. *Recherches en didactique des sciences et des techniques*, n° 2, p.19-26.

⁹ MARTINAND, J.-L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A., Terrisse (éd.). *Didactique des disciplines, les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck.

2.2 L'éclairage apporté par les travaux d'épistémologie et de sociologie des sciences

La notion de « communauté scientifique » est au cœur de la sociologie des sciences qui se démarque d'une épistémologie de la science pensée comme la mise en œuvre d'une rationalité abstraite et solitaire. Au-delà des différents courants qui la traversent, la sociologie des sciences s'intéresse à la façon dont les acteurs de la recherche scientifique - qu'ils soient individuels ou collectifs – contribuent à une même entité culturelle et sociale. La « communauté scientifique » apparaît alors comme un élément pertinent d'une analyse sociologique des pratiques scientifiques :

« *La communauté se définit par les caractéristiques communes que partagent ses membres : les valeurs, croyances, pratiques et ce que Bourdieu appelle leur habitus / règles apprises et incorporées dans un champ donné qui reflète leur expérience passée et oriente les comportements futurs* » (Vinck, 1995¹⁰, p.62)

Dans le fonctionnement de cette communauté, Latour identifie un cycle d'investissement et de conviction (reconnaissance – subventions – équipement – données – arguments – articles – reconnaissance – etc..) qui conduit à la crédibilité scientifique et au bout du compte au financement de la recherche ; il parle d'un « capital de crédibilité » et compare ce « capitalisme scientifique » au capitalisme financier (Latour, 1995¹¹, p. 34) ; pour Vinck, cette analyse est proche de celle de Bourdieu qui évoque un système capitaliste reposant sur une accumulation de crédit scientifique (Vinck, *op. cit.*, p. 63 ?). D'autres sociologues mettent au contraire en avant l'idée de partage ou de don gratuit : « *le don gratuit qui oblige est le mécanisme central du système d'échange en sciences à partir duquel se construit une communauté* » (Vinck, *op. cit.*, p. 58) ; le fonctionnement s'apparente alors à un système d'échange précapitaliste d'échange de cadeaux, de troc. Ces deux types d'analyse sociologique conduisent à deux interprétations sociétales radicalement différentes¹² mais elles ont en commun de montrer que le travail de recherche réalisé par un individu ou par une équipe s'inscrit de façon beaucoup plus large dans le fonctionnement global d'une communauté ; en revanche, elles ne disent rien sur la rationalité de ce travail de recherche et ouvrent ainsi la voie à une lecture relativiste de ce travail. Pour Latour, les activités de recherche scientifique ne se distinguent pas fondamentalement d'autres activités humaines ; par exemple, dans l'analyse d'échanges conversationnels dans un laboratoire, il note : « *au cours de ces discussions, les convictions se modifient, des énoncés sont mis en valeur ou discrédités, des représentations se font ou se défont, des alliances entre chercheurs se modifient. Ce qui caractérise (...) ces échanges est qu'ils sont dépourvus d'énoncés objectifs au sens où ils échapperaient à toute négociation entre participants* » (Latour & Woolgar 1988¹³, p. 155). Nous ne partageons pas ce relativisme radical sans adopter pour autant une position scientiste naïve qui conduirait à exclure totalement l'irrationnel ou le subjectif du travail des chercheurs : nous postulons que la recherche scientifique est une entreprise collectivement rationnelle grâce à la communication entre chercheurs et aux mécanismes de régulation qu'elle entraîne. En effet, depuis plusieurs siècles, la communication est une pratique profondément ancrée dans la culture de l'échange de la communauté scientifique (De la Vega, 2000, *op.cit.*¹⁴) : on peut citer par exemple les échanges épistolaires entre savants et

¹⁰ VINCK, D. (1995). *Sociologie des sciences*. Paris : Armand Colin.

¹¹ LATOUR, B. (1995). *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue*. Paris : INRA.

¹² Pour notre part, nous pensons qu'il est nécessaire de combiner ces deux points de vue pour rendre compte de la diversité des pratiques de recherche et des positions idéologiques des chercheurs qui les mettent en œuvre.

¹³ LATOUR, B. & WOOLGAR, S. (1988). *La vie de laboratoire*. Paris : Ed. La découverte.

¹⁴ DE LA VEGA, J.-F. (2000). *La communication scientifique à l'épreuve de l'Internet*. Villeurbanne : presses de l'ENSSIB.

érudits au XVII^{ème} siècle, en particulier le réseau de correspondance animé par Marin Mersenne (1588-1648). Nous rejoignons la position de Habermas qui avance l'idée d'une rationalité communicationnelle et intersubjective dans sa « théorie de l'agir communicationnel » (Habermas, 1981/1987¹⁵) : la communication entre chercheurs n'est donc pas un moyen d'exprimer une rationalité qui lui serait extérieure ou antérieure, elle est au contraire une condition de cette construction rationnelle. Cette rationalité s'exprime particulièrement dans les textes scientifiques produits à l'issue d'un travail de recherche quand ils sortent de la « scène de travail » pour rentrer dans des « scènes d'effectivité » (Berthelot, 2003¹⁶). Pour Berthelot,

« le texte scientifique n'est ni un simple agencement de formule protocolaires, ni une construction exclusivement rhétorique, orientée vers la séduction d'un public ; il n'est pas d'avantage le simple reflet d'une réalité extérieure, ni le pur produit d'un contexte sociohistorique ou l'actualisation d'un programme narratif et textuel (...) il participe de ces différentes déterminations » (p. 7)

Pour dépasser l'opposition entre un réalisme hérité du positivisme et un constructivisme¹⁷ voire un relativisme, Berthelot propose une interrelation entre ces deux positions ; cela permet d'envisager une certaine dissociation entre les caractéristiques textuelles et cognitives ou autrement dit de postuler que les savoirs scientifiques ne sont pas entièrement dépendants des textes qui les expriment. Même si ce détachement n'est que partiel, il est fondamental pour que le texte scientifique puisse offrir une « connaissance objective du réel » (Berthelot, *op. cit.*, p. 41).

L'objectivité et la rationalité des pratiques scientifiques sont pour nous indissociables des modes de communication qui existent au sein des communautés scientifiques. Bien entendu, cette communication exige une organisation et des institutions (universités, laboratoires, organismes de recherche, sociétés savantes, académies, revues...) ; cette organisation de la science est variable selon les disciplines et elle a fortement évolué dans le temps, en particulier depuis 1945 avec l'utilisation d'équipements lourds gérés par des organisations internationales (Vinck, *op. cit.*, p. 48). Les pratiques scientifiques reposent ainsi sur l'existence d'institutions permettant l'objectivation et la circulation des connaissances et sur l'existence d'une tradition consistant à soumettre systématiquement ces connaissances au contrôle critique (Popper, 1969/1985¹⁸, p. 192). En attribuant un rôle central à la communication¹⁹ et à l'argumentation dans la « production scientifique », nous ne postulons pas pour autant que cette production reste nécessairement « enfermée » dans les discours qui l'ont rendue possible. Bien entendu, ce qui est vrai des textes publiés l'est beaucoup moins pour les textes de travail et plus généralement pour l'ensemble des activités langagières qui jalonnent le travail des chercheurs. Vinck souligne qu'il existe un énorme contraste entre la science telle qu'elle est parlée en laboratoire (*talking science*) et la science telle qu'on en parle (*talking about science*) mais il insiste aussi sur la continuité entre ces deux formes de discours :

¹⁵ HABERMAS, Y. (1987). *Théorie de l'agir communicationnel* (trad. fr.). Paris : Fayard. (publication originale 1981).

¹⁶ BERTHELOT, J.-M. (2003). *Figures du texte scientifique*. Paris : PUF.

¹⁷ Le terme « constructivisme » est pris ici en tant que positionnement épistémologique ou sociologique et non dans sa signification de modèle psychologique d'apprentissage. Berthelot prend l'exemple du point de vue d'inspiration ethno méthodologique de Latour pour illustrer ce positionnement.

¹⁸ POPPER, K. R. (1985). *Conjectures et réfutations : la croissance du savoir scientifique* (trad. fr.). Paris : Payot. (publication originale 1969).

¹⁹ Nous utiliserons le terme « communication » pour l'ensemble des échanges entre scientifiques en rapport avec leurs recherches.

« Les échanges langagiers ordinaires, aussi peu rigoureux soient-ils, sont toutefois des préalables pour que des discours plus construits, structurés et rationnels puissent être produits. Ils permettent aux scientifiques d'émettre des idées et des doutes, de les mettre à l'épreuve et de susciter des réactions sans devoir trop investir dans la formulation d'énoncés bien construits. (p.63) »

Les activités langagières des chercheurs sont largement dépendantes d'autres activités, en particulier d'activités matérielles liées à la réalisation d'expériences. Cette intrication des différentes activités est particulièrement visible dans l'observation du fonctionnement quotidien d'un laboratoire²⁰ réalisée par Latour et Woolgar (*op. cit.*). Le document suivant est extrait d'un carnet de notes de Latour.

9.05. : *Entre Barbara. Elle demande à Jean quel type de solvant il faut mettre dans les colonnes. Jean répond depuis son bureau. Barbara s'en va et retourne à la paillasse.*

(...)

9.12 : *Wylie se met à crier depuis son bureau «Eh, Marvin, est-ce que tu connais un groupe qui prétend que les cellules cancéreuses sécrètent de la somatostatine ? » Marvin répond en criant sans bouger de sa place. « J'ai lu un truc comme ça, oui, dans les résumés, à la conférence d'Asilomar. c'était présenté comme un fait sûr et certain. » Wylie : « C'était quoi, leurs données ? » Marvin : « Je ne sais plus, ils obtenaient un accroissement de [nom inconnu] et ils concluaient que c'était dû à la somatostatine. Je ne me souviens plus s'ils ont testé directement l'activité biologique. Peut-être. Je ne sais plus. » Wylie : « Pourquoi tu n'essaies pas, lundi, à ton prochain biotest ? »*

Extraits d'un carnet de notes de Bruno Latour

Plusieurs caractéristiques du travail de laboratoire (en tout cas de ce type de laboratoire) apparaissent dans ce court extrait :

- l'activité des chercheurs dans les murs du laboratoire est partagée entre plusieurs espaces (le « bureau », la « paillasse »),
- l'activité expérimentale (localisée dans l'espace paillasse) passe par la manipulation de différents objets ou substances (« colonnes », « solvants »),
- ces manipulations sont étroitement liées aux problèmes scientifiques étudiés dans une communauté scientifique et aux arguments qu'elles peuvent apporter dans le débat entre chercheurs appartenant à différentes équipes (« leurs données »),
- les énoncés d'autres équipes sont soumis à un examen critique (« un groupe qui prétend »),
- le désaccord ou le doute sur certains résultats expérimentaux peuvent conduire à la réalisation de nouvelles expériences (« ton prochain biotest »),
- ce débat entre équipes et plus généralement au sein de l'ensemble de la communauté scientifique est organisé dans des lieux spécifiques et selon des modalités réglées (« à la conférence d'Asilomar ») en utilisant des canaux de communication divers (« résumés »).

A notre avis, ces caractéristiques du travail des chercheurs en sciences peuvent se retrouver – au moins partiellement – dans des activités scientifiques scolaires.

²⁰ Laboratoire de neuroendocrinologie du professeur Roger Guillemin, à l'institut Salk de San Diego (Californie).

2.3 Les activités langagières des chercheurs et les activités langagières scolaires

Ce détour par la sociologie des sciences nous montre qu'une communauté scientifique est aussi une « communauté discursive » réglée et sémiotisée par un ensemble d'activités langagières (Bernié, 2002²¹). Ce concept de « communauté discursive » développé à des fins didactiques est précieux pour analyser les « fonctions et fonctionnements du cadre scolaire en prenant en compte ses relations avec diverses pratiques sociales externes ». Cet aspect a été développé dans le cas des sciences par Jaubert et Rebière (2000²²) qui proposent de dégager quatre caractéristiques pour des situations scolaires pensées à partir de cette référence externe :

- entrée dans une communauté,
- dans une communauté discursive,
- dans une communauté discursive scientifique,
- dans une communauté discursive scientifique scolaire.

Sur ce dernier point, elles précisent qu'il ne s'agit pas de construire des savoirs nouveaux et que le travail est réalisé sous le contrôle de l'enseignant, ce qui distingue très clairement cette communauté de la communauté scientifique de référence. Tout en étant conscients de cette dernière limite, nous pensons que l'ensemble des activités langagières des chercheurs peut servir de référence pour les activités de classe ; il convient donc de les appréhender dans toute leur variété et leur généralité en tant qu'élément constitutif du travail de recherche (cf texte ci-dessous).

Les activités langagières des chercheurs : une référence pour les activités de classe ?

Extrait du texte 12

La réalisation d'expériences et d'observations constitue certainement la partie la plus emblématique du travail de recherche scientifique. Avec l'aide de techniques et d'instruments appropriés, ce travail de paillasse ou de terrain permet en effet d'accéder au monde observable pour enregistrer des données empiriques ou tester la pertinence de modèles explicatifs théoriques. Cependant, les activités langagières occupent aussi une place essentielle dans la recherche scientifique, non seulement dans la publication des résultats mais aussi dans leur élaboration. La publication des travaux de recherche est la manifestation la plus connue et la plus visible de la composante langagière du travail des chercheurs. En effet, une recherche n'est réellement utile que si elle aboutit à la production de textes (articles, traités...) qui pourront être discutés au sein d'une communauté scientifique ou diffusés auprès d'un auditoire plus large. Quel que soit le domaine scientifique concerné, on peut dire que les chercheurs produisent des énoncés de savoirs, les ordonnent en théories ou modèles cohérents et les mettent en débat dans la communauté scientifique avant de les intégrer dans le répertoire commun. A partir d'un certain niveau d'élaboration, les énoncés de savoirs doivent être universels, abstraits, falsifiables et objectifs ; les caractéristiques²³ de ces énoncés reflètent donc la scientificité de la démarche des chercheurs.

²¹ BERNIÉ, J.-P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de communauté discursive : un apport à la didactique comparée ». *Revue Française de Pédagogie*, 141. 77-88.

²² JAUBERT M. & REBIÈRE M. (2000). Le rôle la construction de savoirs en biologie – Comment permettre aux élèves d'entrer dans une communauté discursive scientifique scolaire. Rapport de la recherche INRP « SCIENSCRIT » l'écriture en sciences.

²³ Nous ne voulons pas dire que toutes ces caractéristiques sont toutes obligatoirement réunies dans chaque texte scientifique ni qu'elles le sont de façon absolue ; nous avons déjà précisé dans ce chapitre notre point de vue sur l'objectivité des textes scientifiques.

L'activité langagière des chercheurs ne se limite pas à cette dimension publique ; elle intervient de façon tout aussi importante dans le travail quotidien des chercheurs au sein des laboratoires. La littérature scientifique officielle ne pourrait pas exister sans une grande quantité d'écrits de travail divers qui accompagnent toutes les étapes de la recherche (cahiers d'expériences, notes, textes préliminaires...) et qui constituent ce qu'on appelle la « littérature grise ». Ces écrits jouent un rôle fondamental dans la construction sociale des savoirs scientifiques. Lorsqu'on regarde les écrits de travail de savants – les cahiers de laboratoire de Pasteur par exemple²⁴ – on peut constater une utilisation très diversifiée des écrits :

- composantes du dispositif expérimental (listes, descriptions, notes d'observation, enregistrement des résultats, protocoles et prédictions) pour fixer faits et procédures, garder en mémoire et guider l'action ;
- outils d'interprétation, hypothèses explicatives, mises en relation, intégration du discours des collègues ;
- communication à un proche (comptes rendus, synthèses, relevés de conclusions, mises en forme ponctuelles et provisoires) pour avis, communication et discussion, avec des pairs, au sein du laboratoire ou à l'extérieur.

Bien entendu, les échanges entre chercheurs ne passent pas exclusivement par le canal de l'écrit ; l'oral intervient également de façon très fréquente aussi bien dans le travail quotidien au sein du laboratoire (discussion informelle entre chercheurs, réunion de travail, séminaire) que pendant la présentation des résultats de recherche lors de colloques ou de conférences. De la même façon, les activités langagières des chercheurs ne se limitent pas à l'utilisation du seul langage verbal, les scientifiques ont fréquemment recours à d'autres langages symboliques : langage mathématique, schémas, graphiques. L'évolution technologique récente - la création d'Internet en particulier - a apporté d'autres formes de communication qui sont largement utilisés par les chercheurs : mail, bases de données électroniques²⁵, sites web, publication en ligne (de la Vega, 2000) Cependant, l'introduction de ces nouveaux outils n'a pas modifié les fonctions essentielles des activités langagières des chercheurs : enregistrer et diffuser l'information, construire et échanger les points de vue, valider les connaissances nouvelles et capitaliser le savoir sur un sujet donné.

L'examen des pratiques de recherche met donc en évidence la multiplicité et la diversité des activités langagières des chercheurs : elles peuvent prendre des formes extrêmement variées selon le moment de la recherche, selon le canal privilégié, selon les langages utilisés, selon les lieux et évidemment selon le type de recherche. Certaines modalités répondent à des normes précises voire à des formes canoniques, d'autres sont plus « libres » mais il n'existe pas de frontière absolue entre ces différentes catégories, notamment entre les formes écrites, orales et électroniques qui s'inscrivent plutôt dans un continuum. L'observation du travail des chercheurs montre aussi le rôle méconnu et pourtant fondamental de l'activité langagière d'élaboration des savoirs. Cette activité est généralement masquée par les caractéristiques des énoncés stabilisés de la science « déjà construite » : généralité, autonomie, abstraction, dépersonnalisation ne rendent pas compte de l'activité qui les a produits ; le langage finit par taire l'activité humaine (Sutton, 1995, *op. cit.*). Les énoncés stabilisés sont en fait le résultat final d'une construction complexe faisant intervenir de nombreuses reformulations et négociations au sein d'une communauté de chercheurs. La recherche scientifique est en effet une activité sociale dans laquelle l'argumentation joue un rôle important : un énoncé n'a de valeur scientifique que s'il est validé et repris par d'autres chercheurs (Latour et Woolgar, 1988²⁶).

En conclusion, on peut dire que les chercheurs consacrent une grande partie de leur temps de travail à lire, écrire, parler et plus généralement communiquer. Cet aspect de leur travail est tout à fait primordial à tous les niveaux et à toutes les étapes : les activités langagières n'accompagnent pas seulement les activités de recherche, elles en sont un élément constitutif.

²⁴CANTOR, M. (1995). À la conquête des germes. In F. Balibar & M.-L. Prévost (dir.), *Pasteur cahiers d'un savant*. 121-136. Paris : CNRS éditions.

²⁵ Par exemple : Electronic-print Archive of Los Alamos National Laboratory (LANL) utilisée par les physiciens théoriciens.

²⁶ *Op. cit.*

2.4 L'organisation d'un « congrès scientifique » pour des élèves de l'école élémentaire

Nous allons présenter brièvement une première opération pédagogique innovante qui n'a pas fait l'objet d'une recherche mais seulement d'une évaluation auprès des élèves et des enseignants ayant participé à l'opération. L'idée directrice de cette opération menée en 1996 – 1997 était de transposer dans le cadre scolaire certains aspects du fonctionnement d'une communauté scientifique en particulier certaines formes institutionnalisées de communication. Nous avons ainsi organisé un « congrès de jeunes chercheurs » permettant la présentation de travaux scientifiques réalisés par 250 élèves appartenant à 9 classes de cycle 3 réparties dans différentes écoles du département de l'Oise. Ces travaux ont fait l'objet d'une publication sous forme d'articles édités dans des actes²⁷

Après constitution d'un "comité scientifique" regroupant des membres de l'IUFM de l'Académie d'Amiens et de l'inspection académique de l'Oise, un appel à contributions sur le thème "l'eau et l'homme" a été proposé à l'ensemble des classes de cycle 3 (élèves de 9 à 12 ans) du département de l'Oise en novembre 1996. Le comité scientifique a sélectionné 9 classes après examen de leurs « projets de recherche ». Les recherches ont été conduites dans les classes pendant l'année scolaire 1996 - 1997. Plusieurs documents écrits ont été fournis aux classes, en particulier la "lettre aux jeunes chercheurs" précisant le cadre de la recherche et les modalités de communication. Le travail réalisé durant l'année s'est appuyé sur des moyens d'investigation assez « classiques » :

- expériences (analyse chimique, filtration, changements d'état, pression)
- observations (au microscope)
- sorties sur le terrain (prélèvements d'eau, visite d'une station d'épuration...)
- réalisation de maquettes (barrage, château d'eau, lit d'une rivière, nappe phréatique)
- enquêtes (communes de Bretagne, pays désertiques)
- recherche documentaire (articles de journaux, revues scientifiques)

L'aspect réellement original de cette opération a résidé dans la communication finale des travaux conçue sur le modèle d'un congrès d'adultes à l'Université de Picardie Jules Verne de Beauvais le 6 mai 1997. Le "congrès des jeunes chercheurs" a comporté une ouverture officielle, des conférences plénières, des ateliers thématiques, une séance exposition (posters, maquettes, expériences, multimédia) et une table ronde (devenir citoyen de l'eau).

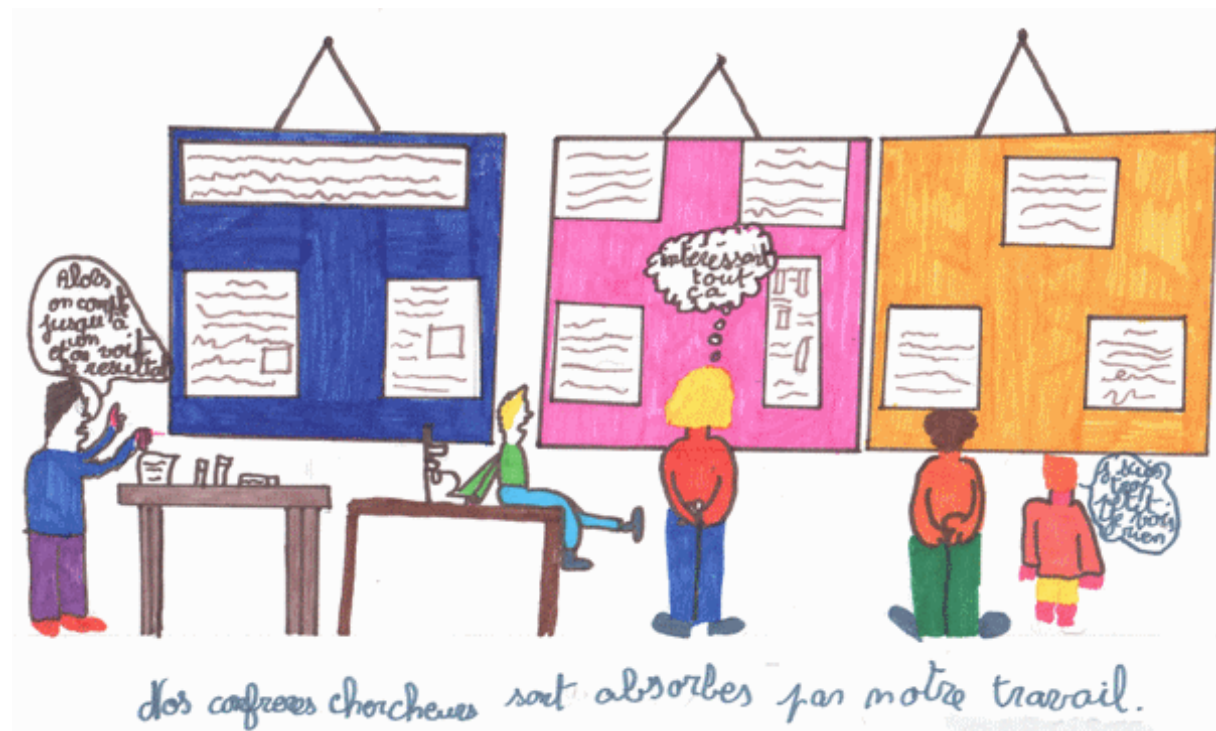
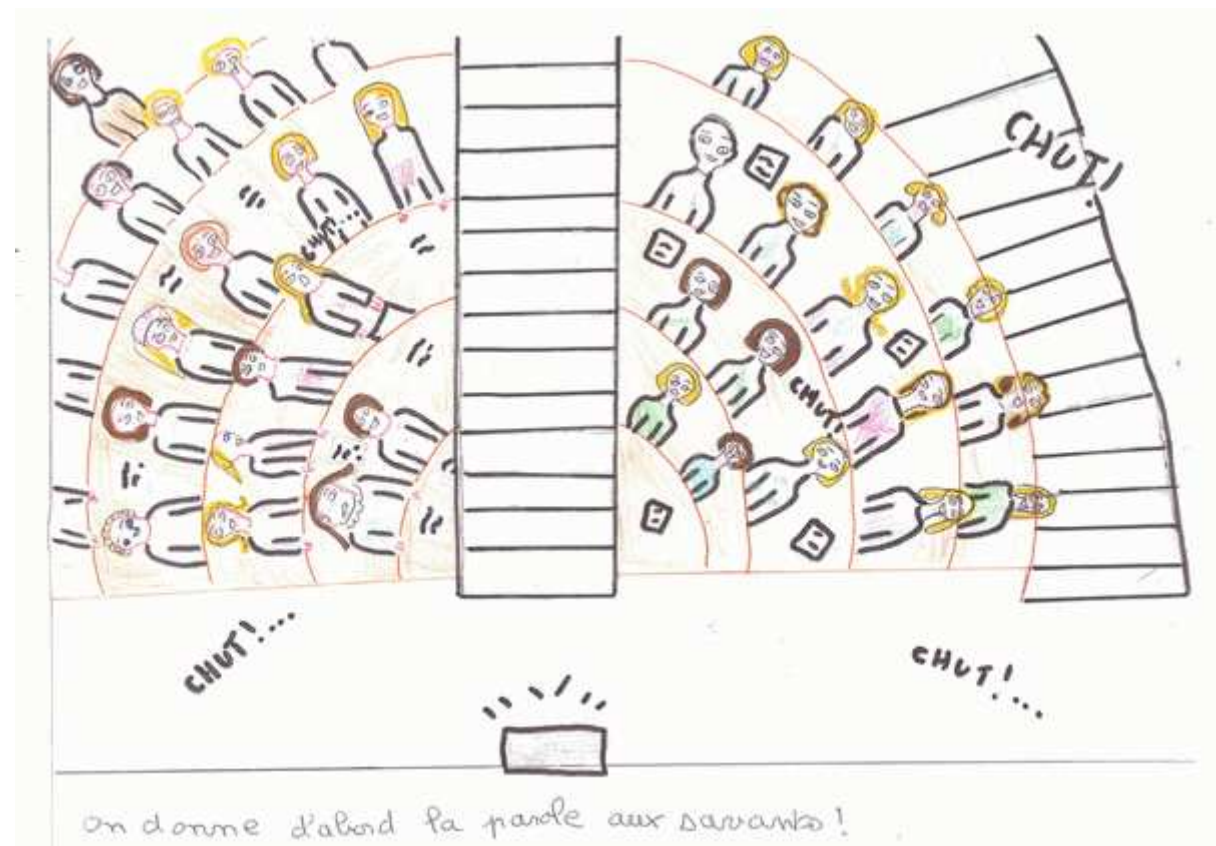
Quelques témoignages

Extrait du texte 32

A l'issue du congrès, une institutrice a demandé de traduire en dessins les moments forts de ce travail. Deux extraits de ce "congrès en images" sont reproduits ci-après. Ils montrent en quoi le congrès était un événement exceptionnel pour les élèves. Le commentaire du premier dessin : "on donne la parole aux savants" illustre bien le sentiment d'appartenance à une communauté de "jeunes savants"; le dessin reflète le caractère exceptionnel - pour des jeunes élèves - de ce moment de communication ; en effet, quelques enfants ont fait un exposé ("conférence") devant l'ensemble des participants, soit plus de 300 personnes, dans un lieu solennel : le grand amphithéâtre de l'Université de Picardie. Le deuxième dessin, illustre la "séance posters" du congrès, moment de communication plus intime et informel (les jeunes chercheurs devaient animer des stands comportant affiches, maquettes et réalisations d'expériences), mais tout aussi important pour les élèves : "nos confrères chercheurs sont absorbés par notre travail". Un autre dessin (non reproduit ici) représentait ce qu'on pourrait appeler la panoplie du congressiste (la mallette, le badge, les actes du congrès) et l'élève déclarait : "voici mon premier livre",

²⁷ Les actes du congrès des jeunes chercheurs ont été édités par le C.D.D.P. de l'Oise.

un autre écrivait : "mon premier ouvrage et pas mon dernier". On imagine facilement l'impact de ce travail en termes d'apprentissage de l'écriture.



Dessins d'élèves sur le « congrès des jeunes chercheurs »

2.5 L'organisation d'un réseau de communication électronique entre écoles

Deux autres opérations pédagogiques innovantes ont été réalisées à la suite de ce premier congrès en 1998-1999 et en 2000-2001²⁸. La première de ces opérations a servi de support à une recherche sur l'écriture en sciences réalisée dans le cadre d'une recherche nationale pilotée par l'INRP²⁹; la deuxième a été exploitée pour une recherche portant sur l'argumentation dans les disciplines scolaires, également pilotée par l'INRP³⁰. Nous avons profité de la généralisation progressive d'Internet dans les écoles primaires pour utiliser ce nouveau³¹ moyen de communication. Ce choix nous a offert plusieurs possibilités qui n'étaient pas présentes dans notre premier dispositif :

- la possibilité de faire communiquer les élèves « en continu » durant toute la durée de la recherche sans nécessité d'une rencontre physique,
- la possibilité d'enregistrer les échanges³² entre élèves en fournissant ainsi un matériau précieux pour la recherche.

Les deux opérations successives ont fonctionné selon des modalités voisines avec des outils informatiques permettant la gestion collective d'écrits (collecticiel *Lotus Notes* en 98-99, collecticiel *Quick Place* en 2000-2001). Dans les deux cas, la communication entre élèves a été élargie en fin d'année à un plus large public par la mise en place d'un site web et d'un forum de discussion. Les « équipes de recherche » ont été constituées dans les deux cas de groupes d'élèves appartenant à des classes différentes. Deux types de regroupement ont donc coexisté : le regroupement spatial d'élèves travaillant dans la même classe mais sur des projets différents et le regroupement « électronique » d'élèves travaillant sur le même thème mais à distance, transposant ainsi la partition d'un laboratoire en plusieurs équipes et la communication entre équipes de différents laboratoires. Nous présentons ci-dessous une analyse de quelques extraits d'échanges portant sur le thème de la maison du futur (thème choisi en 1998-1999). Ces échanges montrent comment la communauté scientifique scolaire se met en place, en particulier dans les règles de rationalité qu'elle se fixe³³.

L'élaboration de l'objet de la recherche (*Extrait du texte 9*)

Ces échanges « informels » situés en début de recherche conduisent, sur le plan scientifique, à la construction de l'objet de recherche, sous forme d'un débat sur le futur. Sur le plan linguistique, cet ensemble textuel fonctionne à la manière d'un dialogue oral qui permet de définir progressivement le monde référentiel où se situera le travail. Le thème du futur se prête en effet à des hésitations, voire à des errances et le mélange des époques qui apparaît dans la formulation « *château fort moderne* » évoque étrangement certains jeux vidéo. La proposition de l'école du Crocq est rejetée par l'école d'Allonne par l'intermédiaire d'un texte collectif « à une voix » et d'un texte « à plusieurs voix » déposés de façon quasi simultanée (9h31 et 9h37) correspondant à deux fonctions distinctes

²⁸ Cette idée pédagogique a été également reprise depuis dans l'enseignement catholique :

http://www.enseignementcatholiquedelorraine.com/dossiers/congres_des_jeunes_chercheurs.htm

²⁹ Recherche associative INRP – IUFM « pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences » (1997-2000) coordonnée par Anne Vérin.

³⁰ Recherche associative INRP – IUFM « argumentation et démonstration dans les débats et discussions en classe » (2000-2003) coordonnée par Jacques Colomb.

³¹ Quand ce projet a été lancé, très peu d'écoles de l'Oise étaient reliées à Internet et certaines écoles ayant choisi au début de l'année scolaire de participer à ce projet n'étaient pas encore équipées.

³² Cet enregistrement « automatique » ne concerne que les échanges entre les classes. Nous avons également procédé à des recueils « classiques » des échanges à partir d'observations *in situ* et d'enregistrements vidéo.

³³ Les enseignants n'apparaissent pas directement dans ces échanges mais les propositions émanant de chaque classe reflètent indirectement des points de vue qui ont été discutés collectivement et parfois validés par les enseignants.

(« propositions de groupes des élèves d'Allonne » et « remarques sur les groupes ») et manifestant probablement la volonté d'indiquer un refus sans réserve (assumé collectivement et étayé par des arguments individuels). Le type argumentatif se manifeste par l'emploi d'organismes logico argumentatifs (« car » « si » « dans ce cas » « comme »...). L'argumentation se développe sur deux plans : la croyance et le savoir. Le thème des extra terrestres est rejeté explicitement comme un objet de croyance (« on ne croit pas ») mais aussi parce qu'il n'y aurait pas étude scientifique (« les problèmes ne sont pas étudiés »). L'argumentation fait donc apparaître un positionnement très clair sur le type de recherche envisagé (refus de l'irrationnel, construction de savoir). Remarquons que ce débat fait apparaître un certain malentendu. L'école du Crocq a écrit « moderne » entre guillemets pour qualifier leur château ; ils indiquent par cela une prise de distance (procédé méta discursif) témoignant qu'ils savent bien que ce mot (et référent) appartient au passé et induisant ainsi la nécessité d'adapter leur proposition. Cet appel à attention autant verbal que conceptuel n'est pas repris par l'école d'Allonne qui reprend sans guillemets. Ainsi, Fanny et Amandine n'ont pas compris que l'usage des guillemets et du qualificatif « moderne » éliminait la possibilité d'un retour dans le passé. Seul Corentin note le choc des thèmes et demande une explication (« expliquez nous ce que c'est un château fort moderne ») ce qui pourrait indiquer que lui seul a compris que l'école du Crocq indiquait une direction de travail de re-conception. Le dernier écrit a été déposé dans la catégorie « boîte aux lettres » ; c'est sans doute l'indication que la discussion est close mais que ces trois élèves, en quittant le débat, ont voulu laisser un dernier message (de regret ?) à Maxence. Le conflit socio-cognitif se termine ainsi dans un message personnel sur le mode de l'affectif comme en témoigne le contenu de ce texte (« gentils », « amis »...).



Propositions sur le futur

Créé par : Ecole CROCQ le 05/02/99 à 17:18

Catégorie: A discuter (extrait du document)

4. LES EXTRA-TERRESTRES

LA CATASTROPHE Il y a une invasion d'extra-terrestres

LES CONSEQUENCES Si il y a une invasion d'extra-terrestres, il faudra construire des châteaux forts " modernes " contre les attaques.



Propositions de groupes des élèves d'Allonne

Créé par : Ecole ALLONNE le 01/03/99 à 09:31

Catégorie: A discuter (extrait du document)

Sur Allonne pour l'instant personne n'est intéressé pour l'idée du château-fort moderne car on ne croit pas trop aux extra-terrestres et tous les problèmes de la planète dans ce cas ne sont pas étudiés pollution, catastrophe.



Remarques sur les groupes

Créé par : Ecole ALLONNE le 01/03/99 à 09:37

Catégorie: A discuter (extrait du document)

Je pense que comme on est dans le futur, on ne pourra pas revenir aux chateaux forts..Pour pouvoir juger il faudrait savoir où vous avez trouvé les extra-terrestres car dans notre planète ça n'existe pas...sinon, ils nous auraient déjà envahis... **Fanny Amandine**

Et si vos extra-terrestres étaient gentils? **Maxence**

Nous ne sommes pas d'accord avec les extra-terrestres **Elodie Cedric Jeremy**

Si les extra-terrestres existaient , ils seraient déjà venus car ça fait 4 milliards d'années que l'homme vit sur la planète terre . **Pierre**

Je trouve que le château- fort et les extra-terrestres ne vont pas très bien ensemble ça manque d'information: expliquez nous ce que c'est un château-fort moderne. **Corentin**



Les extra-terrestres

Créé par : Ecole CROCQ le 02/03/99 à 12:47

Catégorie: Boîte postale Allonne (extrait du document)

Réponse à Maxence Si les extra-terrestres étaient gentils, ils seraient nos amis et on irait sur leur planète.
DIMITRI RAPHAEL Nicolas

Dans une autre série d'échanges se manifeste un autre aspect du travail des élèves, celui de la mise en relation entre la résolution d'un problème technique et l'expression écrite des solutions envisagées.

Contraintes techniques et contraintes d'écriture (extraits publi 42)

Les élèves d'Allonne essaient de répondre à la question de l'accès à la maison sous l'eau, posée par les élèves du Crocq. Le système d'entrée dans la maison sous l'eau est défini topographiquement par « *les trappes* », puis par « *une cabine* », sorte d'espace intermédiaire pour entrer dans la maison. Le texte comporte une description des éléments du dispositif (« *c'est une grosse plaque en fer* »), une indication de leur fonction (« *pour protéger de l'eau* ») et une explication du fonctionnement de l'ensemble, sous la forme d'un parcours (« *...on ouvre...on remonte...* »). Ces informations, uniquement verbales et insuffisamment hiérarchisées ne sont pas comprises par les élèves du Crocq qui réclament des éclaircissements : « *on voudrait un dessin pour comprendre* ».



Problème avec les portes

Créé par : Ecole CROCQ le 15/03/99 à 11:26

Catégorie: A discuter

Comment ouvrir la porte de la maison sans que l'eau entre ?



réponse au problème des portes

Créé par: Ecole ALLONNE le 16/03/99 à 14:58

Les trappes au-dessus (à la surface extérieure de l'eau) servent à rentrer sans se mouiller. Les trappes en dessous c'est quand on veut rentrer partout. Une trappe c'est une grosse plaque en fer et quand on ouvre la trappe on arrive dans une cabine qui nous sèche et on remonte par une échelle et on rentre dans la maison. A l'intérieur de la cabine il y a une couche de mousse pour protéger de l'eau. et des tuyaux rejettent l'eau qui aura pu rentrer dans la cabine

Groupe D'Allonne

Renaud, Pierre, Emmanuel, Maxence



Un dessin

Créé par: Ecole CROCQ le 18/03/99 à 15:10

On voudrait un dessin pour comprendre ce que vous avez raconté sur la maison sous l'eau .



Dessin

Créé par: Ecole ALLONNE le 20/03/99 à 09:29

Nous avons commencé un dessin mais ne savons pas ce que vous souhaitez...n'hésitez pas à changer et dire ce qui pourrait être amélioré...



REPONSE AU DESSIN

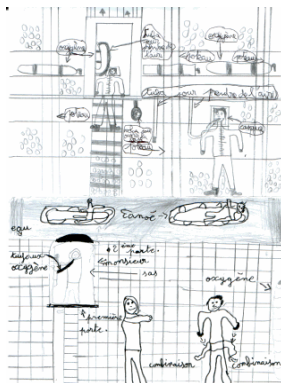
Créé par: Ecole ALLONNE le 23/03/99 à 14:03

On a fini le dessin collectif de la maison. Nous nous sommes interrogés sur des expériences qu'on pourrait faire



un dessin pour expliquer

Créé par: Ecole VILLERS VICOMTE le 30/03/99 à 16:07



Dans une salle, on met la combinaison, on ouvre la première porte, on la referme. On ouvre la porte du haut, l'eau rentre, on sort, on referme la porte. L'eau qui est rentrée est pompée par un grand tuyaux qui la rejette dehors.

Les élèves d'Allonne avaient probablement une idée assez précise du dispositif mais ils n'ont pas réussi à le donner à voir et à comprendre à leurs collègues chercheurs. Plus que la complexité du dispositif, c'est probablement la difficulté de rendre compte à la fois d'une structure et d'un fonctionnement dans un texte qui a conduit à cette communication infructueuse. En effet, la double dimension informative a conduit les élèves d'Allonne à essayer d'hybrider deux genres textuels difficilement compatibles : un mode d'emploi décrivant un parcours temporel qui implique un acteur fictif pénétrant dans le sas (le « on » qui agit) et une description spatiale impliquant un point de vue extérieur (l'œil qui observe). Cette hybridation conduit à un texte difficilement compréhensible. La demande de dessin formulée par les élèves du Crocq ne sera pas complètement satisfaite par l'école d'Allonne qui travaille en même temps sur un projet d'ensemble de la maison sous l'eau³⁴ et sur la conception d'expériences. L'école de Villers reprendra à son compte le problème des portes et proposera « *un dessin pour expliquer* » qui reprend les propositions de Allonne sous une forme plus compréhensible. La description spatiale est assurée par le croquis alors que la séquentialité du fonctionnement est représentée par un texte narratif reprenant les différentes étapes du franchissement (« *on ouvre la porte, on la referme..* ») et mettant en relation les éléments décrits dans le dessin. Même si ce document n'apporte pas d'information réellement nouvelle, un important travail de reformulation a été opéré pour construire une représentation claire et cohérente de ce dispositif complexe, notamment grâce à l'usage pertinent de la complémentarité entre texte et image. Il est important de remarquer que chacun des acteurs de cet échange a joué un rôle essentiel dans la construction finale : les élèves du Crocq en posant la question de départ et en demandant la réécriture de l'explication ; les élèves d'Allonne en fournissant la solution technique et les élèves de Villers en intégrant les contraintes techniques et discursives dans un même écrit. Même s'il n'y a pas réécriture au sens strict, la reprise et la reformulation des propositions des différents partenaires aboutissent à un résultat cohérent à la fois sur le plan du discours et sur le plan technique.

2.6 D'une argumentation formelle à un enjeu argumentatif

L'opération menée en 2000-2001 qui a porté sur le thème « l'air et l'homme » a été analysée du point de vue de l'argumentation entre élèves. Compte tenu de notre choix de transposer explicitement certains aspects du fonctionnement d'une communauté scientifique, nous avons considéré que l'argumentation devait être analysée comme un des enjeux présents *a priori* dans toutes les étapes du travail des élèves et non comme une forme particulière de discours ou de raisonnement logique. Alors que Bronckart distingue le discours argumentatif destiné à convaincre (objet de discours contestable) du discours explicatif destiné à faire comprendre (objet de discours problématique) (Bronckart, 1996³⁵), nous postulons que tout objet de discours dans le cadre d'une recherche organisée au sein d'une communauté est, « par construction », à la fois problématique et contestable ; cet objet de discours relève donc à la fois des enjeux explicatif et argumentatif. Il ne s'agit pas alors de rechercher ce qui peut ressembler dans les productions langagières à des formes canoniques d'argumentation³⁶ mais plutôt de relever dans ces mêmes productions les indices – éventuellement indirects – des enjeux argumentatifs liés à la mise en discussion systématique entre élèves. Contrairement à d'autres chercheurs qui limitent la présence de l'argumentation à des cas de controverses, nous pensons que l'argumentation – au moins en tant qu'enjeu – est présente même quand il n'y a pas explicitement désaccord entre les membres de la communauté scientifique (qu'elle soit scolaire ou non). Par exemple, les faits expérimentaux n'apparaissent pas uniquement

³⁴ Texte très détaillé accompagné d'un dessin d'ensemble, déposé sur le réseau peu de temps après.

³⁵ BRONCKART, J.P. (1996). *Activité langagière, textes et discours : pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne – Paris : Delachaux et Niestlé.

³⁶ Nous pensons en particulier au schéma de Toulmin (TOULMIN, S.E. (1958). *Les usages de l'argumentation*. Paris : PUF.) utilisé dans certains travaux de didactique des sciences et qui nous semble plus utile pour comprendre les fondements d'une argumentation scolaire que pour en examiner sa forme.

comme les ingrédients d'une construction objective des savoirs ; ils sont également des « *instruments forgés et mis au service de l'activité rationnelle de production d'arguments* » (Osborne, 2001). Ainsi, chaque aspect du travail des chercheurs pourra contribuer à la construction de l'explication recherchée mais interviendra aussi – directement ou indirectement - dans l'argumentation au sein de la communauté scientifique. C'est ce que nous montrons dans l'analyse suivante pour laquelle le premier exemple d'échanges entre élèves ne relève pas à première vue d'une argumentation.

Un premier extrait de corpus (Extrait du texte 25)

Les premiers échanges du document 4 sont relatifs à une expérience réalisée par les élèves de Saint Paul. Des expériences de mise en évidence de l'air ont été réalisées auparavant par les élèves de Saint Paul comme de Paul Bert³⁷. L'expérience de la bouteille d'eau gazeuse met donc en jeu deux observables connues mais elle pose un problème d'ordre conceptuel puisqu'il ne s'agit pas ici d'air mais de dioxyde de carbone. Le message (a) décrit l'expérience réalisée et en donne une première interprétation mettant en relation les bulles et le gonflement du ballon. L'explication proposée repose sur l'agent causal « bulles » au sein de l'objet global « bouteille d'eau gazeuse » pour rendre compte de l'effet observé et de sa permanence (« tant qu'il y a des bulles »). L'interprétation n'est pas totalement aboutie puisque les bulles sont moins les causes du gonflement que la manifestation du déplacement du gaz invisible – gaz qui n'est pas encore évoqué dans ce premier texte.

a	les bulles Grâce à une bouteille d'eau gazeuse, on peut gonfler un ballon. C'est à cause des bulles. N°1 Mettre le ballon sur la bouteille. N°2 Observer le ballon il se gonfle un tout petit peu et très lentement. Quand il est gonflé un peu il reste tout le temps comme ça. (Il reste gonflé tant qu'il y a des bulles) Johan	stpaul	24/02/2001 - 17 : 38
b	Bonjour Bonjour, nous n'avons pas compris l'expérience avec la bouteille d'eau gazeuse, on ne sait pas si la bouteille est pleine ou vide. On aimerait avoir un dessin. Anna, Jérémy, Florian et Anthony.	bert	20/03/2001 - 10 : 16
c	Explication de la bouteille d'eau gazeuse La bouteille est pleine d'eau gazeuse car sans ce gaz le ballon ne serait pas gonflé. Le gaz de la bouteille est remonté dans le ballon. Corentin, Virginie	stpaul	23/03/2001 - 16 : 25 <i>Réponse à : Bonjour par bert</i>
d	eau gazeuse Bonjour. Nous avons refait l'expérience avec la bouteille d'eau gazeuse et un ballon . On a mis le ballon sur la bouteille .Cinq minutes plus tard le ballon s'est gonflé .On a secoué la bouteille et le ballon s'est gonflé plus vite. Les bulles dans l'eau gazeuse sont du gaz carbonique mais pas de l'air . Anna, Jérémy, Florian et Anthony	bert	29/03/2001 - 10 : 15
e	Gaz carbonique et eau gazeuse Comment savez-vous que les bulles sont du gaz carbonique. Avez vous essayé de mettre de l'eau de chaux dans l'eau gazeuse ? Faites-le et dites-nous ce qui se passe. Félicitation pour l'expérience .	stpaul	31/03/2001 - 10 : 18 <i>Réponse à : eau gazeuse par bert</i>
f	Réponse à gaz carbonique et eau gazeuse Bonjour notre cyber équipe, nous avons pris le ballon qui était sur la bouteille d'eau gazeuse sans enlever le gaz et on la mis sur la bouteille d'eau de chaux. L'eau est devenu blanche. Cela veut dire que c'est du gaz carbonique. Anna, Jérémy, Florian et Anthony.	bert	13/04/2001 - 10 : 26

Le message (b) ne reprend pas l'interprétation de l'expérience mais plutôt la description de son protocole qui est jugé peu explicite (« nous n'avons pas compris l'expérience (...) on aimerait avoir un dessin »). Cette demande d'explicitation est comprise comme une demande d'explication comme en

³⁷ École publique de la commune de Saint Paul (Oise). Le nom des écoles (ou de la commune pour les écoles rurales) apparaît de façon abrégée à droite du bandeau supérieur de chaque message : « bert » pour école Paul Bert à Beauvais, « stpaul » pour école de Saint Paul et « allonne » pour école d'Allonne. Cette indication, ainsi que l'heure et la date sont inscrites automatiquement par le logiciel Quicplace.

témoigne le titre explicite de la réponse (« explication de la bouteille d'eau gazeuse »). Les élèves de Saint Paul choisissent de lever l'ambiguïté dans le message c, non pas en décrivant le protocole avec un dessin, comme le demandaient les élèves de Paul Bert mais en insistant sur la nécessité de l'eau gazeuse pour produire l'effet. L'interprétation est cette fois beaucoup plus précise puisque c'est le « gaz de la bouteille » qui est remonté dans le ballon. Ce message repose sur une double relation causale : nécessité du gaz pour obtenir l'effet et nécessité de l'eau gazeuse pour disposer de ce gaz. La première est explicitée par le connecteur logique « car » et par l'usage du conditionnel « serait » ; la deuxième relation causale n'est traduite que par la reprise anaphorique « eau-gazeuse - gaz ». Nous pouvons observer dans ce premier échange, un premier effet de la communication : amener les élèves à expliciter leurs points de vue pour les rendre recevables, même s'il n'y a pas d'enjeu argumentatif explicite. C'est donc bien ici, l'inscription des échanges dans une communauté discursive élargie qui permet de dépasser l'implicite des échanges internes à la classe.

A la suite de ces échanges, l'expérience décrite par les élèves de Saint Paul est refaite par les élèves de Paul Bert. Cette investigation complémentaire apporte deux informations nouvelles : l'influence de l'agitation du liquide et l'identification du gaz qui a été l'objet d'une nouvelle investigation provoquée par cette expérience. L'échange entre les classes produit donc un deuxième effet, celui d'apporter un regard nouveau sur une investigation et d'enrichir ainsi les « faits expérimentaux » en abordant de nouvelles questions scientifiques. Il incite aussi les élèves à justifier leurs assertions, comme le montrent les messages e et f qui conduisent les élèves de Paul Bert à décrire le protocole d'identification du gaz (utilisation de l'eau de chaux) leur permettant ainsi de fonder leur conclusion sur une donnée expérimentale précise.

Un deuxième extrait de corpus

Le document 5 regroupe une autre série d'échanges en réseau³⁸. Ces échanges concernent une autre « cyber-équipe »³⁹ regroupant des élèves de trois écoles qui travaillent sur le thème de la respiration (respiration de l'homme, des animaux et des plantes). Les trois premiers messages (a, b, c) nous renseignent sur l'origine des propositions qui sont formulées sur la respiration.

Dans le message (a), les élèves ont fait appel à une recherche documentaire sur Internet comme l'indique le titre du message ; cette modalité de travail est de nouveau indiquée à la deuxième ligne. Cette insistance nous semble relever d'une intention argumentative : indiquer l'origine des informations recueillies pour permettre d'en apprécier le degré de validité. Ce qui est présenté comme une « réponse » (terme utilisé par les élèves), est plutôt une « note de lecture » qui donne à voir ce que les élèves ont été en mesure de retenir des informations présentes dans le document. Le choix d'organiser le texte sous forme d'une liste unique se révèle être un piège en mettant sur le même plan les lieux successifs du passage de l'air et les fonctions des organes liés à la respiration⁴⁰.

Le deuxième message (b) fait appel à d'autres fondements comme l'indiquent les élèves : « nous avons vu... » ; faute d'indication supplémentaire, cette formulation laisse planer un doute sur l'origine précise de ce qui est affirmé (fondement de type empirique avec une donnée issue de l'observation directe ou donnée issue d'un document⁴¹). Ces deux types de fondements ne s'opposent pas totalement puisqu'il y a dans les deux cas nécessité d'un regard « orienté » pour isoler de l'ensemble des éléments

³⁸ Les messages beaucoup plus longs que dans l'exemple précédent n'ont pas été reproduits intégralement ; faute de place, nous n'avons pas reproduit dans le document 6, une image accompagnant le premier message ainsi que la fin des messages b et c.

³⁹ Nom donné dans cette opération pédagogique à la réunion de différents groupes d'élèves travaillant sur le même thème dans des classes différentes et communiquant exclusivement par Internet.

⁴⁰ Deux niveaux de construction scientifique du vivant sont mélangés ici : le niveau anatomique et le niveau fonctionnel.

⁴¹ Le message D permettra de comprendre un peu plus tard qu'il s'agissait de la lecture d'un dessin : la formulation « à propos de la trachée nous avons vu que... » du message B devient « sur un dessin nous avons vu la trachée... » dans le message D.

observables, les données pertinentes pour le problème considéré⁴². Quel que soit le fondement, ce qui est avancé ici est présenté par les élèves comme un fait indiscutable.

a	Recherche Internet	bert	15/01/2001 - 13:21
	Où va la respiration dans notre corps ? Nous sommes allés sur internet, et nous avons trouvé une réponse à la question ci-dessus. L'air respiré par le nez va dans : - Le pharynx, le larynx, les bronches (voies aériennes supérieures). - Les poumons qui sont le lieu des échanges gazeux. - Le diaphragme et d'autres muscles accessoires qui servent de pompe pour amener l'air aux poumons. Le système nerveux qui contrôle la respiration. (...) Pauline, Isabelle, Armony, Cécile et Prisca.		
b	les bronches et les branchies	stpaul	23/01/2001 - 17:16
	<i>(réponse à recherche Internet)</i> A propos de la trachée, nous avons vu qu'elle se séparait en deux (un bout dans chaque poumon) et que ça se finissait par des petites branches appelées bronches. L'air qui est entré de cette façon dans nos bronches, a de l'oxygène. Le sang prend l'oxygène et le transporte dans notre corps. (...)		
c	respiration de l'homme	allonne	25/01/2001 - 15:44
	Nous avons travaillé sur la <u>respiration humaine</u> . Nous avons essayé de représenter à l'aide d'un <u>dessin et d'un texte</u> : Où va l'air qui entre dans notre corps ? Que se passe-t-il quand on respire ? Que devient l'air que l'on respire ? On a dessiné le trajet de l'air par le nez et la bouche. <u>Voici ce qu'on a trouvé : On avait pas le droit aux documents.</u> L'air entre par la bouche et va dans les poumons. Il n'y a pas d'air dans le coeur mais on est pas tous d'accord pour le coeur. Certains disent que si on arrête de respirer, le coeur s'arrête. Est-ce que le coeur a un rapport avec l'air en apnée les plongeurs s'arrêtent de respirer et leur coeur ne s'arrête pas. <u>Quand on respire</u> , c'est quand <u>le nez aspire de l'air</u> . Alors nos poumons se gonflent et quand <u>on inspire</u> nos <u>poumons se dégonflent</u> . Les poumons rejettent du gaz carbonique. On pense peut-être que le poumon gauche fait sortir l'air de la bouche et que le poumon droit pourrait servir à faire rentrer l'air ? (...)		
d	salut mon coeur!	Stpaul	27/01/2001 - 11:20
	<i>(réponse à respiration de l'homme)</i> Nous ne pensons pas que l'air va dans le coeur pour 2 raisons : - dans l'air il y a de l'oxygène, de l'azote, l'argon, l'hélium? (recherche Paul Bert) et nous pensons que tous ces gaz sauf l'oxygène sont mauvais pour nos organes. - sur un dessin nous avons vu la trachée, elle ne se sépare pas en 3 morceaux mais en 2, 1 morceau dans chaque poumons. Par où pensez vous que l'air irait au coeur. Quand nous respirons, il n'y a pas qu'un seul poumon qui se gonfle mais les deux, donc les deux servent à faire rentrer l'air. Quand on souffle, les 2 poumons se dégonflent. Donc nous ne pensons pas que le poumon gauche fait sortir l'air et le droit le fait juste rentrer.		
e	coeur et air	allonne	01/02/2001 - 11:38
	<i>(réponse à respiration de l'homme)</i> coeur et air... On savait que dans le coeur il n'y avait pas d'air qui passait mais ce qu'on voulait vous dire c'est que le coeur est sûrement lié avec la respiration. Dans notre classe il y en a qui ont discuté avec leurs parents et ils disent qu'il y a une relation avec le sang qui est oxygéné....avez vous des informations à ce sujet? On va se faire expliquer ça mardi par le médecin qui va venir...		

Le troisième message enfin (c) repose sur tout autre chose puisque les élèves indiquent clairement (en soulignant la phrase) qu'ils ont travaillé sans document. Le texte est donc le résultat d'une discussion scientifique entre élèves (« *cette recherche dans nos têtes* ») : discussion qui prend en compte certaines connaissances scientifiques sur la respiration probablement connues⁴³ des élèves (rejet de gaz carbonique), des connaissances communes en rapport avec la respiration (l'apnée des plongeurs) et sans doute des données empiriques accessibles directement à l'observation (l'air entre par la bouche ou le nez). Comme pour le message précédent, la formulation laisse un certain « jeu » possible pour l'interprétation. Par exemple, « *l'air entre et va...* » est-il de l'ordre d'une observation ou d'une connaissance déclarative. En tout cas, l'intérêt essentiel de ce message est de déboucher sur la formulation de problèmes scientifiques (« est-ce que le coeur a un rapport avec l'air »⁴⁴, « comment

⁴² Par rapport à la tentative de modélisation en cours, on peut considérer qu'il s'agit de toute façon de données concernant le registre empirique de la modélisation.

⁴³ Il est difficile de savoir s'il s'agit de représentations initiales au sens strict (préalables aux apprentissages) ou d'informations scientifiques qui ont déjà été discutées au préalable dans la classe.

⁴⁴ Notons que ce problème est assez complexe puisque c'est bien le coeur qui assure la circulation du sang donc qui permet les échanges d'oxygène et de dioxyde de carbone au niveau de l'ensemble des organes. Mais pourtant ce n'est pas l'air dans sa forme gazeuse qui passe dans le coeur mais seulement certains de ces composants qui sont « fixés » chimiquement sur les globules rouges au sein de la circulation du sang (liquide). Il y a donc bien un

fonctionnent les poumons »). Des conjectures/hypothèses sont proposées avec toutes les précautions d'usage (« *on n'est pas tous d'accord pour le cœur* », « *on pense peut-être..* ») : il y a de l'air dans le cœur (proposition formulée indirectement et avec beaucoup de réserve) et le « modèle des deux poumons » (le poumon gauche pour faire sortir l'air et le droit pour le faire rentrer) proposition formulée de façon « appuyée » (soulignée dans le texte).

Chacun de ces messages explicite donc (de façon plus ou moins précise) le statut de chaque proposition (recherche documentaire sur Internet, « observation » directe ou indirecte, résultat d'une réflexion « non outillée »). Les propositions des élèves sont donc fondées un peu à la manière d'une communication scientifique (données de la « littérature disponible sur le sujet », données empiriques recueillies directement, propositions hypothétiques soumises à discussion...). Ceci correspond à un premier enjeu argumentatif : chaque proposition doit pouvoir être discutée « scientifiquement » et donc être « recevable » par le reste de la communauté.

Le message (d) répond directement (non sans humour dans le titre de la réponse) au message (c) en reprenant et critiquant les propositions du groupe de l'école d'Allonne. Le « modèle de l'air dans le cœur » est « réfuté » de façon assez forte par une argumentation en deux points (« *nous ne pensons pas que... pour deux raisons* »). Les deux arguments ne sont pas de même nature et n'ont pas la même force argumentative (Toulmin, 1958). Cependant, ces deux arguments sont a priori recevables car reposant sur des données acceptables (résultat d'une recherche préalable sur Internet⁴⁵, ou donnée empirique). Le deuxième modèle du message précédent (les deux poumons ont deux fonctions différentes) est réfuté en raison des contradictions avec les données observables, à savoir que les deux poumons se gonflent en même temps. L'usage de procédés métalinguistiques (taille des caractères) pour la conclusion ajoute un élément supplémentaire pour emporter la conviction des interlocuteurs.

Les élèves d'Allonne se sont sans doute sentis injustement « attaqués » par le contenu et le « ton » du message précédent. Ils sont donc amenés à revenir sur la justification de ce premier point de vue, non seulement en justifiant sa pertinence (l'utilisation de l'avis des parents permettant d'utiliser un argument d'autorité habile) mais aussi en explicitant ce modèle. C'est donc la signification du « lien » entre cœur et respiration qui est déployé ici. De lien direct on envisage un lien indirect par l'intermédiaire du sang. C'est donc une re formulation du problème qui est en jeu ici.

Dans ces échanges portant sur la construction d'un modèle explicatif du système respiratoire humain, les élèves ont été amenés à ajuster les éléments des modèles explicatifs pour tenir compte des données empiriques ou des connaissances disponibles sur le sujet. Les échanges font apparaître des désaccords voire des oppositions manifestes de points de vue (Allonne et St Paul) ce qui donne un enjeu argumentatif plus important que dans l'exemple précédent sur l'eau gazeuse. Cependant, la confrontation de ces points de vue ne conduit pas seulement à la validation ou à la réfutation de modèles ; elle incite les élèves à expliciter leurs points de vue et conduit donc aussi à un véritable travail de re construction langagière et conceptuelle. On observe en particulier un réel travail de problématisation sur le rapport entre le cœur et la respiration avec une définition progressive des aspects anatomiques et fonctionnels du problème.

rapport « fonctionnel » entre le cœur et la respiration même s'il n'y a pas de rapport anatomique direct entre le cœur et la circulation de l'air.

⁴⁵ Ce résultat a été en quelque sorte « publié » auparavant par un autre groupe (de l'école Paul Bert) travaillant sur l'atmosphère. Il est présenté avec ce « statut » par les élèves de Saint Paul dans leur message : « *recherche Paul Bert* ».

2.7 L'intérêt et les limites de la référence aux pratiques de recherche scientifique

Comme nous l'avons montré dans la description de différentes opérations pédagogiques, la transposition du fonctionnement d'une communauté scientifique exige de s'affranchir de certains cloisonnements scolaires : celui correspondant à la classe et celui lié à la notion de discipline scolaire. Nous pensons comme Bernié que « *la construction de la classe de sciences comme communauté discursive scientifique-scolaire exige des cadres pulvérisant les notions de « leçon » ou de « séquence », ainsi qu'un appui sur le travail langagier fourni dans les autres disciplines* » (Bernié, *op. cit.* p. 82). Nous avons postulé que l'argumentation était un enjeu présent à toutes les étapes d'une démarche scolaire visant une élaboration collective de connaissances objectives dans la mesure où l'objectivation scientifique nécessite d'une part un accord de chaque construction individuelle avec son objet et d'autre part un accord des pensées individuelles les unes avec les autres (Guillaume, 1968⁴⁶). La transposition de la notion de communauté scientifique présente néanmoins des limites car l'enjeu ultime dans le cadre scolaire est plus dans l'appropriation individuelle d'objectivations existantes que dans l'élaboration collective de nouvelles objectivations et ceci quelle que soit la nature des objectivations envisagées⁴⁷ ; c'est un aspect que nous avons développé dans le texte ci-dessous. Par ailleurs, si pour les scientifiques la langue est principalement un instrument au service des sciences, les sciences sont aussi pour les élèves un instrument au service de la langue (texte 11).

Intérêt et limites de la notion de communauté scientifique scolaire

Extrait du texte 13

On doit donc se poser la question de ce qui peut être réellement construit par les élèves dans une pratique scientifique scolaire. Nous touchons ici une des limites du parallèle entre pratique scientifique scolaire et pratique de recherche scientifique : ce qui est construit par les élèves est fondamentalement différent de ce qui est produit par la recherche. Le chercheur participe individuellement à des pratiques scientifiques collectives pour contribuer à une production collective de savoirs qui est la finalité de l'activité de recherche. Ce produit est utile pour la communauté, pour la société et pour le chercheur (publication, reconnaissance de carrière). A l'école on peut avoir une construction collective d'énoncés discutés et validés par les élèves mais il n'y a pas production de savoirs scientifiques au sens strict. Toutes les questions que peuvent se poser les élèves sont en général résolues depuis longtemps par les scientifiques et les savoirs correspondants sont déjà construits, validés, diffusés voire scolarisés. Ces savoirs sont donc accessibles aux élèves de façon plus ou moins directe (par l'intermédiaire de documents divers, des manuels, de l'enseignant, des parents...). Les échanges scientifiques scolaires portent donc sur ce qui est produit par la communauté scientifique scolaire mais aussi sur ce qui est « importé » par cette communauté. Le produit collectif de la pratique scientifique scolaire est bien constitué de nouveaux énoncés de savoirs construits par les élèves mais ces énoncés ne portent pas sur des savoirs nouveaux. Contrairement à la recherche, l'enjeu essentiel d'une pratique scientifique scolaire ne se situe pas au niveau de ce qui est produit par la communauté mais bien dans l'appropriation individuelle de ce produit collectif. Tout travail de « recherche scolaire » repose donc sur une certaine ambiguïté puisque deux finalités⁴⁸ différentes sont nécessairement en jeu : chercher et apprendre ; la première se réalise collectivement alors que la seconde ne peut être au bout du compte qu'individuelle.

⁴⁶ GUILLAUME, P. (1968). *Introduction à la psychologie*. Paris : Vrin (4^{ème} édition).

⁴⁷ Nous reviendrons sur cette question dans la deuxième partie de ce mémoire.

⁴⁸ En fait, il faudrait distinguer le but (individuel) et le motif (collectif) comme nous le précisons par ailleurs (chapitre 4)

Si on examine la question du rapport entre pratique scolaire en sciences et pratique des scientifiques, les considérations précédentes montrent qu'il n'est pas possible d'envisager un simple rapport d'application de l'une à l'autre. Certains aspects d'une recherche professionnelle (recherches de financement, liens avec les autorités de tutelle, productions de rapports divers, production de savoirs nouveaux...) ne se retrouvent pas dans les pratiques scolaires. De même, la validation par les pairs ne peut pas avoir le même sens dans un travail scolaire puisqu'au bout du compte la validation ultime est sous la responsabilité des enseignants. Sur un autre plan, la communauté scientifique scolaire est éphémère : son espérance de vie dépasse difficilement l'année scolaire : elle n'a ni passé, ni futur et donc pas d'histoire.

La pratique scientifique scolaire, même si elle peut s'inspirer des pratiques de recherche n'est donc pas une simple adaptation d'une pratique de recherche scientifique ; elle est aussi et avant tout une pratique scolaire qui répond à des exigences éducatives spécifiques. La parallèle entre les deux types de pratiques ne peut donc être que partiel. Les observations que nous avons réalisées dans notre étude nous incitent à penser que la référence au travail de recherche scientifique peut être utile de deux façons :

- elle constitue une grille de lecture pour analyser les pratiques scientifiques scolaires, notamment le travail de communication,
- elle peut servir de base pour élaborer des dispositifs didactiques permettant de traduire en classe certains aspects des pratiques de référence.

3 Des moments de sciences et des questions de langage

Textes 6, 8, 9, 15, 19A, 50, 58

3.1 Pourquoi s'intéresser au langage et à la langue en didactique des sciences ?

Le « langage » occupe depuis plusieurs années une place importante dans les différentes didactiques disciplinaires. Si pour certaines disciplines cette préoccupation est assez récente (Histoire-géographie) elle est beaucoup plus ancienne dans le cas des sciences avec des travaux de didactique qui remontent à plus de trente ans (col., 1983⁴⁹). Si l'intérêt pour le langage est assez partagé (en tout cas pour l'école primaire⁵⁰), les raisons de s'y intéresser ne sont pas forcément aussi partagées. Dans l'annonce de la 16^{ème} école d'été de didactique des mathématiques dont un des thèmes est le langage dans les théories et les recherches en didactique des mathématiques⁵¹, le texte rappelle la distinction entre le « langage » comme la capacité propre à l'homme de communiquer à l'aide de signes et « la langue » comme un ensemble de codes communs et partagés par une communauté. Cette précision terminologique n'est pourtant pas suffisante puisque le même texte évoque le « langage naturel » et le « langage mathématique ». Cette fois, le terme langage est pris dans un autre sens, celui de système sémiotique particulier ; ce n'est plus « le Langage » en tant que capacité partagée par l'ensemble de l'humanité mais « des langages » utilisés par des communautés particulières. Il ne faudrait pas en déduire qu'on peut établir une correspondance biunivoque entre certaines communautés et certains langages. Dans le cas des mathématiques par exemple, Duval (2000⁵²) a bien montré comment le langage naturel et le langage mathématique s'articulaient dans les raisonnements scolaires. Dans un autre domaine, Coletta (2004⁵³) a analysé la complémentarité des gestes et de la parole dans le développement multimodal des conduites langagières. Dans le domaine des sciences et des techniques, le langage iconique joue un rôle très important tant dans la construction des connaissances que dans leur représentation finale (Drouin, 1987⁵⁴ ; Peterfalvi, 1988⁵⁵). Dans ce chapitre, le terme générique « langage » sera principalement référé au langage verbal, mais notre approche de didactique des sciences ne peut pas se limiter à ce seul langage voire à une de ses réalisations particulières que constitue la langue française. Cela nous distingue donc de la plupart des recherches en didactique du français pour lesquelles la langue française et son apprentissage constituent l'objet de recherche principal. En revanche, certains travaux de didactique du français ont clairement articulé les questions relevant de la langue et celles relevant des apprentissages scientifiques. La recherche « l'oral dans la classe » dans laquelle un même corpus de sciences a été analysé de différents points de vue en constitue un exemple (Grandaty & Turco, 2001⁵⁶). La recherche menée par Jaubert et Rebière (2000⁵⁷) en collaboration avec des didacticiens de la biologie en

⁴⁹ Col., (1983). Éveil scientifique et modes de communication. *Recherches pédagogiques*, 117. Paris : INRP.

⁵⁰ Les travaux concernant le secondaire et le supérieur sont plus récents.

⁵¹ <http://www.ardm.eu/contenu/themes-de-la-16e-ecole-d-ete-de-didactique-des-mathematiques-2011>

⁵² DUVAL, R. (2000). Écriture, raisonnement et découverte de la démonstration en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 20(2), 135-177.

⁵³ COLLETTA, J.-M. (2004) *Le développement de la parole chez l'enfant âgé de 6 à 11 ans - corps, langage et cognition*. Sprimont : Mardaga (Belgique).

⁵⁴ DROUIN, A.- M. (1987). Des images et des sciences. *ASTER*, 4, 1-32.

⁵⁵ PETERFALVI, B. (1988). Outils graphiques, anticipation de la tâche, raisonnement. *ASTER*, 6, 47-90.

⁵⁶ GRANDATY, M. & TURCO, G. (coord.). (2001). *L'oral dans la classe : discours, métadiscours, interactions verbales et construction de savoirs à l'école primaire*. Paris : INRP.

⁵⁷ JAUBERT, M. & REBIÈRE, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *ASTER* 31. 173-196.

constitue un deuxième exemple. Quelques travaux de recherche ont associé des didacticiens des sciences et des didacticiens du français (et parfois d'autres disciplines), en particulier certaines recherches auxquelles nous avons participé⁵⁸. Si ces travaux ont concerné dans un premier temps, l'écrit - nous y reviendrons plus loin - la focalisation des recherches s'est progressivement déplacée sur l'oral pour différentes raisons théoriques et pratiques que nous ne discuterons pas ici.

Pour Nonnon (1999⁵⁹), la préoccupation de l'oral dans les apprentissages scolaires renvoie à des ordres de problèmes différents que l'on peut situer schématiquement à trois grands niveaux :

- « celui du fonctionnement de la classe et de l'école comme lieu social, où la circulation de la parole est inséparable des représentations réciproques, des relations de pouvoir, des habitus et des appartenances culturelles : il correspond à la dimension identitaire, relationnelle, sociale de l'enseignement »
- « celui des apprentissages de toutes disciplines, l'oral est invoqué comme médiateur privilégié de la construction de connaissances et de démarches intellectuelles »
- celui de « l'acquisition de compétences langagières spécifiques : apprendre à mieux pratiquer et à mieux connaître le fonctionnement de la langue, de la communication, des genres discursifs »

L'oral et plus généralement le langage apparaît ainsi à la fois comme un objet d'enseignement/apprentissage et comme un moyen d'enseignement/apprentissage pour lui-même ou pour d'autres objets/contenus d'enseignement, en particulier dans notre cas pour des « contenus » relevant de l'éducation scientifique. Mais il est aussi un élément constitutif de chaque moment scolaire et de l'école en général - élément sans lequel le fonctionnement scolaire ne serait pas possible. Pour Bernié, Jaubert et Rebière (2008⁶⁰), le langage est un « milieu au sens quasi-écologique » - aspect qu'ils développent dans le cadre de « l'hypothèse énonciative ». Dans nos premiers travaux comme dans nos travaux plus récents, c'est moins la langue française qui nous intéresse que l'activité scolaire qu'elle permet de réaliser à l'écrit comme à l'oral en complémentarité d'autres systèmes sémiotiques (iconiques et gestuels par exemple). Comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, cette activité langagière n'est pas une activité solitaire : elle se réalise collectivement dans les échanges entre les élèves et l'enseignant : pour nous, l'activité langagière est fondamentalement dialogique.

En posant la question « peut-on enseigner et apprendre sans dialogue ? » Bucheton (2009⁶¹) souligne l'importance des approches langagières et linguistiques dans l'activité enseignante ; elle avance cinq arguments pour justifier cette importance: « *le langage dit et permet l'institution de relations (...), le langage dit et enracine la parole singulière dans la culture partagée (...), le langage dit l'action, l'étaye, en dessine les cadres, permet de la mettre à distance (...), le langage dit l'action avec l'autre et la rend possible (...). Le langage permet le développement conceptuel.* » : pour Bucheton, le dialogue est ainsi au cœur de l'agir du

⁵⁸ Recherche associative INRP – IUFM « pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences » (1997-2000) coordonnée par Anne Vérin.

Recherche associative INRP – IUFM « argumentation et démonstration dans les débats et discussions en classe » (2000-2003) coordonnée par Jacques Colomb

⁵⁹ NONNON, E. (1999). Enseignement de l'oral et interactions verbales champs de référence et problématiques. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, 129. 87-131.

⁶⁰ BERNIÉ, J.-P., JAUBERT, M., & REBIÈRE, M. (2008). Du contexte à la construction du sujet cognitif : l'hypothèse énonciative. In M. Brossard et J. Fijalkow (coord.), *Vygotski et les recherches en éducation et en didactiques*. Bordeaux : PUB.

⁶¹ BUCHETON, D. (2009). *L'agir enseignant : des gestes professionnels ajustés*. Toulouse : Octarès.

professeur et des élèves. Dans cette perspective dynamique l'analyse langagière ne peut se réduire à un repérage des caractéristiques statiques d'un texte mais doit au contraire prendre en compte son évolution ; Nonnon (2001⁶²) étudie ainsi les mouvements parfois presque imperceptibles de la formulation au cours des échanges successifs dans une activité partagée de description d'un objet. Nous devons donc considérer la langue non seulement en tant que système sémiotique mais aussi et surtout en tant qu'activité, l'activité langagière. Pour Rebière (2000⁶³, p. 63), « (...)le langage médiatise et régule les relations que les hommes entretiennent avec le milieu mais aussi transforme leurs représentations antérieures. En outre, il possède la faculté de sémiotiser ses propres relations avec le milieu et de les reconstruire sous la forme de représentations, ce qui en fait une activité à part entière, au second degré pourrait-on dire, l'activité langagière ».

La dynamique des moments scolaires ne repose pas uniquement sur l'activité langagière, tout spécialement dans le domaine des sciences où se joue également une activité sur des objets du monde matériel, en particulier des observations de phénomènes, des manipulations d'objets divers. Cependant, que l'on accorde ou non un rôle prépondérant à l'activité langagière, le langage est dans tous les cas un moyen privilégié d'accéder à ce qui se construit ou ce qui se joue dans la classe⁶⁴, un révélateur d'éléments significatifs pour répondre à des questions posées par la recherche. De nombreuses recherches en didactique analysent ainsi des corpus langagiers (productions écrites, retranscriptions de dialogues, questionnaires, entretiens...). Par exemple, les travaux sur les conceptions et les obstacles didactiques ont largement fait appel à l'analyse de productions d'élèves (textes, dessins..). Bien entendu, une production langagière n'est pas une simple représentation fidèle de ce qui a déjà été construit en dehors du langage : toute production langagière est une construction originale réalisée dans un contexte discursif spécifique et l'interprétation des discours en terme d'élaboration cognitive doit être faite avec beaucoup de prudence ; comme le souligne Nonnon, on ne peut pas penser les rapports entre opérations mentales et indicateurs linguistiques sur le mode de la transparence (Nonnon, 2001, *op. cit.*). L'intérêt que nous avons apporté au langage dans nos travaux est donc double : d'une part, nous l'avons considéré comme un des éléments constitutifs des moments scolaires à visée scientifique et d'autre part comme un des indicateurs qui permet d'analyser ces moments scolaires. Avant de présenter nos travaux portant sur l'écriture en sciences, nous allons dans un premier temps examiner la relation entre sciences et langage à partir de l'analyse des textes officiels.

3.2 Des relations « mouvementées » entre sciences et langage dans les programmes successifs de l'école primaire

Depuis les débuts de l'enseignement obligatoire des sciences jusqu'à la période actuelle, la place du langage (pris ici dans le sens de langage verbal) a fortement évolué dans les textes successifs de l'école primaire reflétant de façon plus ou moins explicite les postulats théoriques, les choix éducatifs et les attentes sociales de chaque époque. Le texte ci-dessous

⁶² NONNON, E. (2001). La construction d'objets communs d'attention et de champs notionnels à travers l'activité partagée de description, in : M. GRANDATY et G. TURCO. (coord.), *L'oral dans la classe : discours, métadiscours, interactions verbales et construction de savoirs à l'école primaire*. Paris, INRP.

⁶³ REBIÈRE, M. (2000). *Langage, posture et cognition : enjeux et obstacles de l'activité langagière dans la classe de sciences à l'école élémentaire*. Université de Bordeaux 2, thèse de doctorat (sous la direction de M. Brossard et J.P. Bernié.)

⁶⁴ Ce moyen est également utilisé par les enseignants dans leurs pratiques quotidiennes même si les moyens d'analyse et les visées de cette analyse ne sont guère comparables.

résume les aspects les plus marquants de cette relation parfois mouvementée entre sciences et langage.

La place du langage dans les programmes de sciences

Extrait du texte 58

Depuis 1882 jusqu'en 1957, les « leçons de choses » se sont opposées aux « leçons de mots » en privilégiant sur le plan pédagogique un enseignement concret basé sur l'observation des « choses ». Ce postulat éducatif s'oppose à celui d'un enseignement purement verbal mais la leçon de choses fait nécessairement appel au langage (oral et écrit) et réciproquement contribue à l'enseignement du langage. Par ailleurs, les leçons de choses reposent sur une conception empirique des sciences – conception dans laquelle la connaissance trouve son origine dans l'accumulation d'observations.

Les activités d'éveil (textes de 1977 à 1980) reposent, comme nous l'avons déjà indiqué, sur le postulat d'une pédagogie d'éveil qui dépasse les cloisonnements disciplinaires et qui met en avant l'activité de l'élève. Sur le plan scientifique, l'empirisme est fortement remis en question au profit d'une conception de la science qui oppose la connaissance scientifique et la connaissance commune. Le langage intervient dans les activités d'éveil scientifique comme support d'information et de communication avec une place importante accordée à la lecture documentaire et à l'élaboration des traces écrites.

Les textes officiels de 1985, reviennent à un découpage disciplinaire et se recentrent sur les textes du savoir. Les programmes de sciences et technologie évoquent l'utilisation de « *documents simples* » et les « *principaux modes de représentation : le croquis, le schéma, l'organigramme, le tableau classificatoire, etc...* » sans jamais mentionner le langage « verbal » qui semble totalement renvoyé à la discipline « français ».

Les textes de 1995 suivent la mise en place des cycles en 1990 et mettent en avant la notion de « compétence » (transversale, dans le domaine de la langue, disciplinaire). Les intitulés relatifs aux « sciences » traduisent bien la disciplinarisation progressive du cycle 1 au cycle 3 : « *Découvrir le monde (C1)* », « *Découverte du monde (C2)* », « *Sciences et technologie (C3)* ». L'activité langagière apparaît comme une composante essentielle de l'activité scientifique scolaire (à l'écrit comme à l'oral) : près de la moitié des compétences méthodologiques en sciences au cycle 3 mentionnent explicitement le langage.

Dans les programmes de 2002-2007, l'intitulé pour le cycle 3 est inchangé alors qu'un intitulé commun « *Découverte du monde* » est utilisé pour les cycles 1 et 2. Dans une perspective de lutte contre l'échec scolaire, la priorité est accordée à la maîtrise du langage et à l'éducation civique. L'activité langagière est conçue comme outil de construction des savoirs et comme élément de médiation sociale. Dans le domaine des sciences, cette priorité se traduit dans une vision « sociale » de l'activité scientifique reposant en particulier sur l'argumentation. Les liens entre langage et sciences sont renforcés avec une mise en avant des interactions langagières dans le cadre du débat scientifique dans la classe.

Les textes de 2008 se recentrent sur les savoirs disciplinaires – du moins pour l'école élémentaire - et font référence au socle commun de connaissances et de compétences ; ils reviennent aux intitulés de 1995 pour le domaine scientifique. Les relations entre sciences et langage sont moins explicitées que dans les textes précédents et apparaissent plus disparates d'un cycle à l'autre. Cependant, pour le cycle 3, le questionnement et l'argumentation sont pris comme éléments essentiels de l'activité scientifique scolaire et les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés dans un « *carnet d'observations* » ou un « *cahier d'expériences* ».

Comme le montre ce rapide parcours historique, les relations entre sciences et langage ont fortement évolué, oscillant entre une relation d'opposition (1882-1957) à une certaine relation de fusion (1995 et 2002-2007), en passant par une séparation quasi-totale (1985). Le langage n'est jamais totalement absent au moins à travers la lecture documentaire ou les modes de représentation mais dans les programmes de 1977-1980 ou ceux de 1985, le langage verbal n'est qu'un moyen parmi d'autres systèmes sémiotiques (images, schémas, tableaux) : la langue est un instrument au service des sciences. Cette relation instrumentale s'inverse à partir de 1995 avec l'idée d'une maîtrise de la langue abordée dans les différents champs disciplinaires ou domaines d'activités⁶⁵. Même si la place du langage dans les programmes est relativement réduite dans les instructions relatives à l'éveil scientifique de 1977-1980, c'est à cette époque qu'ont commencé en France les recherches didactiques portant sur les liens entre sciences et langage, en particulier sur les formes possibles de l'écriture dans une démarche scientifique scolaire comme nous allons le discuter dans la suite.

3.3 Une analyse de l'activité langagière écrite ou orale en sciences

Les travaux les plus anciens, en particulier ceux menés en France sous l'impulsion de l'INRP ont porté principalement sur l'écrit (col.,1983⁶⁶ ; Astolfi Peterfalvi & Vérin, 1991⁶⁷ ; Ducancel, 1995⁶⁸). ; ils ont étudié en particulier le rôle de l'écrit dans la structuration de la pensée et dans la conceptualisation scientifique ainsi que l'intégration possible entre apprentissage scientifique et apprentissage langagier. En opposition à une conception de l'écrit comme traduction d'un savoir déjà là tous ces travaux ont postulé une dépendance mutuelle entre écriture et élaboration conceptuelle dans une approche constructiviste des apprentissages. L'écrit a été généralement pris dans un sens large, celui de toute « inscription » (Latour, 1988, *op. cit.*) verbale ou non verbale englobant ainsi les graphismes. Ces recherches ont associé des chercheurs issus de différentes disciplines (en particulier didactique des sciences et didactique du français) à différents niveaux scolaires, notamment à l'école élémentaire et au collège. Les recherches ont montré les conditions à remplir pour aboutir à des « écrits scientifiques insérés fonctionnellement dans la démarche scientifique » (Astolfi & al., 1991, *op. cit.*).

Dans une approche constructiviste, les écrits sont présents à toutes les étapes de la démarche d'apprentissage en sciences : - en début de démarche pour faire émerger les représentations des élèves, pour s'interroger sur les phénomènes, pour formuler des hypothèses ou pour réaliser des plans d'expériences - au cours de la démarche scientifique pour conserver les résultats des expériences et traiter les données - en fin de démarche pour synthétiser les résultats et les relier à des principes explicatifs (Garcia-Debanc, 1995⁶⁹). Vérin (1988⁷⁰) a

⁶⁵ Cette tendance s'est aussi manifestée au niveau du collège avec la parution de l'ouvrage « la maîtrise de la langue au collège » publié par le ministère de l'éducation nationale en 1997 qui a suivi la parution de « la maîtrise de la langue à l'école » en 1992. Des évolutions comparables sont observables dans d'autres systèmes éducatifs par exemple au Québec avec l'idée de langue comme compétence transversale (Chartrand, Blaser & Gagnon ; 2006).

Chartrand, S.-G., Blaser, C. & Gagnon, M. (2006). Fonction épistémique de l'écrit et genres disciplinaires : enquête dans les classes d'histoire et de sciences du secondaire québécois. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 28 (2), 275-293.

⁶⁶ *Op ; cit.*

⁶⁷ ASTOLFI J.P., PETERFALVI B. & VERIN A. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

⁶⁸ DUCANCEL, G. (1995). Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques : problématiques didactiques. *Repères*, 12, 5-20.

⁶⁹ GARCIA-DEBANC, C. (1995). Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, 12, 79-103.

⁷⁰ VERIN, A. (1988). Apprendre à écrire pour apprendre les sciences. *Aster*, 6, 15-46.

distingué les « écrits instrumentaux pour soi » qui servent à agir, retenir, comprendre, s'expliquer et les « écrits expositifs pour d'autres » qui servent à faire comprendre, expliquer à d'autres, faire savoir que l'on sait. Ces deux catégories d'écrits jouent des rôles complémentaires dans une « *pédagogie constructiviste* »:

- les écrits instrumentaux sont utilisés pendant tout le travail d'investigation des élèves pour organiser l'action ou garder en mémoire des résultats,
- les écrits successifs alimentent le débat entre élèves et contribuent à une construction collective du savoir
- des travaux de réécriture aboutissent à des écrits expositifs répondant à certaines exigences formelles. (Astolfi & al., 1991, *op. cit.*)

Pour analyser cette diversité d'écrits, divers cadres théoriques ont été convoqués, en particulier des modèles et des typologies issus de la linguistique. La typologie de textes de Adam (1992⁷¹) a été très utilisée⁷² pour prendre en compte les spécificités des textes scientifiques en particulier des textes explicatifs et pour distinguer le discours scientifique du discours quotidien (Ducancel, 1988⁷³). Pour notre part, dans nos premiers travaux sur l'écriture nous avons fait appel au modèle de l'Interactionnisme socio discursif de Bronckart et au modèle de Hayes et Flower comme nous le précisons dans le texte ci-dessous.

Modèles de production textuelle

Extrait du texte 9

En s'inspirant des travaux de Vygotsky et Bakhtine, Bronckart (1996, *op. cit.*) considère que l'action langagière est la part individuelle d'une activité sociale médiatisée par le langage qui se matérialise par la production d'une entité singulière : le texte. Les conditions de production du texte constituent le contexte de l'action langagière et l'ensemble texte - contexte est dénommé discours. Dès sa naissance, l'agent locuteur s'est approprié, dans et par l'interaction verbale et sociale, des connaissances relatives au monde objectif (physique), au monde social et au monde subjectif (propre à chaque individu). Dans l'action langagière, certaines connaissances sont mobilisées au titre de référent (ou contenu thématique du discours) alors que d'autres connaissances, relevant plus particulièrement des mondes social et subjectif sont mobilisées au titre de contexte du discours à des fins de contrôle de l'action langagière. Ce contexte comporte plusieurs aspects: le contexte verbal lié aux genres de textes en usage : le contexte socio-subjectif lié aux normes sociales de l'action langagière, et le contexte physique lié à ses conditions matérielles.

Le modèle de Bronckart est un modèle psychologique théorique visant une explication générale du fonctionnement des discours (Bronckart, 1985⁷⁴). D'autres modèles concernent le processus de production textuelle proprement dit, par exemple le modèle de Hayes et Flower, largement utilisé aujourd'hui (Astolfi 1991, *op. cit.* ; Fayol, 1997⁷⁵). Ce modèle repose sur la prise en compte de l'environnement de la tâche d'écriture et de la mémoire à long terme du rédacteur dans la planification, la mise en texte et la révision. Il met aussi l'accent sur les aspects conceptuels de l'écriture en explicitant les différents types de connaissances intervenant dans la mémoire du rédacteur : connaissance du thème, connaissance de l'auditoire et connaissance des schémas - types de textes. Bien que ne portant pas strictement sur les mêmes objets, ces deux modèles mettent bien en évidence l'importance des différents éléments du contexte dans le processus d'élaboration textuelle.

⁷¹ ADAM, J.M. (1992). *Textes : types et prototypes*. Paris : Nathan Université.

⁷² Cette utilisation a été remise en question dans les travaux plus récents qui opposent moins les écrits scientifiques aux autres formes d'écrits, les récits en particulier (ORANGE-RAVACHOL, D. & TRIQUET, E. (2007). Sciences et récits, des rapports problématiques. *ASTER*, 44, 7-22.)

⁷³ DUCANCEL, G. (1988). Écrire en sciences à l'école élémentaire : référents théoriques pour une didactique. *Aster*, 6, 167-190.

⁷⁴ BRONCKART, J.P. (1985). *Le fonctionnement des discours*. Neuchâtel. Delachaux et Niestlé.

⁷⁵ FAYOL, M. (1997). *Des idées au texte, psychologie cognitive de la production verbale orale et écrite*. PUF.

On distingue généralement deux étapes (non strictement chronologiques) dans l'élaboration d'un texte : la récupération (et la réorganisation) des connaissances et la mise en mots (lexicalisation) (Fayol, 1997, *op. cit.*). En s'appuyant sur différents résultats de recherche portant sur des adultes et des enfants, Fayol relève deux stratégies d'énonciation différentes dépendant du niveau de familiarité avec le thème (expert / novice) et de l'âge des rédacteurs (adultes /enfants). Une énonciation par formulation des informations au fur et à mesure de leur récupération en mémoire est utilisée spontanément par les enfants mais aussi par les adultes pour des situations d'écriture « difficiles » (par les contenus manipulés ou par les types textuels sollicités). Cette stratégie qui conduit fréquemment à une simple juxtaposition d'énoncés peut aboutir à des produits textuels satisfaisants à condition que la structure des concepts et la structure linguistique soient similaires. Au contraire, les adultes experts utilisent une stratégie par transformation des connaissances et planification de l'écriture. Cette stratégie permet une réorganisation complète du contenu pour l'adapter aux différentes contraintes de la situation d'écriture : celles liées à la linéarité des textes et celles liées au contexte de production. Le contrôle de l'ensemble des contraintes d'écriture a un coût cognitif élevé qui rend difficile, pour des rédacteurs novices, la planification de la tâche d'écriture.

Pour Bereiter et Scarmadia l'élaboration textuelle s'effectuerait par une « dialectique entre deux espaces de problèmes » : l'espace des contenus et l'espace de la rhétorique (Bereiter 1987). Le passage d'un espace à l'autre impose généralement un changement de dimension : l'énonciation impose une stricte linéarité alors que la situation référentielle est généralement multidimensionnelle. La récupération et la réorganisation des connaissances peut donc aboutir à la construction d'un « monde discursif » dont l'organisation n'est pas celle du monde dans lequel évolue le rédacteur (Bronckart 1996). Bronckart caractérise les types de discours selon deux critères : le rapport du locuteur à l'acte de production (implication ou autonomie) et le type de relation entre monde référentiel et monde discursif (conjonction ou disjonction). Il définit ainsi quatre types de discours : discours interactif (implication et conjonction), récit interactif (implication et disjonction), discours théorique (autonomie et conjonction) et narration (autonomie et disjonction). Pour Bronckart, le discours scientifique est une forme extrême du discours théorique (Bronckart 1985).

La réorganisation totale du référentiel lors de l'écriture est particulièrement nette en sciences ; elle conduit à des organisations linéaires (plans, schémas, séquences...) spécifiques, notamment dans la construction d'explications ou d'argumentations : les contraintes de planification de l'écriture sont beaucoup plus importantes en sciences que dans d'autres situations d'écriture. Les scientifiques résolvent généralement ces problèmes par l'usage de macrostructures textuelles complexes, par l'emploi de nombreux connecteurs et par l'utilisation de plusieurs codes complémentaires (textes, tableaux, schémas, graphiques). L'écriture scientifique exige donc la maîtrise des procédés linguistiques utilisés dans le genre textuel « écrit scientifique » : la méconnaissance de ce genre chez les élèves est un obstacle signalé par plusieurs chercheurs (Veslin, 1988⁷⁶, Garcia-Debanc, 1988, *op. cit.*). Écrire en sciences à l'école correspond donc à la prise en compte de deux domaines de compétences (sciences et maîtrise de la langue) dans un produit unique (le texte scientifique). Les difficultés de l'écriture en sciences renvoient donc à la fois aux problèmes spécifiques à chaque domaine mais aussi à la mise en relation difficile entre les deux domaines.


Un des résultats importants des recherches sur l'écriture en sciences est la mise en évidence de l'aspect structurant de l'écriture dans la construction des connaissances scientifiques chez les élèves (Vérin, 1995⁷⁷) et du rôle important joué par les écrits intermédiaires (les brouillons en particulier) alors que ces écrits sont traditionnellement peu valorisés dans les pratiques scolaires. Cependant, les recherches menées sur l'écriture scientifique à l'école montrent aussi les grandes difficultés rencontrées par les élèves pour aboutir à ce qu'on pourrait réellement appeler des « textes scientifiques » (Veslin, 1988, *op. cit.*). Les productions obtenues dans des

⁷⁶ VESLIN, J. (1988). Quels textes scientifiques espère-t-on voir les élèves écrire ?. *ASTER*, 6, 91-127.

⁷⁷ VERIN, A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12, 21-36.

conditions de recherche, avec des dispositifs didactiques bien contrôlés et avec un guidage suffisant de la part des maîtres, contrastent très clairement avec ce qui peut être obtenu en situation de classe ordinaire. Dans un grand nombre de cas, les élèves ne sont pas capables d'écrire des textes scientifiques « acceptables » sous la double exigence de la science et de la langue. Dans plusieurs de nos travaux, nous avons analysé des productions d'élèves sous ce double regard (de l'élaboration cognitive en science et de l'élaboration langagière). Si ces textes sont parfois très éloignés des formes « canoniques » des textes scientifiques, les élèves parviennent néanmoins à s'affranchir de certaines contraintes ; nous présentons ci-dessous deux exemples de ces analyses⁷⁸ ; elles concernent des dispositifs didactiques que nous avons déjà évoqués dans le chapitre précédent pour analyser les aspects intersubjectifs des échanges. Nous nous intéressons ici principalement à la relation entre les formes linguistiques et les savoirs scientifiques (ou techniques) qui interviennent dans ces écrits⁷⁹, le premier exemple concerne un travail sur la maison du futur, le second sur l'air.

Un exemple de prise en compte des contraintes discursives *Extrait du texte 9*




tremblement de terre

Créé par : Ecole CROCQ le 11/03/99 à 15:00

Catégorie: A discuter

Comment peut on se protéger des tremblements de terre?




reponse

Créé par: Ecole VILLERS VICOMTE le 18/03/99 à 08:26

Le tremblement de terre sera plus violent. Il y aura plus de dégats. Donc il faudra inventer des maisons qui résistent aux séismes. On sera beaucoup plus près du foyer du séisme sous terre que sur terre.

GAËTAN



sur les tremblements de terre

Créé par : Ecole CROCQ le 18/03/99 à 18:12

Catégorie: A discuter

On a découvert comment il y avait des tremblements de terre sur internet. Il y a des plaques sous le sol qui bougent et on a des tremblements de terre car ils se gignent. Il ne faut pas construire les maisons ou les plaques se rencontrent.

Le suite web sur les plaques <http://www.globetrotter.qc.ca/escale/plaques/>

Le groupe de l'école du Crocq pose une question permettant de dire qu'ils travaillent à la conception de la maison sous terre dont l'environnement ordinaire intègre « *des tremblements de terre* ». Gaétan de l'école de Villers répond en employant le mot au singulier, ce qui fait penser à un événement exceptionnel (catastrophique) qui entraîne (« *donc* ») la conception d'un habitat adapté. La dernière partie du message est plutôt une justification du bien fondé de la question de l'école du Crocq qu'une réponse : « *on sera beaucoup plus près du foyer du séisme sous terre que sur terre* ». Alors que la troisième phrase utilisait le pluriel « séismes », la quatrième retrouve le singulier, celui de la loi

⁷⁸ Ces analyses ont été réalisées en collaboration avec Catherine Rebiffé, PRCE de lettres à l'IUFM de l'Académie d'Amiens.

⁷⁹ Cet aspect était déjà présent dans l'exemple du sas présenté au chapitre précédent avec la combinaison de problèmes spatiaux et de problèmes temporels qui était réglée par l'utilisation de deux langages différents (dessin pour la composante spatiale du problème, texte pour sa composante temporelle).

générale. Avec le jeu des déterminants, on passe du fait exceptionnel et unique aux phénomènes ordinaires et pluriels qui peuvent être codés par un singulier dit « générique » ; d'une question particulière, l'écriture aboutit à un problème général. Même si les propos ne s'enchaînent pas rigoureusement, le thème est maintenu et le message confirme la pertinence de la question des partenaires : « *une réponse* » (titre donné au message par Gaétan) n'apporte de nouvelles informations, mais refonde la question, en la posant comme essentielle. L'appropriation d'une question par les autres chercheurs est un aspect essentiel pour assurer la scientificité de la démarche de recherche. Une semaine plus tard, l'école du Crocq propose un « résultat de recherche », même si l'utilisation de la catégorie « à discuter » témoigne du caractère provisoire et ouvert de cette proposition. Le texte est découpé en trois phrases que l'on peut interpréter comme des « embryons » de séquences discursives : la première, narrative (« *on a découvert* ») fait référence à l'activité de recherche (« *sur Internet* ») ; la deuxième, explicative, met en avant une relation causale (« *car ils se cognent* »). On peut noter les temps différents dans ces deux séquences (passé composé de l'action racontée et présent de l'explication) ainsi qu'une évolution de la place du locuteur (présence dans la première et absence dans la deuxième). La troisième séquence, prescriptive, constitue une première interprétation des résultats. La « bibliographie de recherche » est donnée sous forme d'un lien hypertexte (adresse du site web utilisé). On peut donc trouver, dans ce dernier texte, plusieurs indices de scientificité qui témoignent d'une certaine pertinence dans la prise en compte des différents aspects de la tâche d'écriture. Il faut cependant remarquer que la forme textuelle est encore typique d'une écriture de novice avec une énonciation au fur et à mesure de la récupération en mémoire sans planification d'ensemble, comme en témoigne la construction approximative de la causalité dans la deuxième phrase.

Alors que dans le texte précédent, les contraintes discursives, sont liées à l'existence de différentes séquences textuelles dans un même texte, dans l'exemple suivant c'est l'organisation spécifique d'un texte explicatif qui pose problème à la fois dans le choix des connecteurs et dans l'organisation d'ensemble du texte.

Construire l'explication

Extrait du texte 8

Le document ci-dessous constitue un exemple de texte interprétatif rédigé individuellement à l'issue d'une expérience réalisée en petit groupe. Il révèle une tentative de construction explicative prenant en compte les deux phases de l'expérience et s'appuyant sur les éléments observables (bulles, gonflement du ballon).



Anthony

1) Le ballon gonfle quand les bulles montent et éclatent, mais ça gonfle doucement, car ce sont des petites bulles.
 2) Quand on secoue la bouteille il y a des plus grosses bulles, puis ça gonfle un peu plus vite.

La construction explicative que nous avons schématisée ci-dessous fait apparaître trois mises en relation :

- éclatement des bulles et gonflage du ballon ;
- agitation de la bouteille et taille des bulles ;
- taille des bulles et vitesse du gonflage pour chaque « état ».

Chacune de ces relations (symbolisée par une flèche dans le document suivant) est exprimée linguistiquement par un connecteur, mais le choix de ces connecteurs semble plus dicté par des contraintes de construction de phrase que par la nature des relations à traduire. Par exemple, « *car* » et « *puis* » traduisent des relations équivalentes (pour chacun des deux états d'agitation de la bouteille) mais avec une inversion des deux termes de la relation. Nous interprétons le connecteur « *mais* » comme un indicateur linguistique d'une opération de dénivellation dans la construction d'objet (Rebière, 2000, *op. cit.*). L'usage indifférencié de connecteurs marquant plutôt une relation temporelle (quand, puis) ou une relation causale (*car*) ne traduit donc pas forcément une confusion entre ces relations mais est sans doute également lié à la complexité de la tâche d'écriture. Nous pensons que ce texte résulte d'une stratégie d'écriture par simple juxtaposition d'énoncés assez typique pour une situation d'écriture « difficile » (Fayol, 1997, *op. cit.*). L'explication repose essentiellement sur les bulles (mentionnées trois fois dans le texte) mais ne fait pas intervenir explicitement le gaz.

Organisation des énoncés	Première ligne	Deuxième ligne
Intervention de deux « états » de la bouteille	1)	2)
Mise en relation bulles/gonflement du ballon	« <i>le ballon gonfle</i> » ↑ « <i>quand</i> » « <i>les bulles montent et éclate</i> »	
Présentation d'un deuxième niveau d'explication	« <i>mais</i> »	
Mise en relation agitation de la bouteille /taille des bulles	Bouteille non secouée(implicite) « <i>ça gonfle doucement</i> »	↓ « <i>quand</i> » « <i>on secoue la bouteille</i> » « <i>il y a des plus grosses bulles</i> »
Mise en relation Taille des bulles / vitesse du gonflage	↑« <i>car</i> » « <i>ce sont des petites bulles</i> »	↓ « <i>puis</i> » « <i>ça gonfle un peu plus vite</i> »

Les productions individuelles des trois autres élèves du groupe ont mis en évidence des constructions explicatives relativement similaires que nous ne pouvons pas détailler ici. Cependant, il est important de noter que ces trois productions attribuent directement ou indirectement ces bulles à de l'air : « *Les bulles d'air montent à la surface. (...)* » (Florian), « *Les bulles montent à la surface de l'eau et elles éclatent pour former de l'air. (...)* » (Jérémy), « *Le ballon se gonfle grâce aux bulles d'air. (...)* » (Anna).

Nous ne nous sommes pas uniquement intéressés aux productions écrites dans nos travaux ; nous avons également analysé les échanges oraux dans plusieurs de nos recherches, en particulier celles portant sur des observations à l'école maternelle (cf. chapitre 7). Dans une de nos recherches, nous avons pu combiner des analyses de dialogues et de différentes productions écrites tout au long d'une séquence d'apprentissage scientifique au CM1. Nous présentons ci-dessous un extrait d'une analyse des dialogues entre enseignant et les élèves dans un moment de lecture documentaire sur le brouillard.

Espace de « jeu » dans le discours oral : fécondité et difficulté

Extrait du texte 15

Dans leur participation au dialogue scolaire, les élèves travaillent intellectuellement avec le langage. L'analyse de ce qui s'y passe, ou s'y joue, en mots et en phrases, peut livrer une esquisse d'historique d'apprentissage. À condition de se garder de toute forme systématique de mise en relation des mots et des choses, le repérage des mouvements discursifs⁸⁰ donne des indications sur le travail d'élaboration cognitive en cours. Le flou (volontaire ou non...) dans les consignes, les échanges et les lectures de textes ouvrent des espaces de jeu sur le langage⁸¹ - jeu qui s'avère fécond en sciences.

Les mouvements discursifs, c'est-à-dire les déplacements, les retours en arrière, les reformulations, les hésitations ou les confrontations entre interprétations des élèves révèlent souvent leurs modes de raisonnement, leurs façons de fonder des arguments pour défendre un point de vue, mais aussi les obstacles et apports à mettre en relation avec leurs valeurs et cultures personnelles. Ces mouvements propres aux productions orales en dialogue dont la temporalité ne peut être ni planifiée ni contrainte, et dont le thème peut se disperser puis se perdre, posent des problèmes spécifiques à l'enseignant. Peut-il prendre le risque d'y engager la classe, et qu'y a-t-il à gagner à ce jeu ?

La nécessaire interprétation des aspects allusifs du document

En début de dialogue, alors que le malentendu avec le maître confine au quiproquo, Magomed parvient en une réplique à donner une nouvelle orientation à la recherche, à dénoncer les ruses du texte, et à montrer la nécessité d'interpréter.

Maître : - De minuscules gouttelettes d'eau . Vous pouvez peut-être le souligner ça : « nuages minuscules gouttelettes d'eau », dans cette partie-là// Qu'est-ce que vous avez-lu , Magomed ?

Magomed : - Y' en a presque partout// Ils disent ...

Maître : -Il y en a presque partout de quoi ?

Magomed : - Dans les questions

Maître : Presque partout de quoi ? Qu'est-ce qui est presque partout ?

Magomed : - Ben ils disent que du brouillard/ enfin ils disent pas que le brouillard, c'est de l'eau qui s'est évaporée, mais ils disent par exemple des gaz/ qu'y a des gaz qui s'évaporent/ qu'y a des liquides qui s'évaporent et qui deviennent du brouillard.

Magomed est bon lecteur : il sait adopter une attitude métadiscursive efficace pour mettre en évidence les implicites du texte qui dit sans dire (« ils disent pas que ...mais ils disent que ... ») ; il lève rapidement l'ambiguïté anaphorique du texte qu'il relit en parlant (« D'autres liquides peuvent se transformer en gaz. **Ils s'évaporent et leur vapeur se mélange à l'air** »), et corrige immédiatement son lapsus (« des gaz/ qu'y a des gaz qui s'évaporent/qu'y a des liquides... »). Ces qualités permettent à Magomed de saisir l'implicite du texte et de proposer au groupe un nouvel objet de pensée, le brouillard comme « de l'eau qui s'est évaporée ». Il est impossible de savoir s'il s'agit d'un raccourci langagier, d'une méconnaissance du mécanisme de formation du brouillard (passage par une phase gazeuse de l'eau puis une condensation à l'état liquide) ou si Magomed se satisfait, pour penser le

⁸⁰ Cf. FRANÇOIS, F. (1993) : *Pratiques de l'Oral*. Paris : Nathan

⁸¹ Plusieurs recherches en didactique des sciences menées en Suède et portant sur l'analyse des interactions langagières se sont intéressées aux « jeux de langage » à la suite des travaux de Wittgenstein :

LIDAR, M.; LUNDQVIST, E. & ÖSTMAN, L. (2005). Teaching and Learning in the Science Classroom. *Science Education*, 90, 148 – 163.

WICKMAN, P. - O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88, 325-344.

Par ailleurs, la notion de jeu est un élément essentiel de la théorie de l'action didactique développée par Sensevy :

SENSEVY, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy et A. Mercier (dir.) *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes : presses universitaires de Rennes.

brouillard, d'une conception de l'évaporation comme mélange de l'eau liquide à l'air⁸². C'est moins l'exactitude scientifique de son propos qui nous paraît important ici que la nouvelle orientation qu'il donne au dialogue, qui traînait sur le consensus : les nuages sont formés de gouttelettes d'eau. Revenant au thème de l'étude, le brouillard, il clôt par abandon le propos sur les gouttelettes et donne une nouvelle orientation au dialogue, le processus de formation du brouillard ; ce faisant, il l'engage vers une tâche explicative, plus que descriptive.

3.4 Le cahier d'expérience : un objet langagier scolaire complexe

Le « *Carnet d'expériences et d'observations* » a été préconisé dans les programmes de l'École en 2002 à la suite du *Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'École* (PRESTE) lancé en 2000. Directement inspiré par l'opération main à la pâte lancée en 1996 (à vérifier), la mise en place de ce carnet⁸³ vise à la fois le développement de connaissances ou compétences scientifiques et la contribution à l'apprentissage de la langue et du « vivre ensemble ». Ce carnet est à la fois support des écrits personnels de chaque élève et des écrits collectifs de la classe :

« L'élève écrit pour lui même ses observations ou ses expériences. Il écrit aussi pour mettre en forme les résultats acquis (texte de statut scientifique) et les communiquer (texte de statut documentaire^o. Après avoir été confrontés à la critique de la classe et à celle, décisive, du maître, ces écrits validés prennent le statut de savoirs » (IO 2002, p. 87).

Comme on le voit, l'introduction de cet objet traduit une ambition forte, celle de constituer un support privilégié d'une construction collective des savoirs à laquelle chaque élève doit contribuer. Il est aussi porteur d'un certain nombre d'ambiguïtés. En premier lieu, la réunion dans un même support d'écrits de statuts divers (provisoire/définitif, privé/public, personnel/collectif), de destinataires multiples (soi même, les autres élèves, l'enseignant, les parents) en fait un objet langagier hybride ne correspondant à aucun genre existant et parfois en total décalage avec les genres scolaires « traditionnels » et les supports d'écriture habituellement utilisés par les enseignants. Le terme « expériences » est lui même ambigu⁸⁴ puisqu'il peut s'appliquer à l'expérience acquise par chaque élève au cours de sa rencontre avec des objets ou phénomènes - expérience qui renvoie donc au connu, et à l'expérience scientifique réalisée pour tester des hypothèses et qui renvoie fondamentalement au non connu. Plusieurs recherches en didactique des sciences se sont intéressées à cet objet langagier scolaire complexe que constitue le cahier d'expériences et d'observations. Celle de Bruguière & Lacolle (2001⁸⁵) a étudié sa fonction et le rôle de la médiation enseignante dans une séquence sur la fossilisation au cycle 3. Cette recherche a montré que ces cahiers jouent un rôle faible dans la construction cognitive individuelle parce que le raisonnement scientifique s'élabore de façon largement collective et sous la direction du maître. La recherche conduite par Boyer et al. (2010⁸⁶) a porté sur l'utilisation du cahier d'expériences et

⁸² Dans cette conception, l'évaporation serait une dispersion de l'eau en gouttes ce qui conduirait directement au brouillard sans passage par la phase gazeuse (vapeur d'eau).

⁸³ Appelé initialement, « Cahier d'expériences » dans l'opération main à la pâte puis *Carnet d'observations* ou *Cahier d'expériences* dans les textes officiels de 2008. La difficulté à dénommer cet objet est certainement un indicateur d'une difficulté à le définir sans ambiguïté.

⁸⁴ La langue anglaise est moins ambiguë avec l'utilisation de deux termes différents : « experience » dans le premier cas et « experiment » dans le second.

⁸⁵ BRUGUIÈRE, C. & LACOLLE, J. (2001). Fonctions du cahier d'expériences et rôle de la médiation enseignante dans un dispositif « La Main à la Pâte » au cycle 3. *Aster*, 33, 135-161.

⁸⁶ BOYER, C., COHEN-AZRIA, C., EGGINGE, R. J.-G. & ZAID, A. K. (2010, septembre). Place et rôle du Carnet d'expériences et d'observation en sciences : Pratiques de classe et Professionnalité de maîtres en cycle 2. In *Symposium « éducation scientifique à l'école primaire et professionnalité des enseignants »*, Bisault, J.

d'observations chez des enseignantes de cycle 2 ; cette recherche met en évidence plusieurs tensions :

- tension entre les modalités d'apprentissage par essais/erreur et la nature des traces écrites (brouillons, écrit intermédiaires, définitifs),
- tension entre les schémas, dessins... et les textes supports d'activités pluridisciplinaires en lecture/écriture,
- tension entre des formes successives d'écriture et réécriture – illustrant la construction des connaissances collectives – et les attentes des familles d'un discours scientifique « juste »,
- tension entre les raisons d'écrire dans le cahier d'expériences et d'observations et leur non compréhension par les élèves.

Ces tensions, évoquées par les enseignants interrogés dans cette recherche et les limites mentionnées dans la première recherche soulèvent des problèmes dont nous avons déjà discuté dans ce chapitre : celui de la part de construction par l'élève dans les apprentissages, celui de la place de la langue par rapport à d'autres langages, celui de la double finalité éducative (en sciences et en français) et de l'ambiguïté qu'elle entraîne. Elle soulève aussi la question des relations entre moments scolaires de sciences et les autres moments scolaires ou non scolaires quand le même « objet » ou la même « activité » est présente dans chacun de ces moments avec des habitudes, des finalités ou des normes très différentes. Nous discuterons de ce dernier problème dans le chapitre suivant.

Les problèmes éducatifs soulevés par l'utilisation de ce cahier d'expériences et d'observations sont similaires à ceux que nous avons identifiés dans nos travaux récents sur l'analyse des moments scolaires et du rôle des objets matériels (cf chapitre 6). C'est un point qui a été discuté lors d'un symposium dont j'ai été le responsable au congrès de l'AREF en 2010 (extrait ci-dessous).

Éducation scientifique à l'école primaire et professionnalité des enseignants

Extrait du texte 19B

L'existence d'une éducation scientifique précoce, alors même que les textes officiels ne parlent pas encore de « sciences » constitue un premier point aveugle des recherches en éducation dans ce domaine. Trop souvent, cette possibilité d'une éducation scientifique pour de très jeunes élèves est noyée dans des considérations pédagogiques générales qui ne laissent pas suffisamment de place aux spécificités épistémologiques des sciences. A l'opposé, dans d'autres cas, cette éducation est simplement pensée comme une réduction de l'enseignement scientifique qui existe à des niveaux plus élevés de la scolarité sans suffisamment prendre en compte les réalités scolaires qui sont celles des débuts de l'école primaire. Les contributions de Catherine Ledrapière sur la maternelle et de Catherine Boyer sur le cycle 2 de l'école primaire apportent sur ce point aveugle des pistes de réflexion originales sans tomber dans l'un des travers précédents.

Même si les pratiques enseignantes ont fait l'objet de nombreuses études depuis quelques années, l'analyse des « objets » utilisés par les enseignants dans leurs pratiques ordinaires constitue aussi un point aveugle des recherches en éducation. Deux des contributions de ce symposium apportent des éléments de réflexion sur ce point. L'étude du cahier d'expérience et d'observation présentée par Catherine Boyer révèle un objet spécifique au domaine des sciences qui se situe au croisement des prescriptions officielles, des références épistémologiques et d'enjeux plus transversaux, en particulier ceux liés à l'apprentissage de la langue. Ce croisement de différents enjeux éducatifs est également abordé dans la communication de Joël Bisault à partir de l'analyse du rôle des objets matériels,

langagiers ou conceptuels dans les moments scolaires à visée scientifique : ces objets permettent d'une part la « convergence » entre des enjeux éducatifs de différents ordres et d'autre part permettent d'initier au niveau des élèves divers processus d'objectivation.

Dans le contexte français actuel de réforme profonde de la formation des enseignants, la question de la nature de la professionnalité des enseignants du primaire reste une question vive ainsi que celle de leur formation. Cette formation est le plus souvent pensée comme l'addition d'une formation pédagogique générale ou transversale et de formations disciplinaires sans qu'un lien clair soit fait entre les deux. Pourtant, l'observation des pratiques effectives des enseignants réalisée dans les trois contributions de ce symposium montre que les enseignants parviennent à combiner de différentes façons et souvent de façon astucieuse les contraintes transversales et « disciplinaires » ce qui suggère l'existence de compétences professionnelles spécifiques qui ne sont pas vraiment prises en compte dans les formations actuelles. Les notions de « conscience disciplinaire », « d'objet organisateur » des pratiques professionnelles ou de « logique de pilotage » des séances abordées dans les trois communications de ce symposium ouvrent de ce point de vue de nouvelles perspectives de recherche.

3.5 Les enjeux du langage et de l'argumentation en sciences et en histoire

3.5.1 Expérience et document en sciences et en histoire

Nous avons déjà présenté au chapitre précédent le point de vue que nous avons retenu dans nos travaux ainsi que quelques analyses empiriques. Plus que l'argumentation en tant qu'objet d'enseignement, c'est en fait la dimension dialogique de l'activité langagière (et plus généralement et plus fondamentalement de l'activité scientifique scolaire) qui a retenu notre attention. Mais l'argumentation dans la classe peut être abordée avec d'autres points de vue comme nous allons le montrer ici à partir de travaux à visée comparatiste entre sciences et histoire qui soulèvent des questions éducatives qui dépassent ces deux domaines.

Nous avons déjà montré la place importante du langage dans les programmes de sciences de 2002⁸⁷ qui étaient en vigueur au moment de cette recherche. Il est souligné dans ces textes que « *la science est d'abord un discours sur le monde* » apportant ainsi un fondement épistémologique à la relation entre sciences et langage à l'école. Les activités langagières suggérées dans la classe de sciences sont associées à la démarche d'investigation avec des formes écrites (« *le carnet d'expériences et d'observations* ») ou orales (« *le débat réglé* ») et l'ensemble des activités langagières s'inscrit dans une perspective de construction sociale des connaissances. Présentée comme une « construction », l'histoire est aussi un « discours » qui prétend rendre intelligible et communicable, une interprétation de ce que les traces nous permettent de « savoir » des sociétés du passé (Prost, 1996⁸⁸). Rompant avec une approche par trop positiviste qui pourrait laisser croire que le document porte en lui la connaissance, les instructions officielles insistent aujourd'hui, plus qu'auparavant, sur la nécessité de « dire » ce qui affleure des sources, de « nommer » les phénomènes, de « construire un récit » qui mette en relation ces « faits ».

Dans une recherche empirique menée en collaboration avec une didacticienne de l'histoire, nous avons comparé le rôle du langage dans nos deux domaines. Notre approche se voulait plus comme une comparaison de deux approches didactiques singulières que comme une

⁸⁷ BO hors-série du 14 février 2002 (Horaires et programmes d'enseignement de l'École Primaire).

⁸⁸ PROST, A. (1996). *Douze leçons pour l'histoire*. Paris : Le Seuil.

approche de didactique comparée au sens où elle se développe depuis quelques années⁸⁹. Ni les constructions didactiques ni leurs analyses ultérieures n'ont utilisé de cadre didactique commun. Nous avons comparé deux séquences menées dans une même classe de CM1 : une étude du brouillard pour les sciences et une étude des vêtements des gaulois pour l'histoire. Chacune de ces séquences repose sur une activité emblématique de chaque domaine : la réalisation d'expériences en sciences et la lecture documentaire en histoire. Si tout semble opposer a priori ces deux domaines scolaires la comparaison fait apparaître un certain nombre de rapprochements possibles⁹⁰ par exemple sur le double lien assuré tant par l'expérience scientifique que par le document historique : lien entre activité scolaire et pratique de référence et lien entre monde et discours sur le monde.

Dire le monde et opérer des découpages

Extrait du texte 50

Le vocabulaire employé et plus généralement la formulation langagière sont des critères de la compréhension que les élèves peuvent avoir d'un fait qu'il soit scientifique ou historique. Ici, les discussions sur le presque nuage...et toutes les désignations du brouillard montrent comment les élèves construisent peu à peu l'objet à leur niveau. De la même manière, la discussion sur les « jupes » des Romains mettent les élèves devant la nécessité de trouver des mots pour désigner une catégorie qu'ils approchent en tâtonnant et en raisonnant par analogie, c'est presque comme mais ce n'est pas. Alors est-ce que c'est une forme de ou bien est-ce autre chose ?

Cependant, la question n'est pas tout à fait la même dans les deux disciplines. En sciences, le vocabulaire précis existe, il est connu des spécialistes mais les notions qu'il sous-tend n'est pas accessible aux élèves (niveau méso des gouttes et problème de condensation). En histoire, la question est à envisager à plusieurs niveaux. La description donnée par Diodore de Sicile est rédigée en grec par opposition aux vêtements gréco romains. L'écrivain peut utiliser un terme gaulois hellénisé « les braies » ou dans d'autres extraits un terme grec pour décrire quelque chose qui n'est pas familier à ses contemporains et proposer une description reposant sur l'analogie, ce que font d'ailleurs les élèves qui ne savent pas comment désigner le brouillard. Le texte grec a été traduit en français et l'auteur, à nouveau, choisit soit de reprendre le terme, ici, « braie » ou de donner un équivalent français. La question est bien comment parler de vêtements qui n'existent mais qui remplissent des fonctions un peu identiques : couvrir le haut du corps, le bas, tout le corps, drapé ou cousu...Enfin, les élèves se heurtent à la richesse de leur vocabulaire. L'historien lui-même se trouve confronté, à un autre niveau bien sûr, aux mêmes questions. Comment doit-on dénommer des réalités disparues ? Utiliser le terme de l'époque ne suffit pas à en rendre l'épaisseur chronologique ni la variété régionale.

On peut ajouter que se battre avec la langue a dans les deux cas un avantage important, il permet de dépasser les évidences d'une utilisation hâtive d'un vocabulaire spécifique plaqué sur des faits qui n'ont pas été construits. Réfléchir sur la façon de nommer l'inconnu - qu'il soit lointain dans le temps et disparu ou un état de la matière difficile à appréhender simplement - place les élèves devant la

⁸⁹ SENSEVY, G. & QUILO, S. (2002). Les discours du professeur, vers une pragmatique didactique. *RFP*, 141, 47-56.

⁹⁰ Une étude comparative entre sciences et histoire a été réalisée dans l'enseignement secondaire québécois à partir d'une enquête de grande ampleur (100 enseignants et 1150 élèves interrogés) sur les fonctions et les genres de l'écrit dans les deux disciplines. Cette enquête montre que moins de la moitié des élèves considère qu'écrire leur permet de préciser leur pensée, de réfléchir (fonction épistémique de l'écrit) et que le type d'écrit majoritaire est dans les deux cas la rédaction de réponses à des questions (exercice, examen), suivi de près en sciences par le compte rendu d'expérience qui apparaît comme un « genre disciplinaire canonique » (CHARTRAND, S.-G., BLASER, C. & GAGNON, M. (2006) ; Fonction épistémique de l'écrit et genres disciplinaires. Enquête dans les classes d'histoire et de sciences du secondaire québécois. *Revue suisse des sciences d'éducation*, 28(2), 275-293.)

nécessité d'utiliser leurs propres ressources langagières et de sentir tout ce que le langage a de « non évident ». Dans les deux cas, la place de l'enseignant est au cœur du dispositif.

Les chercheurs en sciences expérimentales analysent le monde tel qu'il apparaît actuellement (avec des instruments ou par modélisation et expérimentation) et peuvent reproduire les faits⁹¹ qu'ils veulent décrire. Les chercheurs en histoire sont contraints de travailler sur des traces du passé récent ou plus lointain. La différence est de taille et cela a été théorisé pour les sciences sociales (Passeron, 1991⁹²) et plus spécifiquement pour l'histoire (Prost, 1996, *op. cit.*). Cependant, dans les deux cas, il s'agit de « dire le monde » qu'il soit disparu ou en partie inaccessible dans sa complexité. L'école tente de reprendre les connaissances qui ont été stabilisées et qui sont considérées comme accessibles ou nécessaires à la culture des élèves. Mais, pour ne pas se contenter de dire les choses et pour rendre les élèves « actifs », elle propose de faire entrer dans la classe ce qui paraît être le fondement des connaissances des chercheurs dans les deux disciplines : l'expérience en sciences et le document en histoire pour « montrer le monde ».

Cependant, expérience et document ne sont que des simulacres d'une réelle activité de chercheur lorsque leur présentation s'affirme comme une preuve. En ce sens, histoire et science sont logées à la même enseigne. Dans les deux exemples proposés, les activités effectivement observées dépassent cette simple monstration même si cela n'est pas évident pour les élèves qui ont tendance à faire une confiance absolue dans l'expérience, qu'ils ne peuvent pas envisager de ne pas réussir ou dans le texte qui leur dit comment étaient les Gaulois. Tout le travail du maître dans les deux cas consiste à dépasser ces fausses évidences, à faire prendre du recul.

Dans une autre recherche commune, nous nous sommes plus particulièrement intéressés à l'argumentation. En parallèle à une étude empirique comparative que nous ne discuterons pas ici, nous avons également analysé les enjeux « disciplinaires » et « transversaux » de l'argumentation dans chacun des deux domaines à partir d'une analyse des textes officiels relatifs aux sciences et à l'histoire.

Débattre et argumenter en sciences et en histoire

Extrait du texte 6

Les modalités d'enseignement préconisées en histoire donnent une large place à la « réflexion collective et au débat » (BO, 2002, p. 78). Si l'argumentation n'est pas citée en tant que telle dans ces programmes, la place accordée à l'explicitation de son point de vue personnel par l'enfant, pour le confronter à celui d'autrui et prendre conscience de sa relativité, favorise la prise en charge d'énoncés en première personne et sa « justification » par des arguments. Ce sont d'ailleurs ces compétences qui sont nommément visées au Cycle III : il s'agit bien à l'oral, en Histoire comme en Géographie, de « *participer à l'examen collectif d'un document (...) en justifiant son point de vue* » (BO, 2002, p. 71). Chose importante : il ne s'agit pas là d'échanges oraux justifiés seulement par la construction de compétences linguistiques, mais bien de la promotion d'interactions verbales entre pairs guidés par l'enseignant⁹³ qui débouchent sur « *des savoir-faire et des connaissances* » (BO, 2002, p. 54).

Les documents d'application des programmes en sciences⁹⁴ mentionnent l'argumentation de façon explicite à trois reprises. La première mention est liée à la formation de l'esprit : il faut conduire les élèves à se « *décentrer de leur point de vue subjectif pour y intégrer les arguments d'autres personnes*

⁹¹ Toutes les sciences ne sont pas expérimentales : la reproduction des faits n'est pas envisageable en astronomie ou en géologie.

⁹² PASSERON, J.C. (1991). *Le Raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*, Paris : Nathan.

⁹³ Les textes rappellent le rôle déterminant du maître qui guide le questionnement des élèves, choisit les exemples, structure les connaissances et dirige le plus souvent la trace écrite.

⁹⁴ Documents d'application des programmes. Sciences et technologie, cycle 3. CNDP (2002)

et les apports de l'expérience » (p. 5). Les deux autres mentions font directement référence aux modalités langagières orales ou écrites dans lesquelles l'argumentation peut intervenir. « *L'argumentation soutenant les divers raisonnements* » (p. 7) est ainsi présentée comme une forme essentielle du langage oral au même titre que la description par exemple. Elle peut aussi intervenir dans une forme écrite puisque l'élaboration d'écrits permet « *d'introduire rigueur et précision dans les démarches comme dans les argumentations* » (p. 7). Ces écrits ont différents statuts par rapport au savoir depuis les « *écrits personnels (qui) représentent la connaissance du moment de l'élève* » jusqu'aux « *écrits produits à l'issue d'une confrontation (qui) sont socialement partagés* » (p. 8).

En histoire, comme en sciences le débat argumentatif est donc au cœur de trois types de constructions : celle des compétences langagières, celle des connaissances disciplinaires et enfin celle de l'individu dans son rôle épistémique et social.

3.5.2 Enjeux transversaux et enjeux épistémologiques

Les enjeux sociaux sont une préoccupation constante dans les programmes de 2002, reflétant une des priorités de l'école, l'éducation civique : l'éducation civique constitue après la maîtrise de la langue le deuxième domaine « transversal » d'apprentissage de l'école primaire. Dans le préambule des programmes de 2002 (p. 13), l'éducation civique – dans la filiation du « vivre ensemble » - est mise en relation avec le débat et l'argumentation : « L'éducation civique implique, outre des connaissances simples et précises, des comportements et des attitudes. Pour être solide et efficace, elle doit se construire, jusqu'à la fin du cycle 2, à partir du respect de soi et de l'autre, dans la découverte progressive du « vivre ensemble ». L'apprentissage de la communication réglée en est l'un des meilleurs instruments. La tenue de débats où chacun doit savoir réfréner sa parole, laisser sa place à celle de l'autre et comprendre son point de vue – même quand on ne le partage pas -, chercher à le convaincre en argumentant, est la première forme d'éducation à la démocratie. ». Comme le langage, l'éducation civique est donc travaillée dans chacun des champs disciplinaires ou domaines d'activité. On retrouve cette préoccupation dans les programmes de sciences et technologie avec la référence fréquente au travail de groupe ou en équipes et à l'écoute ou à la coopération entre élèves. Il s'agit non seulement d'appréhender la science comme un ensemble de savoirs mais aussi comme une activité humaine collective.

En dehors des enjeux sociaux qui sont partiellement transversaux, l'argumentation peut être interrogée sur le lien qu'elle peut assurer pour chaque domaine disciplinaire entre les activités scolaires et les pratiques sociales extérieures à l'école qui peuvent leur servir de référence, les pratiques des historiens et des scientifiques pour ce qui nous concerne. Cette référence est-elle pertinente pour concevoir ou analyser les activités scolaires en histoire et en géographie et quelles sont les limites de cette référence. Cette question que nous avons déjà esquissée dans l'extrait de texte précédent est reprise dans le texte suivant plus spécifiquement sur la question de l'argumentation.

Classe et communautés de référence

Extrait du texte 6

La classe où sont construits, partagés et discutés des savoirs constitue-t-elle une communauté comparable aux communautés de référence ? Ces questions sont l'objet d'un débat au sein des didacticiens de l'histoire et des sciences. On peut postuler qu'il y a rupture entre école et communauté scientifique et que les pratiques scolaires ne sont pas déterminées par les pratiques des communautés

savantes mais constituées autour des finalités éducatives⁹⁵. On peut postuler au contraire qu'il existe une forme de continuité dans le passage des pratiques sociales de référence aux pratiques scolaires et chercher ce qu'elles ont en commun. La place de l'argumentation dans les programmes pose aussi la question du rapport entre savoirs et pratiques dans les disciplines scolaires. Cette question est également l'objet d'un débat assez vif entre didacticiens des différentes disciplines (Martinand, 2001).

Ces différentes questions ne sont pas tranchées dans les derniers textes officiels mais nous pensons que le développement de l'argumentation conduit à se centrer plus sur les pratiques que sur les savoirs et à envisager une certaine relation de « similarité » entre discipline scolaire et discipline de référence. C'est en tout cas, la position que nous avons retenue dans les deux études qui suivent. Dans cette vision, on peut considérer que chaque communauté de référence est caractérisée par un ensemble de savoirs « établis » - c'est-à-dire validés par la communauté - et par un ensemble de savoirs « en construction ». Il s'agit alors de retrouver cette dynamique de construction au niveau d'une « communauté d'élèves » sans pour autant ignorer les différences fondamentales entre école et communauté de référence. La communauté de chercheurs produit des savoirs pour elle-même et pour la société, chaque individu contribuant à cette œuvre collective ; au contraire la classe ne produit pas réellement des savoirs, elle reconstruit des textes du savoir existant - cette reconstruction permettant l'appropriation de ce savoir par chaque élève. Ainsi, la « production » de la recherche est fondamentalement collective, alors que la « production » de l'école – si l'on peut dire - est essentiellement au niveau de l'individu : chaque élève doit apprendre. Il y a donc une inversion entre l'école et la recherche dans le rapport entre activité individuelle et pratique sociale.

Quel que soit le rapport envisagé entre communauté disciplinaire de référence et communauté d'élèves qui argumentent, cette communauté scolaire doit utiliser des modes de validation compatibles avec les spécificités de chaque discipline. Par exemple, le terme « débat » est utilisé dans plusieurs domaines disciplinaires (débat démocratique, débat scientifique...) ; pourtant, il ne peut pas avoir la même signification. Les modes de validation ne sont pas comparables (on ne peut pas faire un vote à la majorité pour décider de la validité d'un modèle scientifique) pas plus que les effets attendus de l'argumentation (prendre une décision ou valider une connaissance). De même les fondements de l'argumentation ne sont pas comparables d'une discipline à l'autre. En histoire, on travaille sur des traces du passé et aucune « vérification expérimentale » n'est possible. Au contraire, en sciences, tout « modèle explicatif » peut en général être soumis au contrôle expérimental. C'est donc par le recours au « monde observable » qu'une partie essentielle⁹⁶ de la validation scientifique s'opère. Dans les deux cas, en sciences expérimentales comme en histoire, l'explicitation de la méthode et de ses limites est un des éléments de la validité des faits construits et exposés.

3.6 L'argumentation à la « convergence » de plusieurs enjeux et types de problèmes

L'étude de la place et du rôle de l'argumentation en sciences et en histoire et plus généralement dans différentes matières ou disciplines scolaires (Allieu –Mary, N., Bisault, J., Le Bourgeois, R. & Vérillon, P. ; 2004, *op. cit.*) met en évidence un croisement de choix éducatifs divers pouvant conduire à privilégier l'argumentation à l'École.

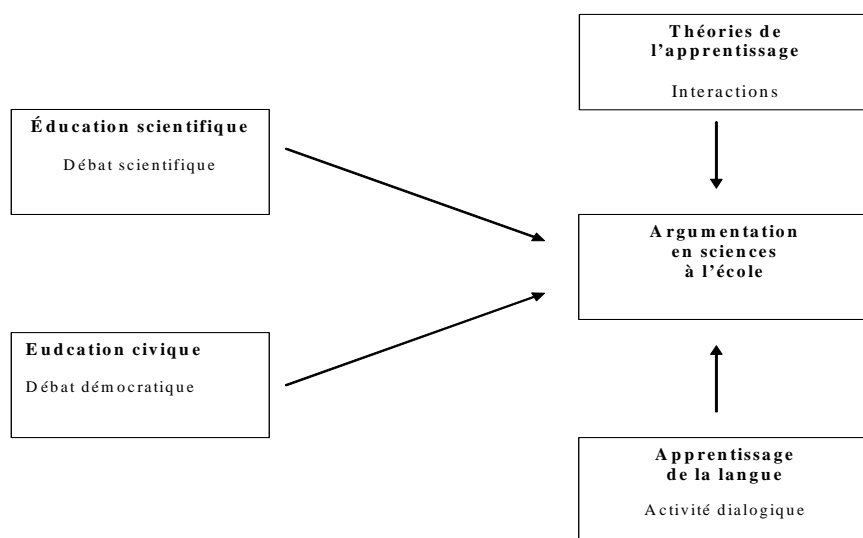
- choix sur le plan de l'éducation civique de développer l'esprit critique dans le cadre du débat démocratique,

⁹⁵ C'est par exemple la position adoptée par Nicole Allieu-Mary dans une recherche menée en géographie au collège (ALLIEU –MARY, N., BISAULT, J., LE BOURGEOIS, R. & VÉRILLON, P. (2004). Études de pratiques argumentatives : vers l'appréhension de postures disciplinaires en histoire-géographie, sciences et technologie. In Douaire, J. (coord.), *Argumentation et disciplines scolaires*. Paris : INRP.)

⁹⁶ Il peut exister aussi une validation interne dans le cas des modèles mathématisés mais cette validation est plus du ressort de la démonstration que de l'argumentation ; de plus elle ne paraît guère envisageable au niveau scolaire considéré.

- choix sur le plan des modèles d'enseignement-apprentissage de privilégier les interactions entre pairs,
- choix sur le plan de l'apprentissage de la langue de considérer la langue comme une activité dialogique,
- choix sur le plan de l'éducation scientifique de mettre en avant le débat scientifique.

La concomitance de ces choix explique l'importance accordée à l'argumentation dans l'ensemble de la communauté éducative et spécialement dans l'éducation scientifique depuis un peu plus d'une dizaine d'années comme en témoignent les nombreuses publications de recherche ou de vulgarisation sur ce thème ou certaines évolutions des programmes scolaires. Comme pour d'autres aspects des moments scolaires à visée scientifique, nous pouvons parler d'une « convergence » dans la mesure où un même élément du curriculum d'éducation scientifique, l'argumentation, peut *a priori* remplir plusieurs « fonctions » correspondant à des problèmes éducatifs de nature différente : développer l'esprit critique, favoriser les interactions, instaurer un dialogue, débattre scientifiquement (schéma ci-dessous).



En fait, cette « convergence » n'est pas forcément effective car il n'y a aucune raison que chacun de ces choix éducatifs conduise à la même conception de l'argumentation. Il est donc nécessaire d'examiner la compatibilité des points de vue théoriques qui sous-tendent ces différents choix éducatifs. Par exemple, la conception d'une éducation civique privilégiant le développement de l'esprit critique dans le cadre du débat démocratique (texte 6) nous semble compatible avec notre conception d'une éducation scientifique qui considère la démarche scientifique, y compris dans sa dimension expérimentale, comme une activité rationnelle de productions d'arguments (Osborne, 2001⁹⁷). Tout en utilisant des modes de validation différents, le débat démocratique et le débat scientifique ont en commun d'articuler langage, exercice de la raison et prise en compte d'une réalité humaine ou empirique complexe. En revanche, cette prise en compte de la complexité nous semble moins présente dans certaines approches centrées sur les « interactions » en psychologie des apprentissages. Pour François, il faut se méfier de ce terme « interactions » ; François souligne qu'on ne peut pas décrire les rapports humains comme l'interaction de boules de billard dans la mécanique classique. La caractéristique des rapports humains est qu'ils sont toujours médiatisés par un élément tiers ; il cite la médiation par le langage mais aussi « *tout l'arrière fond de réalité, d'institution, de*

⁹⁷ OSBORNE, J. (2001). Promoting Argument in the Science Classroom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 1, n°3, p. 271-290.

sens inscrit dans les choses qui rend à la fois l'intelligibilité possible en même temps fait que l'échange des messages n'est qu'une petite partie, une face émergée de l'iceberg du sens et du non sens ou de l'autre sens » (François, 1996⁹⁸, p. 12). La plupart des travaux sur les interactions n'ignorent pas la médiation assurée par le langage ; c'est même un fondement théorique commun à de nombreux travaux qui se réclament de Vygotski et qui analysent le « rôle des médiations sémiotiques dans les approches socio-constructivistes » (Gilly, Roux & Trognon, 1999⁹⁹, p. 10). Ce terme « sémiotiques » pourrait faire penser à différents systèmes sémiotiques mais la plupart des études se limitent à la médiation par la langue et ignorent généralement l'interaction avec le monde matériel. Quand ce monde matériel intervient, c'est généralement sous la forme de dispositifs standardisés supports de raisonnements logico-mathématiques (tour de Hanoi, dispositif de conservation de liquides) souvent inspirés des tests piagétiens et très éloignés de la réalité empirique¹⁰⁰ complexe accessible en classe de sciences. Sur ce point, il nous semble indispensable de prendre en compte dans la réflexion psychologique la dimension culturelle et matérielle comme ont pu le faire Guillaume ou Meyerson (cf. chapitre 12). Les modèles basés sur le concept de « dialogue » ou de « dialogisme » à la suite des travaux de Bakhtine nous semblent échapper, au moins partiellement, à cette limitation. Par exemple, le modèle de l'interactionnisme socio-discursif de Bronckart que nous avons utilisé dans nos travaux prend en compte les interactions tant psychiques (idées et sentiments du sujet pensant) que physiques (objet et corps constituant l'étendue matérielle) (Bronckart, 1996, *op. cit.*, p. 24) ; cependant, dans le développement de ce modèle, le monde matériel n'est principalement évoqué qu'en tant que contexte de production des discours (contexte physique) et non en tant que monde où se développe une autre activité que langagière. En se centrant sur l'interaction entre sujets ou sur l'activité langagière, ces modèles théoriques psychologiques ou psycho-linguistiques ne peuvent pas rendre compte suffisamment d'un aspect essentiel de l'activité scientifique (scolaire ou non scolaire) : l'interaction avec le monde matériel. Nous devons donc considérer ces différents modèles théoriques comme des éclairages partiels et complémentaires qui permettent d'analyser certains aspects des problèmes étudiés, dans l'attente d'un modèle qui pourrait avoir un domaine de validité plus large mais qui reste à construire à supposer qu'on puisse réunir dans un même modèle des ingrédients aussi différents.

Malgré les limites que nous venons d'indiquer, nous considérons que la prise en charge scolaire de l'argumentation en sciences est susceptible d'assurer la solidarité entre différentes caractéristiques dynamiques à l'œuvre dans la classe en constituant un moyen de régulation de l'activité des élèves sur plusieurs plans différents. Elle constitue donc un appui pour les enseignants si on considère que leur travail consiste à gérer de façon simultanée diverses « macro-préoccupations » telles que les relations humaines, l'avancée de la construction du sens pour les élèves... (Bucheton, 2009, *op. cit.*). Cependant, cette rencontre d'enjeux éducatifs divers peut aussi constituer un obstacle (pour les enseignants comme pour les élèves) car chacun de ces enjeux conduit à privilégier certains aspects de l'argumentation pour eux-mêmes alors qu'ils ne sont pas forcément compatibles entre eux, en particulier, les fondements de l'argumentation qui peuvent être très différents d'un domaine à un autre (Berthelot, 1996¹⁰¹).

⁹⁸ FRANÇOIS, F. (1996). Communication, interaction, dialogue. Remarques et questions. *Le français aujourd'hui*, 113, 11-23.

⁹⁹ GILLY, M. ROUX J.-P. & TROGNON A. (Eds.) (1999). *Apprendre dans l'interaction*. Nancy : Presses Universitaires de Nancy.

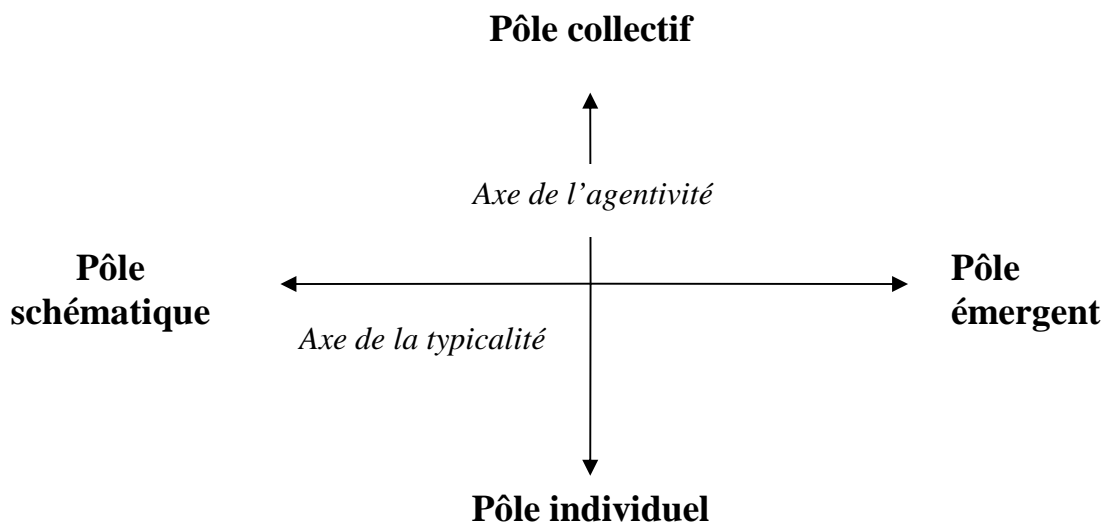
¹⁰⁰ Nous avons précisé sens que nous donnons à ce terme au chapitre suivant.

¹⁰¹ BERTHELOT, J.-M. (1996). *Les vertus de l'incertitude. Le travail de l'analyse dans les sciences sociales*. Paris : PUF.

4 Une analyse de l'activité scolaire à visée scientifique

4.1 Activité, action, acte et pratique

Les termes « activité », « action », « acte » ou « pratique » sont couramment utilisés dans le langage courant comme dans le milieu éducatif (textes officiels, revues professionnelles, formation des enseignants) mais également dans de nombreux domaines de recherche en sciences humaines (linguistique, ergonomie, psychologie, philosophie, didactique...). Cependant, ces termes recouvrent des acceptions extrêmement diverses selon les points de vue propres à chacun de ces domaines voire à chacun des auteurs. Comme le constate Fillietaz¹⁰², il n'existe pas à l'heure actuelle de théorie unifiée de l'agir humain ; pour dépasser cette difficulté, il propose une clarification terminologique pour fonder une sémiologie de l'action autour d'un nombre limité de principes. Il propose ainsi de considérer l'agir humain au carrefour de deux lignes de tension : l'axe de la typicalité d'une part et l'axe de l'agentivité d'autre part. Le premier axe articule le pôle émergent et le pôle schématique alors que le second articule le pôle collectif et le pôle individuel (schéma ci-dessous repris de Fillietaz).



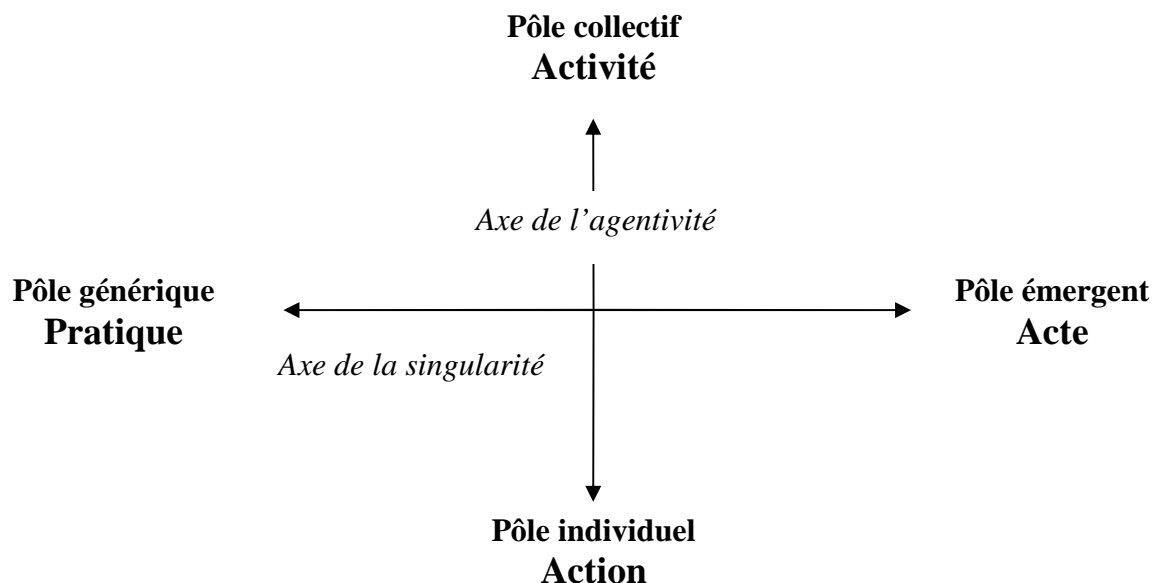
Dans le pôle émergent, l'agir est considéré dans sa singularité en tant qu'occurrence unique liée aux circonstances locales dans lesquelles il prend place : l'agir est alors une construction située. Au contraire, dans le pôle schématique (ou typifiant), l'agir s'adosse à des préconstruits à caractère socio-historique : l'agir est alors récurrent et stabilisé. Sur l'axe de l'agentivité, le pôle individuel traduit la capacité des individus à transformer leur environnement en adoptant des conduites liées à des intentions, des buts, des finalités et des motifs¹⁰³ alors que le pôle collectif prend en compte le rôle déterminant des entités collectives

¹⁰² FILLIETTAZ, L. (2006). Asymétrie des engagements et accommodation aux circonstances locales : les apports d'une sémiologie de l'action à l'analyse d'une leçon de langue seconde. In M.- C. Guerrier, V. Durand-Guerrier & J.-P. Sautot (dir.), *Interactions verbales, didactiques et apprentissages : recueil, traitement et interprétations didactiques des données langagières en contextes scolaires* (pp. 73-95). Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.

¹⁰³ D'autres auteurs à la suite de Léontiev séparent au contraire le motif (du côté de l'activité collective) et le but du côté de l'action individuelle (CHAIGUEROVA, L. (2010). Léontiev, source de la psychologie ergonomique. In F. Yvon & F. Saussez, *Analyser l'activité enseignante – des outils méthodologiques et théoriques pour l'intervention et la formation* (pp. 159-179). Québec : Presses de l'université Laval (Canada).)

dans les conduites des individus. Filliettaz remarque que la sémiologie de l'action qu'il propose, à défaut d'être complètement homogène et unifiante a au moins le mérite d'être explicite. Il peut ainsi associer le concept de pratique au pôle schématique, le concept d'activité au pôle collectif, le concept d'action au pôle individuel et le concept d'acte au pôle émergent.

Nous reprenons à notre compte ces distinctions générales tout en apportant quelques nuances. Ainsi, il nous semble que le fait qu'un acte soit singulier ne s'oppose pas à sa typicalité : par exemple, la même phrase prononcée par un professeur au début de chaque cours en fait un acte typique même si chacun de ces événements constitue un acte singulier. Pour nous, c'est donc moins la typicalité qu'il faut considérer que l'inscription de l'agir dans un contexte plus ou moins large : un contexte local pour un acte (ici et maintenant par exemple) et un contexte plus étendu pour une pratique ; en effet, une pratique s'inscrit dans une histoire, une culture, dans des institutions et conditionne l'agir humain au sein d'une société. Nous sommes d'accord avec Filliettaz pour considérer qu'une pratique peut tout autant être collective, qu'individuelle et que l'on peut y associer des typifications collectives (les genres de discours par exemple) ou individuelles (les styles) mais, en mettant l'accent sur la typification, il insiste trop sur la stabilité et néglige à notre avis le fait qu'une pratique peut évoluer fortement au cours du temps. Nous préférons donc opposer le pôle émergent de l'acte au pôle générique de la pratique selon un axe de singularité, ce que nous résumons dans le schéma suivant.



Cette clarification terminologique ne suffit pas pour lever toute ambiguïté, en particulier sur les concepts d'action et d'activité, car le fait de distinguer l'action (individuelle) de l'activité (collective) ne présuppose rien sur la détermination (individuelle ou collective) de chacun de ces pôles de l'agir. On peut en effet considérer que l'activité collective est la simple addition des actions individuelles et qu'elle est donc essentiellement déterminée au niveau individuel même si elle se réalise collectivement. On peut au contraire considérer que c'est le collectif qui détermine l'individuel : c'est la position défendue par Bronckart ; dans son modèle de l'interactionnisme socio-discursif inspiré des travaux de Bakhtine et Léontiev, Bronckart

considère que l'action langagière est la part individuelle d'une activité collective médiatisée par le langage : « *les activités collectives médiatisées par les pratiques langagières sont premières phylogénétiquement et ontogénétiquement* » (Bronckart, 1996, *op. cit.*, p. 107).

Fillietaz (2006, *op.cit.*) suggère le terme « actant » pour désigner de façon neutre le (ou les) individu(s) engagés dans l'agir mais il propose deux termes différents selon l'interprétation qui est faite sur l'actant :

- « l'acteur » quand l'actant est considéré avec des intentions, des buts ou des finalités donc quand l'action est déterminée dans le pôle individuel,
- « l'agent » quand son action est dépendante d'un collectif auquel il appartient donc quand son action est déterminée du côté du pôle collectif.

Le primat de l'individuel ou du collectif est l'objet de vifs débats depuis de nombreuses années, en particulier en psychologie. On peut citer par exemple la différence entre le constructivisme de Piaget et le socioconstructivisme de Vygotski : ce dernier minimise « la source épistémologique interne de connaissances que Piaget identifiait à la logique de l'action sensori-motrice, puis aux logiques opératoires construites à partir de celles-ci » ; en revanche, il reconnaît l'importance des savoirs sociologiquement institués dans l'acquisition cognitive de chaque individu (Ducret, 2009¹⁰⁴). Certains travaux de recherche récents (Legendre, 2009¹⁰⁵) considèrent les approches de Piaget et Vygotski comme des approches complémentaires qui ont de nombreux éléments en commun : préoccupation de nature épistémologique, approche évolutive et constructive de la connaissance, dépassement des oppositions (entre empirisme et rationalisme pour Piaget, entre dualisme et réductionnisme pour Vygotski) et rejet des dissociations (entre sujet et objet pour Piaget, entre être humain et milieu qui contribue à le façonner pour Vygotski).

Les premiers travaux de didactique, en particulier ceux de didactique des sciences, ont beaucoup fait référence au constructivisme piagétien (cf. par exemple, Giordan, A., Henriques A. & Bang V., 1989¹⁰⁶) ; au contraire, les travaux plus récents se réclament fréquemment du socioconstructivisme de Vygotski (cf. par exemple Jaubert et Rebière, 2000¹⁰⁷). Actuellement, de nombreux travaux de didactique considèrent l'importance du collectif et du social dans la production des pensées et conduites en contexte didactique. Pour Sensevy (2007, *op. cit.*), l'action didactique est coopérative et dialogique – c'est une « action conjointe, fondée sur une communication dans la durée entre le professeur et les élèves, donc sur une relation qui actualise l'action, et qui est actualisée en retour par celle-ci ». D'autres chercheurs mettent en avant les interactions entre élèves. Par exemple, Weil-Barais et Bouda s'appuient à la fois sur les travaux de Piaget et ceux de Kerbrat-Orecchioni pour analyser les activités expérimentales à l'école primaire à partir des interactions entre élèves. Elles considèrent que les activités des enfants sont largement dépendantes des contextes sociaux dans lesquels ils sont insérés : dans le cadre scolaire, elles postulent que le contexte interactionnel est déterminé par le contexte

¹⁰⁴ DUCRET, J.-J.(2009). Préambule In *Construction intra intersubjective des connaissances et du sujet connaissant – Actes du 3^{ème} colloque « Constructivisme et Éducation »* (pp. 13-18). Genève : SRED.

¹⁰⁵ LEGENDRE, M.-F. (2009). Piaget et Vygostki en contexte éducatif : complémentarité ou opposition? In *Construction intra intersubjective des connaissances et du sujet connaissant – Actes du 3^{ème} colloque « Constructivisme et Éducation »* (pp. 181-192). Genève : SRED.

¹⁰⁶ GIORDAN, A., HENRIQUES A. & BANG V. (1989). *Psychologie génétique et didactique des sciences*. Berne : Peter Lang.

¹⁰⁷ JAUBERT, M. & REBIERE M. (2000) Observer l'activité langagière des élèves en sciences, *ASTER* ,31, 173-195.

social de la classe (Weil-Barais et Bouda, 2004¹⁰⁸). Pour notre part, dans différents travaux portant sur l'école primaire nous avons considéré que l'activité des élèves pouvait être insérée dans une pratique dépassant l'échelle de la classe : celle d'une communauté scientifique scolaire qui pouvait déterminer au moins en partie l'activité menée au sein de chaque classe (cf chapitre précédent).

4.2 Activité expérimentale et langagière – activité empirique et dialogique

Texte 3

Dans des travaux réalisés en collaboration avec des chercheurs issus d'autres domaines (psychologie, didactique du français...), nous avons analysé l'activité effective des élèves lors d'activités expérimentales réalisées à l'école maternelle et élémentaire. Nous présenterons plus loin l'analyse d'un exemple de moment scolaire portant sur l'étude du brouillard. Nous allons dans un premier temps, préciser certaines caractéristiques de cette activité scolaire effective. En parlant d'activité effective, nous voulons souligner deux aspects différents :

- la différence entre l'activité prescrite par l'enseignant ou à défaut d'être explicitement prescrite celle qui est implicitement attendue, ce que nous avons appelé la tâche¹⁰⁹ et l'activité effectivement réalisée par les élèves,
- la différence entre l'activité accessible à l'observateur à travers des effets visibles (en particulier des actes singuliers) et l'activité en partie invisible des élèves.

Nous avons volontairement évité d'utiliser le terme « activité réelle » - terme qui soulèverait de nombreux problèmes d'ordre méthodologique et théorique. Lors d'activités expérimentales conduisant généralement à la réalisation matérielle d'expériences et à la rédaction d'un compte-rendu, nous considérons que l'activité des élèves se déroule sur deux plans étroitement dépendants l'un de l'autre : un plan expérimental et un plan langagier. Ces deux plans et les différentes phases de travail (le plus souvent une phase de réalisation de l'expérience suivie d'une phase d'écriture de compte-rendu) contribuent généralement à un même enjeu cognitif, la mise à l'épreuve d'hypothèses, de conjectures ou de modèles formulés ou élaborés préalablement par les élèves.

En dehors de ces phases et de ces plans, l'activité scientifique scolaire met donc en jeu différents registres. Nous reprenons ici le schéma de la modélisation de Martinand qui distingue le registre du référent empirique et le registre des modèles construits sur ces référents, selon des exigences qui n'ont pas de solution dans le premier registre (Martinand, 2000¹¹⁰). Contrairement à d'autres approches didactiques de la modélisation (Tiberghien, Buty, & Le Maréchal, 2003¹¹¹), nous ne considérons pas que le registre empirique est constitué uniquement d'objets ou de phénomènes – donc de ce qu'on appellerait le réel – mais

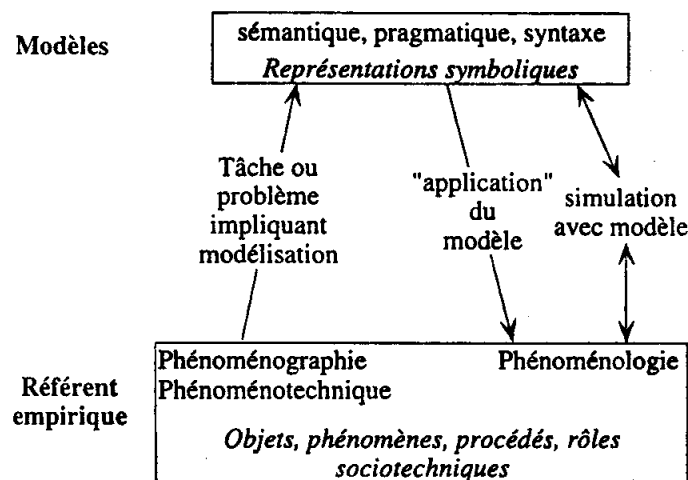
¹⁰⁸ WEIL-BARAIS, A. & BOUDA, N. (2004). Contexte social et interactionnel d'activités expérimentales à l'école primaire. *ASTER*, 38, 211-236.

¹⁰⁹ Nous reprenons ici la distinction opérée généralement en ergonomie entre tâche prescrite et activité effectivement réalisée (LEPLAT, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail, contribution à la psychologie ergonomique*. Paris, PUF.)

¹¹⁰ MARTINAND, J.-L. (2000). Rapport au savoir et modélisation en sciences. In A. Chabchoub (dir.), *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences. Actes du 5e colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences*, tome 1 (pp. 123-135). Tunis.

¹¹¹ TIBERGHIE, A., BUTY, C. & LE MARÉCHAL, J.-F. (2003). La modélisation, axe prioritaire d'une approche théorique sur les relations entre apprentissage et enseignement. In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Eds.), *Actes des 3es rencontres scientifiques de l'ARDIST « Recherches en didactique des sciences et des techniques : Questions en débat »* (pp. 309-314). Toulouse : ENFA.

comporte aussi les connaissances phénoménologiques, phénoménotechniques ou phénoménographiques qui leur sont associées. Dans ce cadre didactique, il n'y a pas opposition ontologique entre modèle et référent mais plutôt une différence d'ordre conjoncturel. Ce qui est référent à un moment donné est une description qui remplace la réalité qu'on ne connaît pas ; de la même façon, un modèle peut se substituer à une description antérieure et être incorporé comme phénoménologie dans un nouveau registre empirique (Larcher, 2003¹¹²). Un des résultats de recherches antérieures sur la modélisation a été d'attirer l'attention sur les difficultés d'élaboration du registre du référent empirique : les objets et phénomènes ne sont pas « donnés » mais ils sont le résultat d'une lecture de la « réalité » - lecture qui n'est pas forcément la même pour les élèves et pour des adultes instruits (Martinand, 2000, *op. cit.*).



Schéma¹¹³ de la modélisation (Martinand)

Nous avons utilisé ce schéma de la modélisation, non seulement pour caractériser les productions cognitives des activités scolaires mais aussi pour analyser les activités scientifiques scolaires qui peuvent conduire à ces élaborations cognitives. Dans ces conditions, chacun des plans expérimental ou langagier de l'activité scolaire peut être analysé selon ces deux registres. Sur le plan langagier, Orange, Fourneau, et Bourbigot (2001¹¹⁴) distinguent ainsi le débat explicatif se situant au niveau des modèles explicatifs et le débat empirique. Le débat explicatif peut avoir lieu par exemple autour d'écrits de travail proposés par différents groupes d'élèves - chaque écrit de travail constituant l'ébauche d'une explication possible du phénomène étudié. En revanche, le débat reste dans le registre empirique quand la discussion entre élèves porte sur la conformité des productions d'élèves avec les observations réalisées. Il s'agit alors de problèmes de représentation de faits empiriques et non de constructions explicatives.

¹¹² LARCHER, C. (2003). Contribution à la table ronde « cadres théoriques autour de la modélisation ». In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Eds.), *Actes des 3es rencontres scientifiques de l'ARDIST « Recherches en didactique des sciences et des techniques : Questions en débat »* (pp. 305-308). Toulouse : ENFA.

¹¹³ Il s'agit ici du premier schéma de la modélisation élaboré par Martinand ; le deuxième schéma, plus complexe, est plus approprié pour l'enseignement secondaire et supérieur.

¹¹⁴ ORANGE, C., FOURNEAU, J.-C. & BOURBIGOT, J.-P. (2001). Écrits de travail, débats scientifiques et problématisation à l'école élémentaire. *ASTER*, 33, 111-134.

Sur le plan de l'activité expérimentale, Coquidé (1998¹¹⁵) distingue trois modes didactiques différents. Le premier mode est celui de la familiarisation pratique avec des objets et des phénomènes ; on peut alors parler d'une « expérientiation ». Le second mode est celui de l'investigation empirique ; ce qui est en jeu se situe alors dans le processus et la méthode et on peut parler d'une « expérience-objet » (au sens où c'est l'expérience elle-même qui est l'objet de l'apprentissage). Le troisième mode enfin est celui de l'élaboration théorique ; ce qui est en jeu se situe alors au niveau des savoirs et on peut parler alors d'une « expérience-validation ». Ce ne sont donc pas les mêmes registres d'élaboration scientifique qui sont en jeu dans chaque cas. En effet, alors que l'expérientiation et l'investigation empirique se situent dans le registre empirique, l'expérience-validation implique nécessairement une mise en relation entre le registre empirique et le registre des modèles.

Chaque phase de travail consacrée à la réalisation d'expériences ou à l'écriture d'un compte-rendu d'expériences doit donc être caractérisée à la fois sur chacun des plans (expérimental et langagier) et selon sa contribution aux deux registres (empirique et modèles) ; c'est que nous résumons dans le tableau ci-dessous (extrait du texte 3).

Phases de travail	Tâche expérimentale	Tâche langagière	Enjeu cognitif
phase 1 (réalisation de l'expérience)	Réaliser l'expérience et produire des données empiriques	Discuter pour coordonner les actions à effectuer et se mettre d'accord sur les résultats à retenir	Tester les modèles explicatifs : mettre en relation les nouvelles données empiriques avec les modèles préalables
phase 2 (écriture du compte-rendu)	Rendre compte des actions et des observations	Rédiger collectivement un compte-rendu d'expérience	

Dans une majorité de cas, ces phases de travail sont organisées en petits groupes permettant ainsi de répondre à un ensemble hétérogène de contraintes, (organisationnelle, matérielle, pédagogique...). Dans la première phase, l'activité se situe principalement sur le plan expérimental : chaque groupe d'élèves doit réaliser l'expérience en mettant en œuvre un certain nombre de moyens matériels qui leur permettront de produire des données empiriques (observations, mesures...). Cependant, l'organisation de ce travail en petits groupes entraîne nécessairement une activité langagière : les élèves doivent discuter entre eux pour coordonner les actions à effectuer et se mettre d'accord sur les résultats à retenir. Au contraire, dans la deuxième phase, l'activité se situe principalement sur le plan langagier : chaque groupe doit en effet rédiger un compte-rendu de l'expérience qu'ils viennent de réaliser. L'activité expérimentale est donc présente ici au second plan comme contenu discursif des discussions orales entre élèves et de l'écrit qu'ils élaborent en commun.

Ces deux phases correspondent donc à des activités *a priori* très différentes mais qui contribuent en fait à un même enjeu général : tester les modèles explicatifs élaborés au préalable. Il s'agit en effet de mettre en relation des observations qui vont être réalisées en classe et des hypothèses qui ont été formulées auparavant. L'activité expérimentale se situe donc dans le mode didactique de « l'expérience validation » avec une nécessaire mise en relation des données empiriques et des modèles explicatifs. De la même façon, l'activité langagière doit conduire *a priori* à un débat entre élèves sur le plan empirique comme sur le

¹¹⁵ COQUIDÉ, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *ASTER*, 26, 109-132.

plan explicatif. Ces deux phases de travail conduisent donc à des tâches complexes qui mettent en jeu deux modalités d'activité complémentaires et deux registres différents d'élaboration scientifique qui doivent être mis en relation.

Bien entendu, toute activité scientifique scolaire ne repose pas sur la réalisation d'expériences : d'autres moyens peuvent être utilisés pour mettre en relation les objectivations de la classe avec la « réalité empirique ». En utilisant ce terme « réalité empirique », nous voulons insister sur le fait que les élèves – pas plus que les scientifiques – ne travaillent sur un « réel en soi » mais sur un ensemble de phénomènes accessibles à l'observation. Nous ne voulons pas dire que toute construction scientifique passe nécessairement par une démarche empirique mais, pour l'école primaire au moins, cette approche empirique est pour nous un aspect essentiel d'une épistémologie scolaire.

Par ailleurs, les activités langagières nous intéressent moins par rapport à ce qu'elles produisent (différents textes écrits ou oraux¹¹⁶ qui jalonnent les moments scolaires à visée scientifique) que par ce qu'elles rendent possible : une communication et une coopération entre les élèves dans la conduite de l'ensemble des activités scientifiques scolaires. De ce point de vue¹¹⁷, la langue (langue française dans notre cas) est moins une fin qu'un moyen de réaliser cette communication scientifique scolaire. Plus fondamentalement, l'activité langagière est pour nous une activité dialogique et cette activité dialogique peut se réaliser par d'autres moyens que la langue (langages gestuel, iconique...) en particulier pour de jeunes élèves qui en maîtrisent encore peu les subtilités. Alors que nous avons évoqué auparavant une activité à la fois expérimentale et langagière, nous proposons de distinguer de façon plus générale une « activité empirique » - celle qui met les élèves en rapport avec les réalités empiriques – et une « activité dialogique » - celle qui met les élèves en rapport entre eux et avec le maître¹¹⁸. Pour nous, il ne s'agit pas d'activités indépendantes mais bien de deux plans sur lesquels peut se développer une même activité scolaire à visée scientifique.

4.3 Une activité empirique et dialogique pour étudier le mécanisme de formation du brouillard

Nous avons utilisé ce cadre d'analyse dans une recherche visant une caractérisation de l'activité effective des élèves pendant une séquence didactique consacrée à l'étude du brouillard au CM1-CM2 (extrait ci-dessous).

Extrait du texte 3

La séquence didactique qui fait l'objet de cette analyse présente des caractéristiques assez « classiques » pour les sciences à l'école primaire. Nous en citerons quatre qui sont importantes pour l'analyse des extraits de corpus que nous présentons ici :

- un ancrage sur des objets/phénomènes faisant partie de « l'environnement quotidien » des élèves,
- un recours à l'investigation expérimentale comme moyen d'élaboration cognitive,

¹¹⁶ Nous prenons ici le terme « texte » dans le sens retenu par Bronckart : unité de production verbale écrite **ou** orale (Bronckart, 1996, *op. cit.*).

¹¹⁷ Ce n'est pas le point de vue de nombreux enseignants du primaire qui utilisent les activités scientifiques scolaires également pour des visées relevant de l'apprentissage de la langue. Nous reviendrons sur cette question dans le chapitre 8 pour examiner les différents niveaux de cohérence des pratiques professionnelles.

¹¹⁸ Sensevy évoque pour sa part deux types de « transactions », les transactions « intramondaines » et les transactions « intersubjectives » (Sensevy, 2007, *op. cit.*)

- un usage important du « langage » (oral, écrit, texte, dessin),
 - une alternance d'activités (écriture, discussion, réalisation d'expériences...) associées à des modes de regroupement spécifiques (individuel/groupe/collectif) conduisant à une succession dans une même séance de différentes phases de travail bien contrastées tant sur le plan des tâches prescrites que sur celui de leur organisation pédagogique.

Trois questions proposées par l'enseignant ont servi de fil conducteur à cette séquence :

Q1 : Qu'est-ce que le brouillard ?

Q2 : Comment se forme le brouillard ?

Q3 : Peut-on/comment faire du brouillard en classe ?

Ces différentes questions nécessitent la mise en relation entre deux registres : celui des modèles et celui du référent empirique. L'étude du brouillard en classe présente *a priori* des difficultés sur chacun de ces deux registres. Sur le plan empirique, le phénomène physique évoqué (condensation de la vapeur d'eau dans l'air) est difficilement reproductible en classe ; de plus, une observation non instrumentée ne permet pas d'accéder à l'échelle des gouttelettes d'eau en suspension dans l'air (trop petites pour être vues à l'œil nu). Sur le plan du modèle, l'explication de la formation du brouillard fait intervenir des notions peu accessibles à l'école primaire (saturation de l'air en vapeur d'eau par exemple) et pose des questions de changement d'échelle¹¹⁹ difficilement compréhensibles sans approche quantitative.

Nous présentons ci-dessous le descriptif général de cette séquence avec le détail des deux phases de travail planifiées par l'enseignant qui ont fait l'objet de notre analyse (phases 1 et 2 de la deuxième séance).

Descriptif général des séances sur le brouillard

Séance 1	Première formulation des réponses aux questions « Qu'est-ce que le brouillard ? » et « Comment se forme le brouillard ? » - conception de protocoles expérimentaux
Séance 2	Phase 0 : discussion collective des protocoles expérimentaux Phase 1 : réalisation par groupe d'expériences pour « fabriquer du brouillard » Phase 2 : écriture par groupe d'un compte-rendu d'expérience
Séance 3	Mise en commun et discussion des résultats expérimentaux Structuration des connaissances à partir de la lecture de documents

4.4 Analyse de l'activité effective d'un groupe d'élèves

L'analyse de l'activité effective a été conduite à partir des actes individuels observés au niveau d'un petit groupe d'élève filmé en continu. Cette activité a été caractérisée à partir d'une grille prenant en compte les différentes modalités d'actions effectivement observables (productions d'écrit, énoncés oraux, actions matérielles) et des registres dans lesquels se situaient ces actions. Nous ne repreneons ici que quelques éléments saillants de cette analyse.

¹¹⁹ On doit distinguer trois échelles : - celle de l'observation courante non « instrumentée » (échelle macroscopique) - celle des gouttelettes d'eau trop petites pour être visibles à l'œil nu mais qui ont un effet visible à l'échelle macroscopique (échelle mésoscopique) - celle des atomes et des molécules (échelle microscopique).

Extrait du texte 3

L'analyse a été réalisée à partir d'une observation portant exclusivement sur un groupe de quatre élèves¹²⁰ : Annie, Dorothee, Marielle et Valérian (identifiés par An, Do, Ma et Va dans le corpus), pendant les deux phases de travail que nous avons décrites ci-dessus. Avant de présenter quelques éléments de cette analyse, nous allons examiner le contenu du « protocole expérimental » rédigé sur une grande affiche par ce groupe à la fin de la séance précédente (séance 1 du document1). La description de ce contenu¹²¹ est en effet importante pour notre analyse si on considère que ce document fixe le cadre à la fois théorique, observationnel et technique que ce groupe d'élèves a choisi pour guider l'activité qui va suivre dans la deuxième séance qui est analysée ici.

La première partie est un énoncé du « modèle théorique » provisoire élaboré par les élèves lors des premières phases de la séance¹²² pour répondre à la question « comment se forme le brouillard ? » : c'est l'influence de la température qui est mise en avant pour expliquer la formation du brouillard. Cette influence est présentée de trois façons successives comme pour en souligner l'importance : d'abord en faisant appel à une expression du langage commun (« *quand il fait frai* »), puis de façon plus scientifique en faisant appel à une grandeur quantifiable (quand la température baisse) et à une valeur de référence (« -0 ») et enfin en soulignant verbalement l'importance du facteur thermique (« *très très froid* »). Assez curieusement, le terme « brouillard » est remplacé par « brume » ce qui n'est pas très gênant compte tenu de la similarité de ces phénomènes météorologiques : la distinction entre les deux se limite à un critère de visibilité. Dans la deuxième partie de l'affiche – qui répond à la question « qu'est-ce-que le brouillard » - le phénomène est identifié à la « *rosée du matin* », elle-même décrite comme une « *petite pluie* » ; cette deuxième partie est une reformulation d'observations empiriques que les élèves ont pu réaliser avant cette séquence didactique. On peut noter que cette formulation indique une compréhension au moins partielle de la nature physique du brouillard (minuscules gouttes d'eau).

Protocole expérimental utilisé par le groupe observé

- Quand il fait frai la brume arrive.
- Quand la température baisse (- 0)
La brume arrive.
- Quand il fait très très froid (il peut geler) la brume arrive

C'est la rosée du matin (la rosée du matin est une petite pluie du matin)

Matériel

- expérience :
- un vert d'eau
- des glaçons
- un thermomètre
- une boîte (avec un couvercle)

¹²⁰ Les prénoms des élèves ont été changés pour cet article.

¹²¹ Le contenu de l'affiche a été retranscrit pour une meilleure lisibilité mais l'orthographe et la présentation ont été conservées.

¹²² La première séance de travail a alterné différentes phases de travail (individuel, collectif et en groupes) qui ont permis l'expression des idées préalables des élèves et une première discussion guidée par le maître sur la nature et les causes du phénomène étudié. Cet écrit intermédiaire n'est donc ni tout à fait un écrit « premier » ni un écrit terminal validé par le maître ; c'est au contraire un écrit de travail qui s'inscrit de façon fonctionnelle dans la démarche d'investigation, le processus d'écriture étant associé au processus d'élaboration collective des connaissances..

La dernière partie de l'affiche (également séparée par un trait horizontal) correspond au protocole proprement dit qui se réduit à une liste de matériel. De façon cohérente avec la première partie de l'affiche, la liste de matériel comprend une quantité d'eau et un récipient pour la contenir (« un verre d'eau »), un moyen de refroidissement (« des glaçons »), un instrument de repérage de la température (« un thermomètre »), et ce qui peut être compris comme une enceinte de confinement (« une boîte avec un couvercle »). Cette dernière partie comporte donc des aspects techniques qui sont – implicitement au moins - corrélés aux observations à réaliser pour tester le modèle. Sans juger de la pertinence scientifique ou technique de ces propositions, nous pouvons remarquer que le texte élaboré par les élèves est globalement conforme à la tâche prescrite par l'enseignant avec une mise en œuvre des différents types d'activité nécessaires à la mise en relation du registre des modèles et du registre empirique.

Nous présentons ci-dessous deux extraits des échanges oraux qui illustrent bien un des résultats essentiels de cette recherche : le décalage entre ce qui est visé par l'enseignant et ce que font effectivement les élèves. Ils montrent aussi l'importance des interventions du maître pour recentrer l'activité vers les tâches prévues.

4.5 Deux épisodes de glissement technique

Extraits du texte 3

Dans le premier épisode assez long (4 min 10), les élèves se consacrent essentiellement au « déballage des glaçons » en déchirant les sacs à alvéoles en matière plastique ; les actions sont assez peu coordonnées. Ce moment de travail strictement technique s'accompagne de quelques conflits voire d'une sortie totale de la tâche à la fin de l'épisode quand Valérian et Annie se querellent à propos des éclaboussures. L'enseignant (vigilant) intervient peu de temps après pour recentrer l'activité de ce groupe, ce qui fait ressortir dans un premier temps un désaccord technique. L'intervention du maître permet ensuite de recadrer les élèves et d'orienter leur activité vers une dimension plus scientifique en revenant sur un facteur expérimental important : la température de l'eau.

Extrait épisode 1.1.

Le maître apporte un verre et des glaçons au groupe 2

M : vous n'êtes pas obligés de tout employer

Va et Ma s'emparent d'un sachet de glaçons

An : Non, mais arrêtez

Va cherche à sortir un glaçon , Ma prend le paquet, Va essaie de planter un crayon sur le sac (...)- Va et An mettent des glaçons dans la boîte- An compte les glaçons

An : On en a mis onze

Chacun met des glaçons dans la boîte - Va continue à en mettre dans le verre- Do et Ma (face à face en arrière plan) découpent les sacs à glaçons en riant.

Va : allez/ho là

Au début de la deuxième phase de la séance, l'écriture du compte rendu passe par un épisode de discussion de l'orthographe des mots qu'ils sont en train d'écrire. Nous considérons qu'il s'agit là d'un aspect « technique » de l'écriture par rapport à la tâche prévue ; ce ne serait évidemment pas une interprétation possible dans le cas d'une séance d'apprentissage de la langue. Cet épisode est donc assez comparable – malgré des modalités d'activité très différentes - à celui du déballage des glaçons avec un glissement sur les aspects techniques de la tâche.

Extrait épisode 2.1.

An (*qui a pris la feuille*) : Bon alors ! (*en lisant le titre de la première colonne du document*¹²³) « conditions de l'expérience » !

Do *reprend la feuille et écrit* : (« de glaçon »)

Va : des glaçons

An : t'as écrit « de glaçon » / des avec un s /

Va : c'est des glaçons

Do corrige

An *commence à écrire* « un thermomètre »

Va : si tu veux / y a pas

An : comment on écrit thermomètre

Do : T / e / r / m / o

Une intervention de l'enseignant va une nouvelle fois recentrer l'activité vers une dimension plus « scientifique », en mettant provisoirement de côté les problèmes de langue (« *ne faites pas de phrases* »).

4.6 Prégnance des aspects techniques de la tâche

Dans cette séance, la tâche prescrite pour la première phase de travail doit *a priori* conduire à la mise en relation du registre empirique et du registre des modèles. L'expérience s'inscrit dans une recherche d'explication, comme l'ensemble des activités menées dans cette séquence qui doivent permettre de répondre à deux questions : « qu'est-ce que le brouillard » et « comment se forme-t-il ? ». On peut ainsi considérer que les élèves vont tester expérimentalement les modèles explicatifs provisoires qu'ils ont ébauchés dans la séance précédente et qui sont résumés dans la première partie de leurs affiches. Cependant, cette séance est centrée sur la réalisation matérielle de l'expérience et sur la conduite d'observations, comme l'indique très clairement la fiche devant être remplie par les élèves dans la deuxième phase de la séance – fiche qui comporte trois colonnes : « les conditions de l'expérience, ce qu'on a fait, ce qu'on a observé ». Cette séparation, assez classique pour un compte-rendu scolaire d'expérience, doit conduire à distinguer trois types de renseignements : les éléments matériels nécessaires à la réalisation de l'expérience, les actions qu'ils ont effectuées avec ce matériel et les observations qu'ils ont pu faire. La tâche prescrite dans cette séance est donc très complexe puisqu'il existe deux types de mises en tension. En premier lieu, au niveau de l'ensemble de la séquence didactique, l'expérience met en tension une tâche théorique et une tâche empirique correspondant à deux registres différents de la modélisation du brouillard. En second lieu, à l'échelle de la séance observée, la tâche empirique est elle-même dédoublée entre une tâche d'observation et une tâche technique. Enfin, la tâche se décline selon trois modalités complémentaires (action matérielle, discussion orale, écriture) dont l'importance relative s'inverse entre la première et la seconde phase de la séance. Dans ces conditions la tâche prescrite est très complexe et peut ainsi entraîner des interprétations multiples au niveau de l'activité effective des élèves.

Les aspects techniques dominant dans les activités effectives des élèves et l'activité des élèves se situe très rarement dans le registre des modèles sauf quand le maître intervient pour rappeler l'enjeu de cette expérience, enjeu que les élèves ont semble-t-il tendance à perdre de vue à certains moments en se concentrant sur les aspects manipulatoires. C'est sans doute un

¹²³ Le compte-rendu d'expérience doit être rédigé sur un document sur lequel figurent déjà trois colonnes : « *les conditions de l'expérience/ ce qu'on a fait/ ce qu'on a observé* ».

détour inévitable mais à certains moments, les élèves semblent se faire piéger par certains aspects de la tâche qui peuvent rentrer en interaction avec d'autres moments familiers dans le domaine scolaire ou en dehors de l'école. Ainsi, le « déballage » des glaçons à partir des sacs à glaçons (sacs jetables à remplir d'eau) est indispensable dans un usage domestique ordinaire mais il n'a pas d'intérêt si on utilise les glaçons comme « source froide ». Les élèves ont donc perdu beaucoup de temps avant l'intervention de la maîtresse : « vous avez oublié votre expérience pour vous amuser avec les glaçons ». De la même façon, l'épisode de remplissage de la fiche comporte plusieurs échanges entre les élèves sur la question d'écrire ou non son nom de famille. Un peu plus loin une discussion est engagée sur l'orthographe du mot thermomètre (extrait 2), discussion arrêtée par la maîtresse qui signale que l'orthographe n'est pas importante pour le moment. Il est clair que ces deux aspects de l'écriture (nom de l'élève, orthographe) sont très importants pour d'autres moments scolaires : c'est donc le contrat scolaire « ordinaire » qui piège ici les élèves¹²⁴.

4.7 Activité scientifique scolaire et activité quotidienne

Extrait du texte 3

L'analyse de l'activité effective des élèves dans ce travail expérimental fait apparaître ce qu'on peut appeler un glissement de l'activité par rapport à ce qui est visé par l'enseignant. Ce glissement, présent notamment lors de la réalisation matérielle de l'expérience, semble provenir essentiellement de l'ambiguïté de la tâche impliquant un dispositif matériel. En se polarisant sur la réalisation matérielle de l'expérience, les élèves oublient l'enjeu cognitif de l'activité : l'activité matérielle n'est plus un moyen mais une fin en soi. On peut considérer que les élèves sortent ainsi (involontairement) de l'activité scientifique scolaire pour rentrer dans une activité « ordinaire » (activité domestique par exemple) où la manipulation d'objets répond à une finalité utilitaire. Ce glissement que nous avons observé est très voisin de ceux observés dans d'autres domaines d'apprentissage et qui sont considérés comme des effets du contrat didactique (Bautier, 2006).

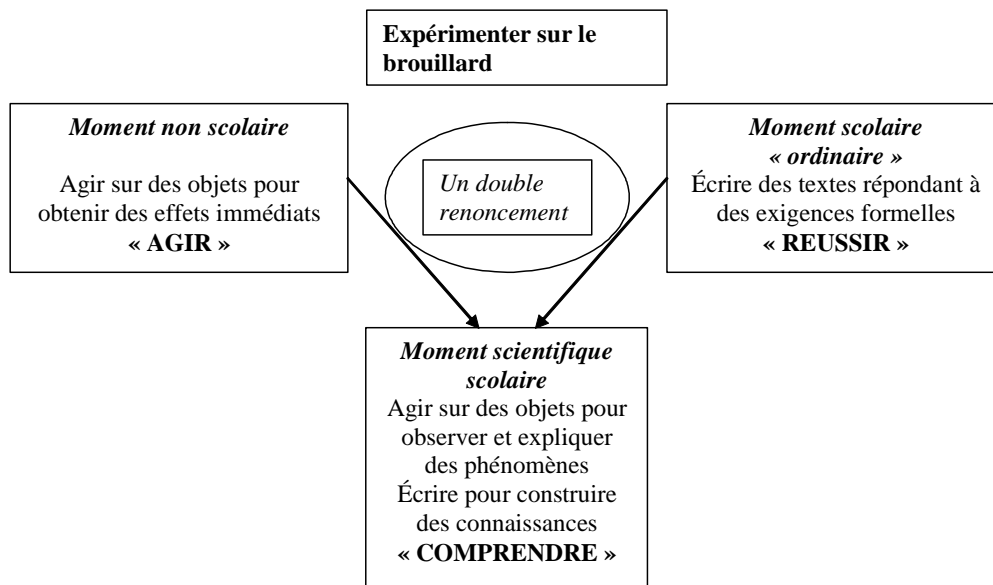
Cette difficulté observée ici dans un cas particulier nous semble liée à une des caractéristiques de ce domaine éducatif de l'école primaire qui est de porter sur des objets d'étude faisant partie de l'environnement familier des élèves. La familiarité des élèves avec certains objets ou phénomènes peut constituer une difficulté quand l'utilisation qui est faite de ces objets dans les moments scolaires de sciences s'oppose à leur utilisation habituelle (Bisault, 2005b). C'est donc bien la distinction entre des « moments scientifiques scolaires » amenant à porter un regard particulier sur certains objets et d'autres moments portant sur les mêmes objets qui peut poser des difficultés aux élèves. La familiarité avec ces objets peut faciliter la mise en place d'activités scientifiques sur le plan pratique mais elle peut aussi être un piège redoutable pour les élèves comme pour les enseignants.

Un glissement comparable à celui que nous venons de décrire se produit dans la phase d'écriture du compte-rendu mais cette fois-ci l'ambiguïté de la tâche ne correspond pas à un lien possible entre moment scientifique scolaire et moment non scolaire mais plutôt à un lien fait par les élèves entre deux moments scolaires différents comprenant une tâche d'écriture : ceux insérés dans une séquence d'apprentissage scientifique et ceux relevant d'un apprentissage de la langue. Ce n'est qu'après une intervention du maître que les élèves abandonnent le travail « technique » d'écriture (orthographe et forme des phrases notamment) pour porter le travail d'écriture sur les phénomènes observés. Le travail d'écriture attendu ici exige donc une certaine forme de renoncement par rapport à des aspects importants du « contrat scolaire », du moins tel qu'il peut être perçu par les élèves, notamment dans le

¹²⁴ Cette question a été étudiée depuis plusieurs années en didactique des mathématiques, notamment en faisant appel à la notion de milieu (BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.)

respect de certaines « normes » d'écriture. Cette difficulté a déjà été mise en évidence dans des recherches antérieures sur l'écriture en sciences qui ont montré la nécessité de revaloriser le rôle des brouillons par rapport aux écrits expositifs répondant à des exigences formelles (Vérin, 1995).

C'est sans doute à cause d'une prise en compte insuffisante des spécificités « scientifiques » des tâches de manipulation et d'écriture que les élèves ont accordé autant d'importance aux aspects « techniques ». L'entrée dans ce moment scolaire de sciences exige donc un double renoncement. D'une part, il faut renoncer à agir sur des objets pour obtenir des effets immédiats comme c'est le cas dans une activité quotidienne mais plutôt agir sur des objets pour observer et expliquer des phénomènes. D'autre part, les élèves doivent renoncer à « réussir » la production formelle de textes comme c'est le cas dans d'autres moments scolaires mais écrire pour construire des explications. Pour que l'activité scientifique scolaire joue pleinement son rôle, il est donc nécessaire de la distinguer à la fois des activités non scolaires et d'autres activités scolaires.



Moment non scolaire, moment scolaire ordinaire ou moment scientifique scolaire

5 Des objectivations scientifiques à l'école maternelle

Textes 7, 21

Les observations empiriques que nous allons reprendre ici dans une perspective curriculaire ont été initialement réalisées dans une autre perspective de recherche (didactique des apprentissages et rôle des activités langagières dans les apprentissages scientifiques). Même si nous avons construit le concept de « moment scolaire à visée scientifique » postérieurement à ces travaux, nous disposons avec cet exemple d'un matériau particulièrement illustratif pour introduire ce concept et les autres constructions théoriques qui structurent notre travail de recherche actuel. Nous utiliserons le terme « moment » à la fois pour désigner l'ensemble d'une séance ou pour analyser certaines parties d'une séance. Comme nous le justifierons dans la suite de ce mémoire, le « moment » est pour nous l'entité sur laquelle porte notre analyse curriculaire. Cette unité fonctionnelle d'analyse peut donc correspondre à différentes échelles de temps selon le « grain » de cette analyse¹²⁵.

5.1 Un moment de « découverte » d'un objet familier en maternelle

Le moment scolaire que nous présentons ici est extrait d'un travail mené en parallèle dans deux classes de la même école maternelle (tout petits – petits et petits - moyens). Ce travail, centré sur la découverte d'un objet familier (l'aspirateur) a été programmé sur trois séances. Nous nous intéresserons ici principalement à la première séance dont les différentes phases prévues par les enseignants sont décrites ci-dessous.

a-expression libre sur l'objet et son utilisation

émergence des représentations « sociales » - à quoi ça sert ? qui s'en sert ?

b-utilisation fonctionnelle de l'aspirateur

(enlever les miettes de gaufrettes de la moquette) - comment le faire fonctionner ? à quoi servent les différents boutons ?

c-aspiration d'objets divers - pourquoi certains objets ne peuvent-ils pas être aspirés ? que se passe-t-il quand on aspire un objet ?

d- recherche des objets aspirés dans l'aspirateur - les objets aspirés ont-ils disparu ? où peut-on retrouver les objets aspirés ?

e-élaboration d'un mode d'emploi de l'aspirateur

Dans la première classe (petits - tout petits), l'activité a été proposée aux dix élèves du groupe des petits (noté « petite section » dans la suite) après la sieste¹²⁶, les tout petits étant toujours en sieste ; dans la deuxième classe (petits-moyens), l'activité a été proposée aux huit élèves du groupe des moyens (noté « moyenne section » dans la suite) pendant la sieste des petits. On peut relever dans cet exemple de moment scolaire à visée scientifique des caractéristiques « habituelles » pour l'école primaire : une étude d'objets ou de phénomènes faisant partie de l'environnement « familier » des élèves, une alternance d'activités à dominante langagière et d'activités à dominante « matérielle » au sein d'une démarche générale d'investigation proposée aux élèves. Notons que l'organisation pédagogique en petits « groupes » est

¹²⁵ La nécessité d'utiliser des unités d'analyse assez souples est un problème rencontré également en analyse de discours avec par exemple la notion d'épisode qui peut être utilisée à différentes échelles (Nonnon, *op. cit.*, 1999)

¹²⁶ Plus précisément, les élèves ont été intégrés progressivement à l'activité au fur et à mesure de leur retour en classe.

également habituelle pour les moments de sciences à l'école primaire même si les conditions particulières décrites ici (sieste) ne sont évidemment pas généralisables en dehors de la maternelle.

5.2 Aspirer une perle : quelle visée pour le maître et quels problèmes pour les élèves ?

(une dizaine d'élèves - sortie de sieste – regroupement sur le tapis)

Maîtresse : si je mets une perle sur le tapis, est-ce qu'on pourra l'aspirer ?

Salomé : non, parce-que sinon on pourra plus faire de collier

Elle ramasse la perle.

M : ah, on pourra plus faire de collier / c'est vrai que si on la perd / laisse-là sur le tapis, où est-ce qu'elle va passer la perle ?

Benoît : en dessous

M : elle va passer en dessous, oui et après ?

Benoît : après il faut l'enlever, ça va coller

M : ah, on va peut-être essayer pour voir, vous ne voulez pas qu'on essaie ?

Marin : non, on va la perdre

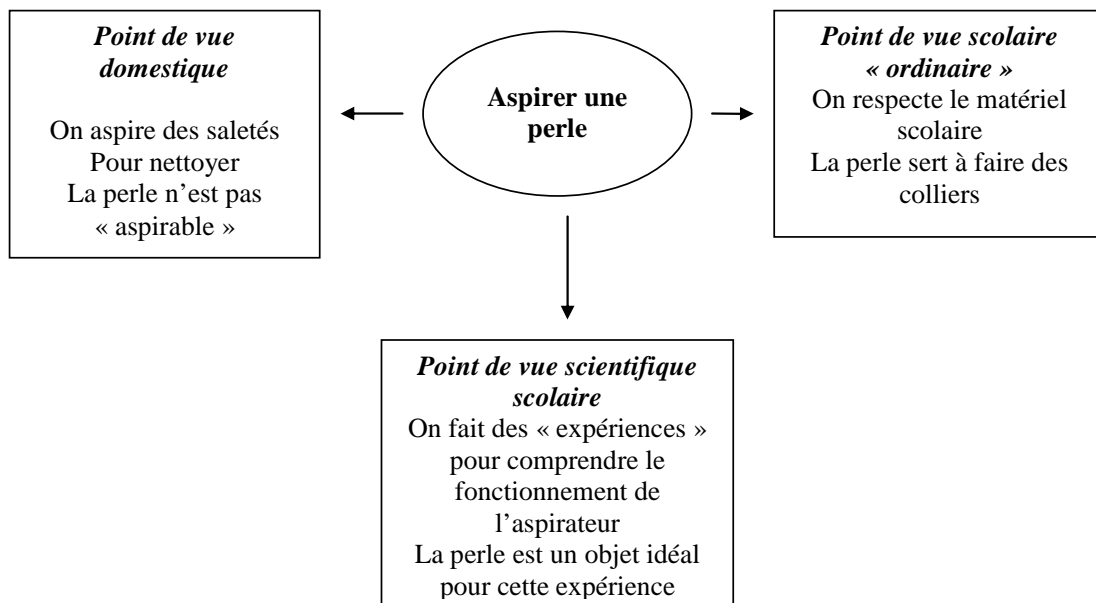
La maîtresse finit par chercher quelques cailloux qui seront aspirés puis récupérés un peu plus tard dans le sac de l'aspirateur...un élève propose ensuite d'aspirer la perle

Extrait corpus aspirateur maternelle petite section (séance 1- phase c)

Ce court extrait du corpus obtenu pour la petite section montre un « moment » clé de cette séance : celui où des objets familiers (aspirateur, perles...) sont placés dans des situations non familières. Après avoir laissé les élèves utiliser l'aspirateur pour nettoyer la moquette (jonchée de miettes après une dégustation de gaufrettes), la maîtresse propose d'aspirer une perle. Dans la visée « scientifique » de l'enseignante, la perle est un objet « idéal » (par ses dimensions et par sa facilité d'identification) pour étudier le cheminement des objets aspirés dans l'aspirateur. La proposition de l'enseignante subit pourtant un refus catégorique de la part des élèves (à deux reprises dans ce court extrait, trois fois dans le moment réel). Ce refus peut être interprété de différentes manières correspondant à différents points de vue possibles. Du point de vue de la visée scientifique de ce moment scolaire, les élèves ne savent pas encore que la perle aspirée pourra être récupérée (« *on va la perdre* ») puisque précisément la proposition de l'enseignante cherche à faire construire l'idée de « conservation » de l'objet aspiré. D'autre part, sur le plan « scolaire », cet objet fait partie du matériel qu'on apprend à respecter à ce niveau de la scolarité et son aspiration peut alors être considérée comme une destruction qui empêche d'autres formes du « travail » d'un élève de petite section (« *on pourra plus faire de collier* »). Enfin, sur le plan de son usage « domestique ordinaire », l'aspirateur sert à aspirer des « *saletés* » (miettes, poussières) et non des objets : la perle n'est donc pas *a priori* « aspirable »¹²⁷. Le refus catégorique est donc justifiable sur chacun de ces trois points de vue. Cet « incident » amènera l'enseignante à modifier sa proposition en proposant d'aspirer des cailloux. Il n'y aura pas cette fois-ci de refus, mais pourtant un des

¹²⁷ Nous montrons plus loin que ce terme peut être pris avec différentes significations.

élèves s'acharnera à les écraser, sans doute pour les rendre aspirables. Comme on le voit bien sur cet exemple les objets proposés aux élèves (aspirateur, perles) et les tâches scolaires associées peuvent être interprétées de différentes façons selon le point de vue adopté. Il est clair que le point de vue privilégié par l'enseignante s'oppose à des points de vue beaucoup plus familiers (point de vue scolaire non scientifique, point de vue domestique). La visée scientifique de ce moment scolaire exige donc que les objets et les tâches associées soient arrachés de leur « contexte¹²⁸ d'usage ordinaire » (qu'il soit familial ou scolaire) pour être plongés dans un contexte tout à fait inhabituel.



La professionnalité de cette enseignante s'est très bien manifestée dans la gestion de cet « incident » en ajustant¹²⁹ habilement l'ensemble « objet-tâche » avec un objet plus « neutre » - le caillou - qui permettra de revenir ensuite sur la perle. Cette capacité d'ajustement s'est donc révélée comme un élément essentiel dans la dynamique de ce moment scolaire. Loin de constituer un ensemble didactique totalement défini, ce moment scolaire a rendu possible une réelle construction de la part des élèves à partir des objets et tâches proposées par l'enseignante, même si la combinaison objet-tâche initialement prévue a du être assez profondément redéfinie pendant le déroulement de ce moment scolaire.

Dès que la conservation des objets a commencé à se construire comme résultat des expériences, les élèves ont proposé eux mêmes d'essayer d'aspirer la perle. L'accord des élèves pour aspirer la perle après les essais préliminaires avec les cailloux est donc à la fois l'indicateur d'une évolution conceptuelle et d'un changement radical de l'activité sur l'aspirateur : il ne s'agit plus de l'utiliser pour nettoyer (donc éliminer des objets) mais bien d'étudier « scientifiquement » ce que deviennent ces objets dans l'aspirateur ; l'entrée progressive des élèves dans cette « activité expérimentale » sur les objets aspirés est donc aussi une entrée dans une posture scientifique.

¹²⁸ Le terme contexte n'est pas pris ici dans son sens linguistique mais dans un sens large.

¹²⁹ On peut parler d'un geste professionnel d'ajustement (Bucheton, *op. cit.*, 2009).

Il est donc important de remarquer que contrairement à d'autres niveaux de la scolarité, on ne peut pas parler ici d'un « enseignement scientifique ». En premier lieu, ce que nous appelons ici « scientifique » qu'il s'agisse des questions soulevées, des démarches ou des « savoirs » en jeu, n'a qu'un rapport assez éloigné avec les « sciences » dont on parle à des niveaux plus élevés de la scolarité. Les critères de scientificité¹³⁰ que nous adoptons sont d'ailleurs plus faciles à trouver du côté des points de vue adoptés que des savoirs en jeu. Nous reviendrons plus loin sur ce point, mais nous pouvons déjà remarquer qu'on aurait bien du mal à identifier ici des concepts « standards » de la physique (ou d'une autre discipline). D'autre part, ce que nous considérons ici comme scientifique ne fait pas l'objet d'un « enseignement » au sens strict mais apparaît plutôt comme une des visées de ce moment scolaire.

D'autre part, il faut aussi remarquer que la « scientificité » de ce moment scolaire collectif se construit de façon parallèle à la scientificité des points de vue individuels. Autrement dit, chaque individu (élèves, maître) contribue à une construction collective mais inversement chaque individu est susceptible d'être « transformé ». Ce que nous appelons ici construction ne se limite pas à un ensemble de connaissances, elle concerne aussi des points de vue spécifiques, des règles et des rôles sociaux. Si nous reprenons les termes utilisés par Meyerson (1948¹³¹), on peut dire que ce qui se construit ici tient à la fois d'une « œuvre » et d'une « institution » ou dans des termes plus « scientifiques » de la constitution progressive d'une « communauté scientifique scolaire » et d'une « production scientifique scolaire ». Nous allons montrer dans la suite de ce chapitre que cette double construction passe par une évolution progressive des objets sur lesquels porte l'activité des élèves et des points de vue avec lesquels ces objets sont appréhendés.

5.3 Évolution progressive des objets et des points de vue

Comme nous venons de le montrer, les interventions du maître jouent un rôle important dans l'évolution des objets et des points de vue. Cette évolution est particulièrement visible dans la deuxième classe observée (moyenne section) à l'échelle de l'ensemble de la séance (30 minutes environ). Pour ces élèves un peu plus âgés, il a été possible d'accorder une part plus importante à la verbalisation. Dans ces conditions « l'introduction » des objets dans le moment scolaire s'est autant faite sur un mode verbal que sur un mode matériel. Cet aspect apparaît bien dans certaines questions de l'enseignante que nous avons reproduites ci-dessous¹³². Au-delà des réponses attendues, chaque question oriente implicitement l'activité des élèves sur des « objets » particuliers et des tâches spécifiques. De façon à première vue anodine, des objets très variés sont ainsi « mis en scène » dans ce moment ; certains de ces objets sont des objets matériels effectivement manipulables pendant ce moment (l'aspirateur apporté, l'objet aspiré) ; d'autres objets matériels sont seulement évoqués (les aspirateurs des familles) ; certains sont des entités langagières (modes d'emploi) ; d'autres objets, enfin, sont beaucoup plus abstraits (le parcours de l'objet aspiré, ou le phénomène d'aspiration).

¹³⁰ Dans une publication portant sur un autre moment scolaire de maternelle (texte 21), nous avons proposé quatre critères qui semblent triviaux à première vue mais qui ne vont pas de soi à ce niveau de la scolarité : - les actions sur les objets matériels ou les phénomènes ne visent pas seulement une utilisation de ces objets, ou un bénéfice pour celui qui mène ces actions, elles visent également une compréhension de ces objets - le langage n'est pas seulement un objet de savoir mais aussi un outil de savoir à la fois dans le processus de construction scientifique et dans le produit de cette construction - les énoncés engagent une communauté de travail (la classe, le groupe d'élèves) - un énoncé peut être remis en question s'il rentre en contradiction avec des faits expérimentaux.

¹³¹ MEYERSON, I. (1948). *Les fonctions psychologiques et les œuvres*. Paris : Vrin.

¹³² Nous avons sélectionné quelques interventions de l'enseignante sur l'ensemble de la séance (9 interventions sur 110)

Questions de la maîtresse	Objet de travail et tâche associée	Quelques réponses d'élèves
15 alors qu'est ce que c'est ça ?	l'aspirateur apporté dans la classe - identifier et nommer l'objet	- un aspirateur
17 vous en avez déjà vu ? où ?	les aspirateurs des familles - évoquer l'objet dans son contexte familial-	- (...) moi, j'en ai un très gros
40 qui est ce qui s'en sert ?	l'utilisateur de l'aspirateur – évoquer l'usage social de l'aspirateur	- maman - c'est moi, Maman, Papa
55 parce que l'aspirateur alors ça sert à quoi ?	l'aspirateur en général (objet générique) définir la fonction technique	- à enlever la poussière - pour enlever les papiers
105 qu'est ce qu'on va faire ? (après la collation et les miettes sur la moquette)	Nettoyage de la moquette Utiliser fonctionnellement l'aspirateur	-on prend l'aspirateur
107 pour le faire marcher/ qu'est-ce que je dois faire ?	mode d'emploi - récapituler les actions précédentes sur l'objet	- il faut appuyer sur le bouton
137 quel papier est rentré là dedans ?	L'objet aspiré – désigner avec précision l'objet disparu	- je l'ai vu/ le papier de Carambar
151 pourquoi il n'était pas parti le bout de scotch ?	l'objet aspiré – observer le phénomène d'aspiration	- parce qu'il collait toujours
172 mais il est rentré où ?	le parcours de l'objet aspiré- rechercher l'objet « disparu »	- il est dans l'aspirateur

Questions de la maîtresse, objets et tâches (moyenne section)

Nous pouvons noter que les premières questions (interventions 15, 17 et 40) qui sont assez classiques dans ce genre de moment scolaire ne portent pas réellement sur des problèmes scientifiques ou techniques. Elles sont néanmoins nécessaires à la suite puisqu'elles permettent une première délimitation de « l'objet de travail » en s'appuyant sur les connaissances préalables des élèves. D'un aspirateur particulier apporté par la maîtresse, on passe aux aspirateurs connus de chaque enfant puis à l'aspirateur comme objet générique. Les questions suivantes (55, 105 et 107) relèvent d'un point de vue plus technique¹³³, elles focalisent la réflexion sur l'utilisation de l'objet, considéré en tant qu'objet technique (Lebeaume, 2009¹³⁴) renvoyant à deux types de connaissances: la fonction d'usage de l'objet et son mode d'emploi. Les dernières questions (137, 151, 172)¹³⁵ relatives à des problèmes de même nature que ceux évoqués pour la petite section (aspirer des « objets familiers ») relèvent quant à elles d'un point de vue plus « scientifique. Il s'agit en premier lieu de décrire le phénomène observé (disparition des objets aspirés) et en second lieu d'en proposer une « explication ».

5.4 Des visées et des références multiples qui « convergent »

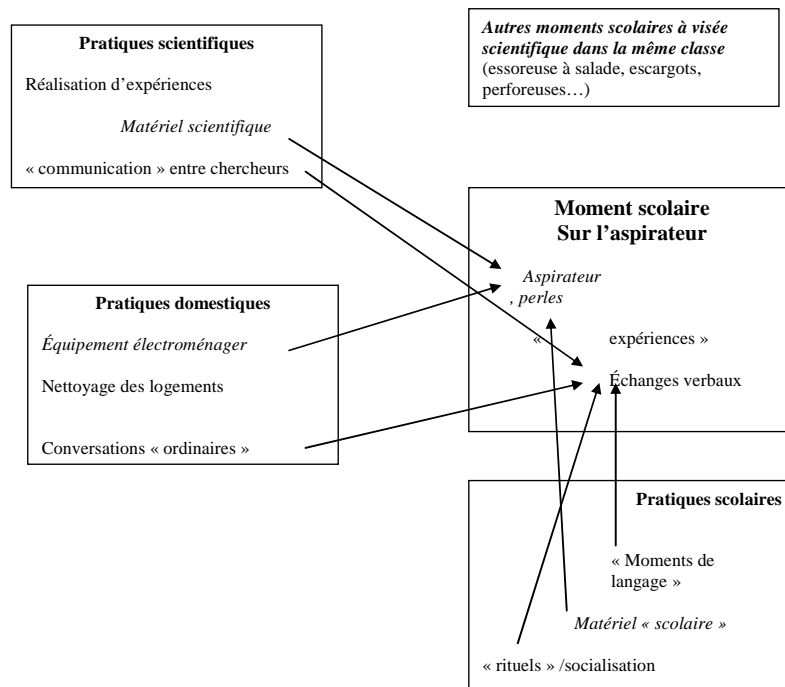
Comme nous venons de le voir, l'ensemble de ce moment scolaire ne peut être analysé sous le seul regard des sciences. Certaines parties (« sous-moments ») peuvent contribuer à d'autres visées éducatives (langage, socialisation) et inversement d'autres moments extérieurs peuvent interférer avec ce moment comme nous l'avons déjà montré avec l'exemple de la perle. Si nous nous plaçons du côté de la construction – conception de ce moment par l'enseignant, il est donc nécessaire de bien prendre en compte ces enjeux et références multiples que ce soit

¹³³ Il est difficile de séparer les points de vue scientifique et technique à l'école maternelle (LEBEAUME, J. (2005, décembre). A l'école maternelle, quel(s) monde(s) à découvrir. Conférence présentée à la réunion régionale de l'AGIEM, La Londe des Maures.)

¹³⁴ LEBEAUME, J. (2009). Quand la chose devient objet technique. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet* (pp. 49-61). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

¹³⁵ Les échanges correspondants à ces trois questions sont analysés à la fin de ce chapitre (5.7).

au niveau des objets ou des tâches proposées. Le schéma ci-dessous montre comment l'objet aspirateur et les activités menées sur et avec cet objet assurent la « convergence » de ces différents enjeux et références.



Trois références *a priori* distinctes interviennent dans ce schéma : les pratiques¹³⁶ scientifiques, les pratiques domestiques et les pratiques scolaires. Nous pouvons alors considérer que le moment scolaire est une construction « hybride » résultant de l'influence combinée de ces trois références. L'objet de départ comme les premières activités « fonctionnelles »¹³⁷ sur cet objet relèvent clairement des pratiques domestiques, alors que la réalisation d'expériences, l'explication de phénomènes physiques relève- comme nous l'avons déjà mentionné- de la référence scientifique. Notons que ce dernier aspect a été travaillé dans la même classe pendant d'autres moments comportant également des activités similaires autour d'autre « objets » (essoreuses, perforatrices, escargots..). En revanche, l'interprétation des échanges verbaux est plus complexe, puisqu'on peut les interpréter à la fois comme un « moment de langage »¹³⁸ (au même titre que d'autres moments de langage de la classe), un moment d'échange scientifique (qui existe dans les pratiques scientifiques même si les modalités en sont très différentes) voire un moment de conversation ordinaire¹³⁹ (qui pourrait

¹³⁶ Le terme « pratique » est pris ici dans le sens utilisé par Martinand dans le concept de « pratiques sociales de référence » (Martinand, *op. cit.*, 2001).

¹³⁷ Ces deux caractéristiques ne se retrouvent pas à des niveaux plus élevés de la scolarité pour lesquels un matériel spécifique est utilisé (matériel de laboratoire) avec des tâches également spécifiques associées à ce matériel.

¹³⁸ Nous reprenons ici par commodité le terme généralement utilisé par les enseignants même s'il est relativement ambigu, puisque c'est en général tout autant la langue que le langage qui est travaillé dans ces moments.

¹³⁹ On peut signaler à ce sujet, le piège du « dérapage conversationnel » qui consiste à utiliser des critères de conversation « ordinaire » en oubliant les spécificités du dialogue scientifique -par exemple, le fait qu'une question posée n'amène pas une réponse immédiate mais peut être le point de départ d'un processus d'investigation (REBIÈRE, M. (2000). *Langage, posture et cognition : enjeux et obstacles de l'activité langagière dans la classe de sciences à l'école élémentaire*. Université de Bordeaux 2, thèse de doctorat (sous la direction de M. Brossard et J.P. Bernié).)

avoir lieu à la maison). Dans le cas présent, nos observations ont montré que le fonctionnement de ces échanges langagiers était tout à fait similaire – sur le plan de son organisation pédagogique - à celui observé dans d'autres moments¹⁴⁰ de langage des classes considérées : un même lieu (le coin tapis), une même disposition des élèves, une même organisation des échanges... Pour autant, le contenu ou la finalité des échanges a été fortement influencé par la visée scientifique du moment scolaire. Le moment scolaire ne résulte donc pas d'une création *ex nihilo* ; sa construction repose sur des « ingrédients » déjà disponibles (l'aspirateur, un mode de fonctionnement des échanges, une démarche « scientifique »¹⁴¹ déjà abordée avec d'autres objets...) mais la combinaison nouvelle de ces ingrédients en fait une création originale. Le caractère hybride de ce moment scolaire est donc une caractéristique forte qui doit être prise en compte dans une analyse curriculaire. Nous devons donc nous démarquer des approches disciplinaires habituellement utilisées en didactique des sciences qui occultent à notre avis une partie essentielle de ces moments scolaires en ne prenant pas réellement en compte cette particularité.

5.5 Des objets insérés dans un double processus d'objectification-objectivation

Dans la perspective curriculaire qui est la nôtre nous ne nous intéressons pas directement aux apprentissages individuels. Nous nous intéressons au contraire à la construction collective (l'œuvre) rendue possible par ce moment scolaire. Bien entendu, cette construction est assurée par un ensemble d'actions individuelles (matérielles, langagières) éventuellement coordonnées et inversement, la participation à cette production collective peut transformer chaque individu. Dans cette perspective, nous ne cherchons pas seulement à déterminer les objets sur lesquels les élèves travaillent mais aussi les objets qu'ils construisent lors de ce travail. Comme nous l'avons déjà montré, même si le moment porte au départ sur des objets matériels, l'enjeu de la construction est plus « théorique ». Ce moment scolaire fait donc intervenir des objets dans deux processus complémentaires. Le premier processus à la charge de l'enseignant et que nous désignerons par le terme « objectification » consiste à proposer un ensemble d'objets (essentiellement matériels ou langagiers dans le cas présent) sur lesquels pourra porter l'activité des élèves. Le deuxième processus engageant aussi les élèves et que nous désignerons par le terme « objectivation » nécessite au contraire une certaine prise de distance par rapport à ces objets que propose l'enseignant.

Nous allons maintenant décrire ce double processus d'objectification-objectivation en identifiant les différents objets qui les jalonnent. Au début de ce moment scolaire, deux types d'objets sont « importés » dans le classe : le premier sous une forme matérielle (l'aspirateur apporté par l'enseignant sur le tapis de la classe), le deuxième sous une forme langagière (l'aspirateur de chaque élève simplement évoqué). Après une observation rapide, l'aspirateur apporté par le maître sera rangé dans la même catégorie d'objets que ceux des enfants (« un aspirateur »). Il sera dans un deuxième temps manipulé directement en tant que machine à aspirer permettant d'agir sur d'autres objets (miettes, moquette..). L'évocation des aspirateurs « familiaux » ne se limite pas à la désignation de l'objet (mon aspirateur ») ; elle active de façon assez spontanée un faisceau de propriétés associées à ces objets (« le mien, il est

¹⁴⁰ De ce point de vue il est significatif de constater que l'ensemble des moments scolaires à visée scientifique réalisés dans ces deux classes étaient intégrés dans un projet d'école intitulé « de l'expérience à l'écrit scientifique au cycle 1 » qui articulait très clairement des visées scientifiques et des visées langagières.

¹⁴¹ Nous parlons ici de la démarche mise en place dans la classe sans supposer une correspondance simple avec la (ou plutôt les) démarche(s) des scientifiques.

gros... ») ainsi que des schèmes d'utilisation (Rabardel, 1995¹⁴²) qui seront utiles pour la suite (« il faut appuyer sur le bouton »).

La première utilisation matérielle de l'aspirateur (enlever les miettes de gaufrettes sur la moquette) se situe dans un point de vue « ordinaire » sur l'aspirateur tel qu'on peut le rencontrer dans les pratiques domestiques. On se placera dans un point de vue différent quand il s'agira d'expliquer à d'autres élèves (plus jeunes) comment on se sert de cet aspirateur. En effet, on pourrait très bien savoir s'en servir sans savoir l'expliquer¹⁴³. En décrivant un mode d'emploi, c'est un travail d'objectivation (plutôt technique) qui est en jeu- le résultat tangible de cette objectivation étant le texte du mode d'emploi. L'œuvre produite par un groupe d'élèves devient ainsi un élément de la culture de la classe, élément qui peut être partagé avec d'autres élèves qui n'ont pas travaillé sur l'aspirateur (la deuxième partie de la classe qui n'a pas participé à ce moment scolaire).

D'autres processus d'objectivation interviennent dans ce moment, par exemple quand le maître propose de retrouver le « chemin des poussières » dans l'aspirateur. L'aspirateur n'est plus une machine pour nettoyer mais un objet d'étude dont on veut essayer de comprendre la structure et le fonctionnement ; il est donc devenu dès ce moment un « objet d'investigation scientifique ». Petit à petit, les expériences réalisées par les élèves vont permettre à ce processus d'objectivation d'aller plus loin en aboutissant à des élaborations intellectuelles qui se détachent progressivement de l'enveloppe matérielle de cet objet d'investigation. Cette deuxième œuvre peut être également partagée (comme le mode d'emploi) : ce que fait un élève de petite section qui interpelle spontanément la femme de ménage qui passait par là avec un (autre) aspirateur pour lui en expliquer le fonctionnement. Cette œuvre n'est que partiellement aboutie (notamment sur le plan langagier) mais elle constitue l'ébauche d'un « modèle » de fonctionnement de l'aspirateur.

Les processus d'objectivation peuvent donc se déployer dans plusieurs directions aboutissant à différentes « œuvres » qui peuvent faire l'objet d'un « partage » : mode d'emploi de l'aspirateur, modèle explicatif de son fonctionnement. Nous allons préciser le « contenu » de cette dernière œuvre qui est sans doute la plus directement liée à la visée scientifique de ce moment.

5.6 Une objectivation qui conduit à une « modélisation scientifique »

Pour interpréter les constructions élaborées par les élèves en termes de modélisation, nous nous plaçons dans le cadre du schéma de la modélisation de Martinand que nous avons présenté au chapitre précédent. En cohérence avec notre position curriculaire, le terme « modèle » ne désigne pas les constructions cognitives de chaque élève (modèles mentaux) mais des constructions « partagées » par les élèves (par le biais du langage en particulier). Toujours dans la même perspective, nous nous intéressons plus ici aux constructions rendues possibles par ce moment qu'aux constructions effectivement observées. Nous avons identifié trois modèles possibles successifs que nous allons expliciter maintenant.

¹⁴²RABARDEL, P. (1995). *Les Hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

¹⁴³ C'est souvent le cas dans de nombreux métiers faisant intervenir des savoirs « en actes » que les experts sont souvent incapables d'expliquer (Rabardel, 1995, *op. cit.*).

A un premier stade de la modélisation, il s'agit de passer d'une observation empirique « première » - les saletés sur la moquette sont enlevées par l'aspirateur - à une élaboration plus précise et plus générale : l'objet aspiré disparaît dans le tuyau de l'aspirateur¹⁴⁴. Comme nous l'avons vu avec l'exemple des cailloux, le fait que l'aspirateur puisse aspirer non seulement des saletés mais aussi des « objets » est une première difficulté avant même de parler des problèmes spécifiques liés à chaque objet (la perle par exemple). En effet, dans l'usage « ordinaire » de l'aspirateur, ce qui est aspiré est plutôt sous la forme matérielle de « matière dispersée » (poudre, poussière) ou d'entité « continue » (taches, traces..) que d'entités « discrètes » ou d'objets constitués. D'autre part, il s'agit de passer d'une constatation perceptive (la moquette est nettoyée) à une élaboration interprétative : le nettoyage est obtenu par le fait que les objets passent dans le tuyau de l'aspirateur. Nous résumons ci-dessous cette première modélisation qui est évidemment très modeste sur le plan « scientifique » mais qui constitue déjà une élaboration significative pour de très jeunes élèves.

<i>Modèles de l'aspirateur</i>	<i>Registre empirique</i>	<i>Registre du modèle</i>
Modèle 1 <i>(Modèle de disparition)</i>	<i>Les saletés sont enlevées par l'aspirateur.</i>	<i>L'objet aspiré disparaît dans le tuyau.</i>

Dans ce modèle, l'aspirateur peut être compris comme une « boîte noire » qui fait disparaître les objets aspirés (modèle de disparition). Nous pensons que ce modèle est rapidement construit par les élèves pendant ce moment scolaire voire est probablement déjà construit pour certains d'entre eux avant même ce moment. Notons qu'à ce niveau de modélisation, la perle est « aspirable » d'un point de vue « physique » (matériel ?), mais pas d'un point de vue scolaire car cela conduirait à sa disparition. Ce n'est donc qu'à un deuxième « stade » de la modélisation que l'aspiration de la perle devient possible à la fois matériellement et « scolairement ». Pour « dépasser » le premier modèle et en élaborer un autre plus perfectionné, il est nécessaire de mettre en relation plusieurs « faits empiriques » *a priori* distincts : l'objet aspiré disparaît dans le tuyau, on entend le passage de l'objet dans le tuyau, on peut vider le sac et récupérer tout ce qu'on a aspiré. Ce nouveau registre empirique est totalement interprétable¹⁴⁵ par un nouveau modèle : l'objet aspiré rentre dans l'aspirateur, passe dans le tuyau et peut être récupéré dans le sac.

<i>Modèles de l'aspirateur</i>	<i>Registre empirique</i>	<i>Registre du modèle</i>
Modèle 2 <i>Modèle de circulation</i>	<i>L'objet aspiré disparaît dans le tuyau.</i> <i>On entend le passage de l'objet dans le tuyau.</i> <i>On peut vider le sac et récupérer tout ce qu'on a aspiré.</i>	<i>L'objet aspiré rentre dans l'aspirateur, passe dans le tuyau et peut être récupéré dans le sac.</i>

¹⁴⁴ Nous avons choisi des formulations qui nous semblent représentatives des enjeux cognitifs de ce moment : ces formulations sont des formulations possibles de ces modèles et non les formulations effectivement proposées par les enseignants et les élèves. Dans les faits, à ce niveau scolaire, « l'expression » de cette modélisation passe essentiellement par d'autres voies (actions, gestes, dessins..). Nous verrons au § 7.8 des exemples de représentations graphiques qui peuvent être interprétées comme des formulations effectives de ces modèles.

¹⁴⁵ Nous en voulons pas dire que ces faits empiriques sont totalement construits avant leur interprétation mais que progressivement se mettent en place deux nouveaux registres.

Nous pensons que ce deuxième modèle (modèle de circulation) est celui qui est effectivement visé (et partiellement construit) pendant le moment scolaire que nous avons analysé. Ce modèle ne prend pas en compte le rôle de la circulation de l'air ; il sera modifié ultérieurement (séance 2) pour expliquer de nouvelles observations –en particulier la sortie d'air à l'arrière de l'aspirateur - afin d'aboutir à un troisième modèle (modèle de double circulation) dans un moment scolaire ultérieur que nous n'avons pas présenté ici.

<i>Modèles de l'aspirateur</i>	<i>Registre empirique</i>	<i>Registre du modèle</i>
Modèle 3 Modèle de double circulation	<i>L'objet aspiré rentre dans l'aspirateur, passe dans le tuyau et peut être récupéré dans le sac.</i> <i>De l'air entre par le tuyau et sort par l'arrière de l'aspirateur.</i>	<i>L'objet est aspiré par l'air qui circule dans l'aspirateur.</i>

Le terme « aspiré » change de signification à chaque changement de modèle : de simple disparition d'un objet dans l'aspirateur - (modèle 1), il désigne le déplacement d'une substance dans l'enceinte de l'aspirateur (modèle 2) puis le résultat d'un phénomène faisant intervenir la circulation de l'air, l'aspiration - terme qui est à l'origine du nom de l'objet « aspirateur » (modèle 3). Dans le premier cas, la connaissance est le résultat de l'expérience sensori-motrice¹⁴⁶ individuelle liée à l'utilisation ordinaire de l'aspirateur alors que dans les deux autres cas, elle est le résultat d'une construction plus symbolique réalisée collectivement par le moyen d'actions spécifiques à visée compréhensive que nous pouvons considérer à ce titre comme des « expériences scientifiques ».

Dans cette modélisation, la frontière entre registre empirique et modèle évolue au cours de la démarche. Ainsi ce qui était modèle dans le premier cas (l'objet aspiré disparaît dans le tuyau) perd son caractère hypothétique et devient un « fait empirique » à un stade plus avancé de la modélisation (modèle 2) ; de la même façon, la « récupération » de l'objet aspiré du modèle 2 perd progressivement le statut de modèle pour enrichir la phénoménologie et permettre l'élaboration d'un modèle plus élaboré (modèle 3). Remarquons que ces « modèles » ne sont pas été exprimés directement sous cette forme par les élèves (ou par les enseignants). Les formulations que nous avons données sont des constructions *a posteriori* qui ont pour intérêt de montrer « l'horizon scientifique » de ce moment c'est-à-dire d'explicitier les constructions intellectuelles qui peuvent être élaborées par les élèves (avec l'aide de l'enseignant) ou autrement dit de trois objectivations scientifiques potentielles à partir de ce moment scolaire sur l'aspirateur. Nous utilisons le qualificatif « potentiel » car elles n'ont été que partiellement réalisées dans les moments scolaires observés. Ces objectivations que nous proposons d'appeler « modèles d'objet » sont des constructions scientifiques pour la maternelle qui n'ont pas de correspondance simple avec les concepts scientifiques disciplinaires. Ces constructions intellectuelles qui peuvent être attendues des élèves possèdent certaines caractéristiques des modèles scientifiques : caractère hypothétique, pertinence pour certains problèmes dans certains contextes, possibilité de modifier ces modèles pour prendre en compte d'autres problèmes (Martinand, 2000¹⁴⁷). De ce point de vue, nous considérons que ces objectivations relèvent bien d'une éducation scientifique même si elles ne sont pas analysables dans le cadre des disciplines scientifiques existantes. Alors que d'autres travaux de recherche (Ledrapier,

¹⁴⁶ Nous précisons au chapitre 9 la distinction entre sensori-moteur et symbolique.

¹⁴⁷ *Op. cit.*

2007¹⁴⁸) ont exploré la possibilité d'une approche précoce de *la* physique en maternelle, nous pensons qu'une autre voie à explorer est de concevoir *une* « physique » pour la maternelle.

5.7 Le rôle ambigu de l'activité langagière dans ce moment scolaire

Au niveau de l'école maternelle où l'apprentissage de la langue française (voire du langage) en est encore à ses débuts, la contribution de l'activité langagière au processus d'objectivation scientifique doit être analysée avec prudence à la fois à cause des modalités dans lesquelles peut se construire cette objectivation et à cause de la forme finale qu'elle peut prendre :

- la communication passe parfois par d'autres moyens que des moyens verbaux, en particulier des gestes symboliques ou des actions matérielles ce qui nécessite d'analyser conjointement ces différents modes de communication (Goldin-Meadow, 1997¹⁴⁹),
- l'objectivation scientifique en tant que produit de l'activité scolaire est rarement exprimée sous forme purement langagière, en particulier à l'écrit.

Nous avons vu que l'activité langagière intervenait de multiples façons¹⁵⁰ dans ce moment scolaire :

- comme visée éducative « langagière » pour les enseignants (en lien avec d'autres moments dont la principale visée est l'apprentissage du langage et de la langue française),
- comme moyen d'introduction de certains objets par le maître dans le processus d'objectivation que nous avons décrit,
- comme moyen de formulation des élaborations réalisées par les élèves et le maître dans les processus d'objectivation tant scientifiques (modèles) que techniques (mode d'emploi),
- et bien entendu comme moyen de communication entre les élèves ou entre élèves et maître.

Naturellement, sur le premier aspect, la visée « langagière » n'est pas la seule visée de ce moment ; nous avons pour notre part développé la visée scientifique mais il serait possible d'en développer d'autres (éducation motrice, socialisation par exemple). Ce moment (et plus généralement les moments à visée scientifique) n'est donc pas un simple prétexte à un apprentissage langagier, même si cette visée est très prégnante dans les pratiques effectives du premier degré conduisant parfois à une véritable « instrumentalisation » des sciences (cf. chapitre 3).

Sur le deuxième aspect, nous avons vu que les objets pouvaient être introduits sous leur forme « matérielle » ; c'est d'ailleurs une caractéristique mise en avant par de nombreux enseignants voire par certains formateurs pour justifier l'intérêt des sciences et de la technologie en lien avec le caractère « expérimental » (réduit assez curieusement à sa dimension matérielle). Pour notre part, nous pensons que cet aspect n'est nullement caractéristique du domaine scientifique et se retrouve également dans des domaines scolaires où on a parfois tendance à oublier cette caractéristique – en maths et français par exemple (cf. chapitre 7).

¹⁴⁸ LEDRAPIER, C. (2007). *Le rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle – Cas de l'approche des phénomènes physiques*. Thèse de doctorat en sciences de l'Éducation, École Normale Supérieure de Cachan, Cachan.

¹⁴⁹ GOLDIN-MEADOW, S. (1997). When gestures and words speak differently. *Current Directions in Psychological Science*, 6,5. 138-145.

¹⁵⁰ On pourrait rajouter comme instrument d'apprentissage même si c'est un point que nous n'avons pas directement abordé dans notre approche curriculaire des moments scolaires.

Sur les deux derniers aspects, il semble clair que les compétences langagières des élèves encore très limitées à ce niveau scolaire limitent très fortement les possibilités que la communication verbale peut offrir *a priori* : aucun élève de petite ou moyenne section n'est capable de lire ou écrire au-delà de quelques mots très familiers (prénom par exemple) et l'expression orale est encore balbutiante pour de nombreux élèves ; tous les élèves ne s'expriment pas verbalement dans un moment scolaire donné y compris quand ils en auraient les capacités. La communication passe donc aussi en grand partie par des voies « non verbales » qu'il s'agisse de gestes explicites à fonction symbolique (Gooding Medaow, 1997, *op. cit.*), d'actions partagées ou de modes d'expression plus discrets (regard par exemple). Dans ces conditions, il est très difficile de séparer ce qui relèverait d'un côté d'une action matérielle sur des objets et de l'autre d'une action symbolique : par exemple, une action matérielle exprime tout autant une pensée qu'une expression verbale. Tout élément physique du moment scolaire intervient donc à la fois en tant qu'environnement matériel et en tant qu'environnement symbolique (cf. chapitre 9) : comme le souligne Meyerson (1948, *op. cit.*), tout objet représente plus que lui même.

Pour résumer notre position, nous ne supposons aucune relation simple (causalité, correspondance, identité..) entre activité langagière et objectivation individuelle ou collective. Cela impose un certain nombre de précautions dans l'analyse de nos corpus qui sont pour une part significative d'entre eux des corpus langagiers. Nous considérons toute expression verbale comme une trace possible, un indicateur *parmi d'autres* de ce qui se construit, et comme un moyen possible *parmi d'autres* de cette construction. Sur le premier point, nous rejoignons la position de certains didacticiens du français qui réfutent une vision « transparente » de la langue et qui appellent à ne pas limiter l'analyse aux seuls indicateurs linguistiques (Nonnon, 2001, *op. cit.*). Sur le deuxième point, nous tenons à marquer nos distances avec certaines positions didactiques se réclamant du socio constructivisme et qui postulent de fait que tout apprentissage passe nécessairement par le langage ou du moins par les interactions sociales. Nous partageons ici la position de plusieurs psychologues des apprentissages qui considèrent que le socio constructivisme de Vygotski ou le constructivisme de Piaget constituent des approches complémentaires permettant de rendre compte chacune pour sa part de certains aspects des apprentissages (Ducret, 2007, *op. cit.*).

Pour illustrer notre posture d'analyse des discours¹⁵¹, nous allons commenter un extrait de corpus à dominante langagière pour laquelle l'activité langagière concerne principalement¹⁵² un des élèves. Ce corpus a été obtenu à partir d'un enregistrement vidéo du moment suivi d'une retranscription des dialogues, retranscription complétée par d'autres indicateurs (prosodie et gestes essentiellement). La prosodie est importante pour distinguer par exemple des expressions verbales à valeur exclamative ou à valeur interrogative ce qui nous renseigne donc directement sur le positionnement énonciatif du locuteur. Les gestes accompagnant l'expression verbale ont été également retranscrits¹⁵³ qu'il s'agisse de gestes à fonction essentiellement ergotique (actions sur les objets) ou à fonction plus symbolique.

¹⁵¹ Nous nous situons plus dans des analyses discursives que dans des analyses textuelles dans la mesure où nous accordons une place très importante au « contexte » (Bronckart, 1985, *op. cit.*)

¹⁵² Les échanges entre le maître et cet élève ont représenté une part importante de l'ensemble des échanges enregistrés. Dans les extraits sélectionnés ici, nous n'avons pas retenu les autres échanges.

¹⁵³ Nous avons bénéficié pour l'enregistrement de ce corpus de conditions assez favorables qui nous ont permis d croiser assez facilement ces différents indicateurs. Dans la plupart de nos corpus, les interprétations sont beaucoup plus spéculatives, ce qui rapproche la position du chercheur de celle de l'enseignant qui n'accède de fait qu'à une partie limitée de ce qui se passe réellement dans la classe et *a fortiori* au niveau de chaque élève.

Extrait 1	<i>Un élève vient d'aspirer un papier de bonbon (carambar) posé sur la moquette</i>
136	Joshua : le papier est rentré là dedans ? (<i>il regarde dans le tube</i>)
137	M : quel papier est rentré là dedans ?
138	Joshua : je l'ai vu le papier de Carambar
142	Joshua : le papier est rentré jusqu'au fond hii hop
Extrait 2	<i>Joshua essaie d'aspirer un morceau de ruban adhésif « collé » sur la moquette</i>
Extrait 3	<i>Le « scotch » est roulé en boule et jeté sur la moquette – Joshua fait un nouvel essai</i>
170	M : (...) qu'est ce qui s'est passé Joshua ?
171	Joshua : il est rentré dedans / voilà !
172	M : mais il est rentré où ?
173	Joshua : ben dedans / ici (<i>en montrant l'ouverture de la brosse</i>)
174	M : mais où il est maintenant aussi ?
175	Joshua : il est dans l'aspirateur (<i>il montre avec la main le « trajet » dans le tuyau souple</i>)
180	M : et où il est maintenant alors ?
181	Joshua : au fond de l'aspirateur (<i>avec Steven et Maxence</i>)
Extrait 4	<i>Un enfant trouve un bouton de pantalon sur la moquette.</i>
205	Joshua : c'est mon bouton
206	M : qu'est ce qui se passe si on passe l'aspirateur et qu'on laisse le bouton sur la moquette / qu'est ce qui se passe ?
207	Joshua : bin, il va rentrer dedans

Le document ci-dessus reproduit quelques extraits des échanges de la phase d de la première séance (cf § 5.1.) pour les élèves de moyenne section (8 minutes environ). Nous suivons ici plus spécialement l'évolution des expressions verbales d'un des élèves – Joshua) qui a été particulièrement « actif » pendant ce moment (répliques en caractères gras dans le document ci-dessus). Ces expressions verbales témoignent à la fois de l'activité prise en charge par les élèves (en particulier celui-ci) dans ce moment (recherche des objets aspirés dans l'aspirateur) et comme nous l'avons vu sont un indicateur (partiel) de ce qui est construit par cette activité. Plusieurs types d'objets interviennent : certains, très concrets (le papier de bonbon, le morceau de scotch, le bouton), d'autres plus abstraits : le lieu ou le parcours des objets aspirés. Pour les objets aspirés, nous n'observons pas d'évolution significative de leur formulation, cette absence de reformulation semble indiquer que le travail d'élaboration linguistique et conceptuelle ne porte pas sur ces objets. La désignation des lieux fait l'objet de formulations plus nombreuses et variées : « *dedans* » (associé en 136 et 173 à une double désignation linguistique et gestuelle et en 171 à une désignation gestuelle), « *dans l'aspirateur* » en 175, « *jusqu'au fond* » en 142, « *au fond de l'aspirateur* » en 181. Ces formulations successives semblent correspondre à une exploration linguistique du parcours de l'objet aspiré depuis l'entrée dans le tube (136) jusqu'au fond de l'aspirateur (181).

Cette exploration linguistique peut paraître bien modeste mais nous pensons que le contenu verbal de ces répliques ne rend pas compte de tout ce que Joshua a voulu exprimer et donc de ce qui se construit effectivement dans ce moment. Il nous semble nécessaire de prendre aussi en compte certains gestes qui accompagnent la parole pour mieux interpréter ces propos. Nous pouvons remarquer en 175 que le geste iconique tout à fait explicite (montrer le parcours supposé de l'objet dans l'aspirateur) ne correspond pas à l'énoncé verbal (« *il est dans l'aspirateur* »). En effet, ce dernier ne rend pas compte d'un parcours mais seulement d'une relation topologique globale (intérieur/extérieur). Le contenu informatif gestuel est beaucoup plus riche que le contenu verbal. Joshua ne parvient pas à mettre en mots cette relation spatiale qu'il est en train de représenter gestuellement. On peut donc supposer qu'on assiste ici à une étape importante de la construction du « modèle de circulation » que nous

venons de développer. A la fin de cet extrait, ce modèle est suffisamment élaboré pour expliquer les faits observés et pour en prévoir de nouveaux. Cette interprétation pourrait expliquer le comportement de Joshua vis à vis de son bouton personnel : non seulement, il ne refuse pas de le laisser aspirer¹⁵⁴ mais en plus il utilise pour la première fois le futur pour exprimer ce qui va se passer. Cette évolution conceptuelle importante est également visible par le biais des éléments prosodiques. Ainsi, en 136, l'intonation interrogative traduit un événement problématique qui marque le début de la phase de recherche des objets aspirés alors que l'exclamation en 171 – pour un énoncé voisin – traduit ce qui est devenu un fait indiscutable.

5.8 Quelles constructions effectives à l'issue de ce moment ?

En décrivant les modèles scientifiques pouvant être visés (§7.6) et en analysant le parcours d'un élève (§7.7), nous avons présenté à la fois « l'horizon scientifique » de ce moment et sa dynamique d'élaboration. Nous souhaitons maintenant présenter ce qui a été effectivement élaboré par la classe, ce que nous pouvons appeler son « œuvre collective ». Nous n'analyserons pas ici l'ensemble de cette œuvre mais seulement deux productions individuelles qui en constituent selon nous des éléments significatifs. C'est donc moins ici la trace possible d'un apprentissage individuel (ce qui intéresse bien sur les enseignants¹⁵⁵) que la manifestation partielle d'une élaboration rendue possible par ce moment que nous voulons étudier. Nous reprenons donc ici les productions d'élèves utilisées par les enseignants à des fins d'évaluation des apprentissages mais pour une analyse que nous voulons d'abord curriculaire.

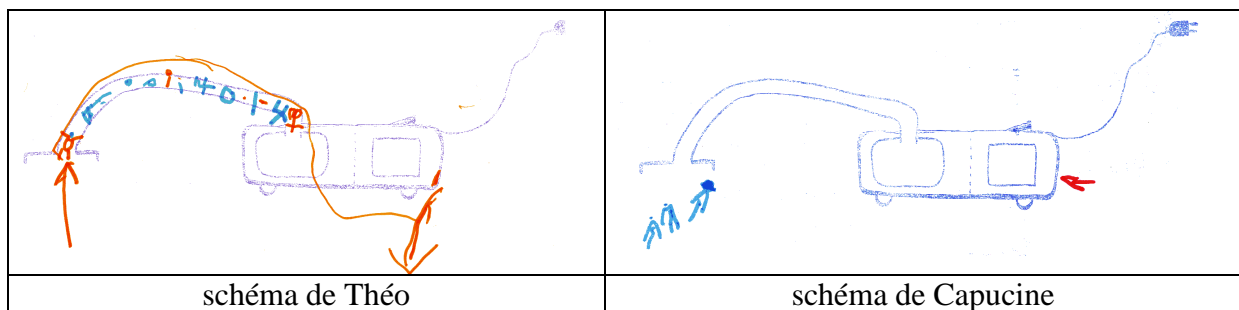
Compte tenu des compétences langagières limitées des élèves, les enseignants ont choisi d'utiliser des moyens d'expression graphique pour évaluer par « écrit » les acquisitions de chaque élève. Pour cette évaluation « graphique », un schéma devait être complété par les élèves. Ce schéma « vierge » dont l'aspect général était assez proche de certains dessins initiaux des élèves comportait deux éléments internes de l'aspirateur : le sac et le bloc moteur. Les schémas ont été complétés par les élèves en deux étapes : une première fois à l'issue de la première séance (moment que nous avons analysé jusqu'ici) en « dessinant le chemin des poussières en bleu » (consigne donnée par les enseignants) et une deuxième fois à l'issue d'une autre séance consacrée à la circulation de l'air en « dessinant le chemin de l'air en rouge ».

Nous considérons que la production de Théo traduit assez bien – de façon graphique – le modèle de double circulation évoqué en 1.6. Les « saletés » sont dessinées dans le tuyau de l'aspirateur, depuis son entrée jusqu'au sac alors que l'air est représenté par un trait continu qui passe dans le tuyau, le sac et sort à l'arrière de l'aspirateur. Ce chemin de l'air est complété par deux flèches (rouges), une « entrante » au niveau de la brosse et une « sortante » au niveau de l'arrière de l'aspirateur correspondant au sens de circulation de l'air. Même si son tracé est un peu approximatif, cette représentation graphique montre une matérialisation effective du modèle que nous avons évoqué, bien que la relation entre la circulation de l'air et celle des saletés ne soit qu'implicitement représentée (par la superposition partielle des deux parcours).

¹⁵⁴ Le bouton de pantalon de Joshua s'est détaché pendant la séance et a été retrouvé sur la moquette. Si on compare cette situation à la situation d'aspiration de la perle en petite section, on peut considérer que le fait de laisser aspirer son bouton est sans doute révélateur chez Joshua d'une avancée cognitive et d'un changement de point de vue sur l'aspirateur.

¹⁵⁵ Et ce qui nous a également intéressés dans la première analyse de ce corpus que nous avons réalisée dans une perspective de didactique des apprentissages.

En revanche, la production de Capucine ne comporte que des flèches : des flèches bleues au niveau de la brosse - donc attribuées aux saletés - et une flèche rouge à la sortie de l'aspirateur - donc attribuée à l'air. Il est clair que ce n'est pas un modèle de circulation (simple ou double) qui est représenté ici. On peut en revanche interpréter les flèches « entrantes » comme la représentation du modèle de disparition que nous avons identifié comme le premier modèle possible. Dans ce cas, il faut interpréter la flèche à la sortie de l'aspirateur comme un « perfectionnement » de ce modèle qu'on pourrait traduire verbalement ainsi : l'objet aspiré disparaît dans le tuyau (modèle 1) et de l'air sort à l'arrière de l'aspirateur (complément au modèle¹⁵⁶). L'aspirateur est vu alors comme un objet qui d'une part fait disparaître des objets et d'autre part souffle de l'air sans que ces deux phénomènes soient mis en relation. Notons que dans cette dernière représentation graphique, l'orientation des flèches indique qu'elles représentent vraisemblablement des désignations de lieux (lieu d'entrée des saletés, lieu de sortie de l'air) et non des sens de circulation comme dans le schéma précédent. Ce sont donc deux significations différentes de la flèche (Lavarde, 1998¹⁵⁷) qui sont probablement présentes dans ces deux schémas.



Si nous nous intéressons aux apprentissages individuels on pourrait sans doute considérer que la production de Capucine est moins « satisfaisante » que celle de Théo (à supposer qu'ils soient partis d'un niveau identique avant le moment scolaire !). En revanche, dans la perspective curriculaire qui est la nôtre, nous devons considérer que ces deux productions représentent des points de vue possibles à l'issue de ce moment selon ce qui est saisi de ce moment par les élèves. Pour reprendre les termes que nous avons utilisés précédemment, ces deux productions reflètent donc de façon tangible deux processus d'objectivation possibles parmi un ensemble plus vaste (dont l'objectivation technique « matérialisée » par le mode d'emploi). Cela nous amène à souligner un aspect important : les processus d'objectivation ne sont pas complètement déterminés par les processus d'objectification mis en œuvre par les enseignants (de la même façon que ces processus ne sont pas totalement déterminés par les prescriptions officielles). Ce qui est effectivement fait et construit par chaque acteur (enseignant ou élève) résulte d'une interprétation personnelle - le terme « interprétation » devant être pris dans une double acception : donner un sens à ce moment et le faire vivre, comme un acteur interprète une pièce de théâtre.

¹⁵⁶ Parler de « modèle » ici est certes discutable, car on pourrait parler de faits empiriques non reliés, mais l'utilisation d'une représentation unifiée de ces deux faits est déjà pour nous une élaboration significative.

¹⁵⁷ LAVARDE, A. (1998) La flèche, le signe qui anime les schémas. *Communication et langages*. 109. 51-62.

6 Des moments et des objets scolaires à visée scientifique

Textes 2, 4, 18, 20, 21, 58, 61

Les travaux que nous menons depuis quelques années selon un point de vue de didactique curriculaire (Martinand, 2003¹⁵⁸) contribuent aux recherches du laboratoire STEF¹⁵⁹ sur les relations entre curriculums prescrits et curriculums produits, sur les spécialités des enseignants et plus généralement aux travaux portant sur les didactiques en tant qu'objets de questionnement (textes 18, 20). En contraste avec les travaux de didactique des sciences portant sur les apprentissages des élèves ou sur la professionnalité des enseignants dans le champ de disciplines constituées, je m'intéresse pour ma part aux caractéristiques générales de certains « moments scolaires » (Lebeaume, 2000¹⁶⁰, Coquidé, 2005¹⁶¹) qui peuvent contribuer à une éducation scientifique sans pour autant constituer un curriculum disciplinaire. Cette posture de recherche conduit à analyser les continuités, ruptures ou complémentarités entre ces moments et d'autres moments scolaires ou non scolaires qui peuvent avoir des influences réciproques.

6.1 Éducation scientifique à l'école primaire et moments scolaires

L'éducation scientifique et technique à l'école primaire est organisée autour de moments scolaires particuliers qu'il est nécessaire de considérer dans leurs relations aux autres moments scolaires compte tenu de la différenciation progressive des domaines d'apprentissage tout au long de la scolarité primaire et de la prise en charge de l'ensemble de ces domaines par un enseignant unique (sauf exceptions). Les moments scolaires qui découpent la scolarité dans une dimension temporelle se différencient selon des « caractères intrinsèques et extrinsèques » (Lebeaume, 2000) ; les premiers sont associés au contenu enseigné et à des tâches spécifiques ; les seconds sont liés à l'organisation pédagogique. Ces caractères extrinsèques et intrinsèques ne sont pas indépendants les uns des autres car les rites et normes organisationnels sont associés aux contenus enseignés dans la tradition de l'école. (Lebeaume, 2000). Cependant, la distinction entre caractère extrinsèque et intrinsèque n'est pas triviale si on considère certains aspects des activités scolaires dans le domaine « sciences et technologie ». Par exemple, les activités d'écriture en sciences relèvent d'enjeux multiples qui rendent difficile la distinction entre caractères intrinsèques et extrinsèques (texte 25). Ainsi, l'écriture d'un texte à l'issue d'une activité d'investigation peut être considérée à la fois comme une « clôture » traditionnelle d'une activité scolaire quelque soit son contenu (caractère extrinsèque), comme un élément constitutif de toute activité scientifique scolaire (caractère intrinsèque), voire comme une contribution à l'apprentissage de la langue française : cette activité d'écriture pourrait alors être considéré comme un caractère intrinsèque d'un moment scolaire de français et non de sciences : nous avons montré au chapitre 4 comment les caractéristiques d'une activité d'écriture d'un compte-rendu d'expérience pouvaient être diversement interprétées par les élèves. Dans ces conditions, il

¹⁵⁸ MARTINAND, J.-L. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3, 101-106.

¹⁵⁹ En particulier au sein de l'axe 1 « Reconfiguration des curriculums scientifiques et technologiques : curriculums prescrits et curriculums produits, évolution des spécialités enseignantes » (responsable : Maryline Coquidé).

¹⁶⁰ LEBEAUME, J. (2000). Jeux d'étiquettes, jeux de kim, jeux de familles, puzzles ou devinettes à l'école. *Découverte du monde, sciences et technologie aux cycles II et III. Aster*, 31, 197-215.

¹⁶¹ COQUIDÉ, M. & STALLAERTS, M. (2005). Des coins en maternelle : pour quoi ? Comment ? ce qu'en disent des enseignants. *Colloque « Former des enseignants-professionnels, savoirs et compétences »*. Nantes février 2005.

n'existe pas de correspondance simple entre des domaines disciplinaires bien définis et des moments facilement identifiables comme c'est le cas dès le collège¹⁶² : il n'est donc nullement trivial de délimiter et caractériser ce qu'on peut appeler des moments de sciences à l'école primaire. Lebeaume a montré que les élèves de l'école élémentaire utilisaient plusieurs caractères pour identifier les moments scolaires, avec un nombre de caractères plus élevé et une prédominance des caractères intrinsèques pour les élèves plus âgés (Lebeaume, 2000). Pour notre part, nous pensons que ce n'est pas uniquement leur identification par les élèves qui pose problème mais également leur existence en tant qu'entités curriculaires séparables d'autres entités. Nous utilisons le terme « moments scolaires à visée scientifique » pour inclure dans notre analyse des moments dont cette visée pourrait coexister avec d'autres visées (par exemple sur l'apprentissage de la langue). Ce terme désigne ainsi l'unité sur laquelle porte notre analyse curriculaire, unité qui ne correspond pas nécessairement avec les découpages institutionnels ou professionnels (leçon, séance, séquence...).

Dans une recherche menée entre 2007 et 2010¹⁶³ nous avons étudié comment les enseignants et les élèves faisaient fonctionner ces moments et ce qu'ils y construisaient effectivement. En nous appuyant sur les résultats de recherches antérieures (cf. chapitres 4 et 5), nous avons voulu prendre en compte plusieurs caractéristiques de ces moments scolaires :

- le rapprochement possible (par les enseignants ou par les élèves) des objets et tâches présents dans les moments scolaires avec des objets et des tâches familières présents dans d'autres moments qu'ils soient scolaires ou non scolaires (relevant des pratiques domestiques familiales par exemple),
- la dépendance réciproque de l'activité expérimentale et de l'activité langagière (ou plus généralement de l'activité empirique et de l'activité dialogique) ; chacune de ces activités pouvant soulever des problèmes d'ordre cognitif ou d'ordre matériel (supports d'expérimentation ou supports d'écriture par exemple).

6.2 Du quotidien au scientifique

Nos travaux ne portent pas principalement sur les problèmes d'élaboration conceptuelle liés à un contenu scientifique particulier comme dans d'autres travaux de didactique des sciences. De nombreuses recherches¹⁶⁴ ont déjà permis d'identifier des « catalogues » de conceptions initiales des élèves sur un grand nombre de contenus scientifiques et de les analyser en termes d'obstacles ou d'objectifs-obstacles¹⁶⁵. En revanche, certains problèmes d'élaboration conceptuelle comme la distinction entre concepts quotidiens et scientifiques posent d'une façon plus générale la question de la coexistence de différentes « sphères » d'activité humaine. Par exemple, la conceptualisation dans le domaine de la reproduction végétale se heurte à des difficultés liées à l'existence de « concepts » bien constitués dans l'usage quotidien¹⁶⁶ (graine, fleur, fruit) mais qui ont peu de rapport avec les concepts scientifiques du même nom. (Boyer, 2000¹⁶⁷) ; de ce point de vue, le langage scientifique apparaît moins à

¹⁶² Par exemple l'apprentissage de la physique est pris en charge par un professeur spécifique, dans un moment nommé comme tel (cours ou TP de physique) et généralement dans un lieu spécifique

¹⁶³ Recherche coopérative « Analyse didactique des moments scolaires de découverte du monde à l'école primaire » (2007-2010) financée par l'INRP (programmes « didactiques et curriculum » et « professionnalité enseignante »).

¹⁶⁴ Par exemple : GIORDAN, A. et MARTINAND, J.L., (1983). *L'élève et les connaissances scientifiques*. Berne : Peter Lang.

¹⁶⁵ Pour une revue d'ensemble, voir par exemple les deux numéros de la revue ASTER : n° 24 « Obstacles : travail didactique » (1997) et n° 25 « Enseignants et élèves face aux obstacles » (1997).

¹⁶⁶ Jardinage, alimentation, décoration...

¹⁶⁷ BOYER, C. (2000). Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale. *ASTER*, 31, 149-172. Paris : INRP.

l'école comme une langue spécialisée que comme un usage particulier d'une langue naturelle (Lerat, 1995¹⁶⁸). Boyer reprend l'opposition proposée par Vygotski entre concepts quotidiens et concepts scientifiques et les travaux de Vergnaud qui élargissent la notion de concepts au delà de la seule expression verbale. L'idée de concept en acte (ou de théorème en acte) permet en effet de relier les formes prédicative et opérative de la connaissance :

« Ce passage d'une forme opératoire de la connaissance à une forme prédicative faite d'objets, de propriétés et de relations énoncés, est l'un des enjeux de l'école, à condition que l'on oublie pas que la culture est faite de situations, d'actions et de pratiques, et pas seulement de mots et de textes. » (Vergnaud, 2008¹⁶⁹, p 97)

Dans sa théorie de la représentation, Vergnaud (1990¹⁷⁰) associe cette représentation à un « réel » constitué de situations et d'objets (schéma ci-dessous).

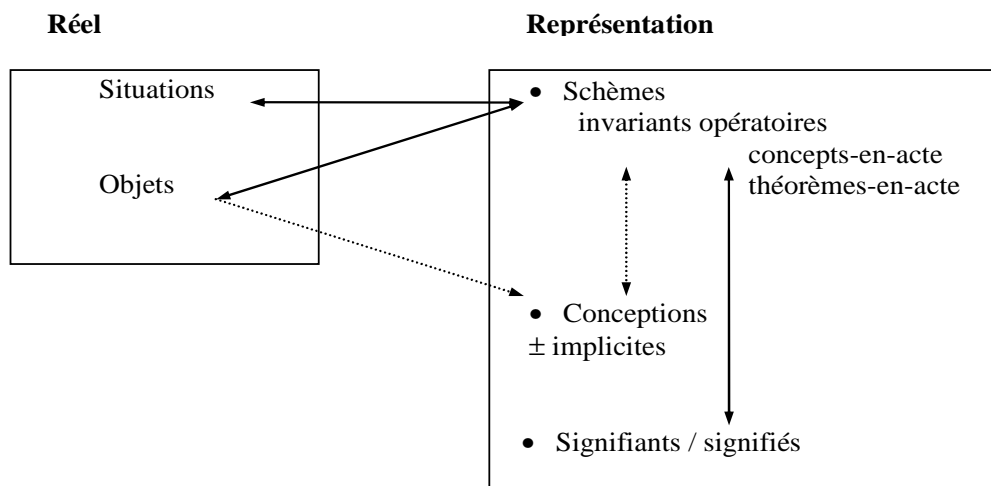


Schéma de la représentation selon Vergnaud

Dans notre perspective curriculaire, nous nous intéressons moins aux représentations individuelles (et à l'action individuelle pour reprendre la terminologie présentée au chapitre 4) qu'à l'activité collective. Cependant, dans les moments scolaires à visée scientifique, cette activité collective porte bien sur des objets variés associés à des tâches¹⁷¹ également très variées, c'est à dire sur ce que les élèves peuvent constituer comme « réalité empirique »¹⁷² des moments scolaires. Dans une analyse curriculaire, la réalité empirique construite *sur* les moments scolaires est tout aussi importante que la réalité empirique construite *dans* les moments scolaires. Nous verrons dans la suite de ce chapitre que nous sommes amenés à utiliser le terme « objet » dans une acception beaucoup plus large que celle envisagée dans le schéma précédent, y compris en tant que signe.

¹⁶⁸ LERAT, P. (1995). *Les langues spécialisées*. Paris : PUF

¹⁶⁹ VERGNAUD, G. (2008). Culture et conceptualisation ; l'une ne va pas sans l'autre, *Carrefours de l'éducation*, 2-26, 83-98.

¹⁷⁰ VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10 (2/3), 133-170.

¹⁷¹ Nous préférons éviter le terme « situation » qui est parfois pris dans un sens extrêmement large (en formation des enseignants par exemple) et parfois dans un sens très restreint (en didactique des mathématiques).

¹⁷² Nous utilisons le même terme « réalité empirique » pour désigner ce qui est étudié dans le moment scolaire et le moment scolaire lui-même ; nous voulons ainsi souligner que dans les deux cas, nous ne postulons pas l'existence d'un « réel en soi » et que nous nous intéressons uniquement à ce qui peut être appréhendé par les élèves.

6.3 Un point de vue scientifique sur des objets familiers

C'est donc bien la distinction entre des moments scolaires amenant à porter un regard « scientifique » sur certains objets et d'autres moments portant sur les mêmes objets (ou plus exactement sur des objets présentant certaines caractéristiques communes, la même désignation par exemple) qui peut poser des difficultés aux élèves. Il faut en effet distinguer le terme « objet » dans le sens d'une construction humaine (matérielle, intellectuelle, langagière...) et dans son sens plus banal d'élément du monde matériel (chose). Par exemple, la « graine » est autant une chose matérielle contenue dans un sachet de graines, qu'un concept quotidien connu de tout jardinier ou encore une notion scientifique dans le cadre du concept de reproduction végétale. Ce que nous appelons « objet » doit donc être compris comme un élément dynamique dont la signification se reconstruit au cours des moments scolaires.

Ce problème nous semble très important pour l'école primaire dans la mesure où la quasi-totalité des « objets d'étude » font partie de l'univers familier des élèves. La familiarité avec ces objets peut faciliter la mise en place d'activités scientifiques sur le plan pratique mais elle peut aussi être un piège redoutable pour les élèves comme pour les enseignants (qui peuvent avoir l'illusion de travailler sur le plan scientifique alors que les élèves peuvent rester dans un point de vue quotidien). Ce problème se pose moins à d'autres niveaux de la scolarité où on peut isoler plus facilement des « objets » de leurs contexte habituel d'utilisation voire étudier des objets qui n'existent pas dans le quotidien : un quadrivecteur espace-temps en relativité ou une fonction d'onde en mécanique quantique peuvent difficilement être confondues avec des objets du quotidien, c'est moins certain pour un générateur de tension en électricité ou un calorimètre en thermodynamique.

Ce recouvrement du scientifique et du non scientifique est à notre avis une caractéristique didactique majeure de l'éducation scientifique à l'école primaire. Même si la construction de concepts scientifiques est envisageable dans certaines conditions, elle n'est très souvent qu'un horizon de ces moments scolaires. Dans un grand nombre de cas, l'enjeu cognitif est de pouvoir construire un point de vue scientifique sur des objets du monde familier, point de vue qui devra parfois coexister avec d'autres points de vue. Nous pensons que les travaux sur les obstacles didactiques ou les objectifs obstacles ont clairement identifié les conditions de franchissement des obstacles pour la construction de concepts scientifiques mais ils n'ont pas épuisé tout ce qui pouvait être construit dans des moments scolaires à visée scientifique. D'autres constructions sans doute plus modestes et moins nettement détachées des connaissances quotidiennes sont à envisager. Comme nous le verrons plus loin à partir de quelques exemples, ces constructions peuvent être très diverses et ne sont pas forcément une première formulation ou des précurseurs de concepts scientifiques disciplinaires que l'on peut rencontrer à d'autres niveaux de la scolarité. Dans certains cas, on peut parler de constructions spécifiques pour l'école primaire qui n'ont pas de correspondance simple avec les concepts scientifiques des disciplines constituées.

6.4 Des moments en rupture avec d'autres moments

Si les objets étudiés dans les moments scolaires peuvent assurer une certaine continuité avec d'autres moments scolaires ou non scolaires, il n'en reste pas moins que les tâches associées à ces objets sont généralement en rupture avec les usages quotidiens de ces objets (cf. chapitre précédent). L'entrée dans un moment scolaire à visée scientifique peut donc soulever des difficultés liées à chacun des objets qu'il fait intervenir ; elle peut aussi soulever des difficultés liées à des caractéristiques plus générales de ces moments scolaires. Certaines de ces difficultés ont déjà été repérées dans des recherches antérieures, mais à notre connaissance

sans prendre en compte toutes les spécificités de ces moments scolaires soit parce que ces recherches portaient sur d'autres domaines d'apprentissage (Bautier, 1995¹⁷³) soit parce-que le point de vue retenu n'était pas spécifiquement centré sur ces questions (Rebière, 2000, *op. cit.* ; Boyer, 2000, *op. cit.*), soit qu'elles ne prenaient pas en compte tous les niveaux de l'école primaire (Lebeaume, 2000¹⁷⁴) : c'est donc dans un domaine de recherche encore largement inexploité que nous menons nos travaux depuis quelques années.

Plusieurs difficultés liées aux ruptures entre moments scolaires et autres moments peuvent constituer de véritables pièges pour les élèves. Nous allons en expliciter trois : le piège du dérapage conversationnel, le piège utilitaire de l'expérience et le piège de l'ambiguïté lexicale.

Le « piège du dérapage conversationnel » a été mis en évidence par Rebière (2000, *op. cit.*) qui a analysé les positionnements énonciatifs d'élèves de CM2 lors d'activités scientifiques consacrées aux échanges placentaires. Ce dérapage se manifeste volontairement ou involontairement lorsqu'un élève répond à une question qui n'attend pas de réponse immédiate dans la situation didactique proposée. Par exemple, dans une séance de tri de questions posées par la classe (p. 177), il ne s'agit pas de répondre à chaque question comme dans une conversation ordinaire mais de juger de leur pertinence dans le cadre d'une activité scientifique scolaire – ce qui ne relève pas du même genre¹⁷⁵ de discours. Pour Rebière, les genres « assertion », « explication » et « problématisation » sont compatibles avec une activité langagière en classe de sciences au contraire du genre « conversation » qui est, même en dehors du domaine des sciences, difficilement compatible avec l'institution scolaire : « *l'école n'est pas un lieu de conversation et la simple réponse trahit l'intention de se débarrasser de la tâche* » (p. 170).

Dans notre recherche présentée au chapitre précédent, nous avons mis en évidence ce que nous pouvons appeler un « piège utilitaire de l'expérience » lorsque les élèves oublient l'enjeu cognitif de la tâche expérimentale pour se focaliser sur certains aspects « techniques » liés au matériel expérimental utilisé. Ainsi, le déballage des glaçons de leur sac alvéolé de fabrication s'impose dans leur usage « ordinaire » (utiliser un glaçon pour refroidir une boisson) mais il n'a pas d'intérêt si l'ensemble des glaçons est utilisé comme source froide dans une expérience pour reproduire le mécanisme de formation du brouillard. Contrairement au piège précédent, ce deuxième piège se manifeste dans la dimension matérielle de l'activité mais il résulte selon nous du même type de problème : une interprétation de la tâche qui ne prend pas en compte l'enjeu cognitif de l'activité dans laquelle elle est inscrite. Pour Bautier et Goigoux (2004¹⁷⁶), l'activité est alors productive mais n'est pas constructive.

Le « piège de l'ambiguïté lexicale » lié au recouvrement des lexiques scientifique et quotidien peut se manifester dans de nombreux domaines scientifiques relevant de l'étude du vivant ou de la matière. Nous avons déjà mentionné l'étude de la reproduction végétale avec les termes « fruit », « fleur », fruit » avec différents concepts associés selon qu'ils relèvent de la biologie ou du quotidien. Ce que nous voulons souligner ici ce n'est pas tant que ces deux

¹⁷³ BAUTIER, E. (1995). Pratiques langagières, pratiques sociales : de la sociolinguistique à la sociologie du langage. Paris: L'Harmattan.

¹⁷⁴ LEBEAUME, J. (2000). "Découverte du monde" "Sciences et technologie" : des matières scolaires à l'école élémentaire - le point de vue des élèves. Rapport de recherche multigraphié. INRP, IUFM Orléans Tours.

¹⁷⁵ Rebière croise dans sa thèse la notion de « genre » reprise en particulier des travaux de Bakhtine avec la notion de « posture » reprise de différents travaux de sociologie et adaptée au cas de la didactique du français.

¹⁷⁶ BAUTIER, E. & GOIGOUX, R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle. *Revue Française de Pédagogie*, 148, 89-100.

catégories de concepts différents, c'est aussi qu'ils font appel aux mêmes étiquettes. Même si la construction du concept scientifique est accessible aux élèves, sa désignation par un terme déjà utilisé dans un tout autre sens pose un problème d'un autre ordre. Par exemple, dans l'étude de la formation du brouillard, les élèves peuvent très bien concevoir que l'eau puisse exister sous une forme « invisible » sans pour autant accepter d'appeler « vapeur d'eau » cette forme sachant que ce terme est couramment utilisé dans le langage quotidien pour désigner une forme visible de l'eau - ce que les scientifiques appellent un brouillard.

Certains de ces « pièges » sont directement liés à la composante langagière de ces moments scolaires, d'autres à leur dimension matérielle. Il nous semble donc important de prendre en compte ces deux modalités d'activité des élèves dans l'analyse des moments scolaires à visée scientifique.

6.5 Matériel et langagier dans les moments scolaires à visée scientifique

La dualité matériel¹⁷⁷ / langagier dans l'éducation scientifique à l'école primaire est une question ancienne comme en attestent par exemple les expressions « leçons de mots » et « leçons de choses » qui ont été utilisées pour qualifier cette éducation à son origine (Kahn, 2000, *op. cit.* ; Lebeaume, 2011¹⁷⁸). La dimension matérielle a été particulièrement mise en avant par les enseignants et par certains didacticiens au travers du rôle de l'expérimental¹⁷⁹. Cette dimension matérielle se manifeste à la fois dans les moyens spécifiquement mis en œuvre lors de la réalisation d'expériences – ce qu'on peut appeler « le matériel » pour expérimenter et dans la « réalité empirique » que cette expérience permet d'interroger – ce qu'on pourrait appeler « la matière » sur laquelle porte l'expérience que cette matière soit vivante ou non vivante, construite ou non par l'homme. Bien entendu, l'expérimental ne peut pas être réduit à cette dimension matérielle mais c'est principalement à ce niveau que ce situent certaines difficultés didactiques comme le problème des pannes dans l'enseignement de la physique (Jouin, 2005¹⁸⁰) ou la « résistance » du réel dans l'enseignement de la biologie (Coquidé, Bourgeois-Victor & Desbeaux-Salviat, 1999¹⁸¹). Le rapport expérimental au vivant soulève en outre des problèmes d'ordre moral ou affectif (Coquidé, 2000¹⁸², Del Angelo 2009¹⁸³) que l'on ne retrouve pas pour le non vivant.

La composante langagière de l'activité scientifique scolaire a été particulièrement étudiée depuis plus de vingt ans dans de nombreuses recherches (Vérin, 1988, *op. cit.* ; Astolfi & al., *op. cit.*, 1991) et est devenue un élément essentiel des programmes de sciences pour l'école primaire au moins depuis les textes de 1995. Cependant, comme nous le précisons dans le

¹⁷⁷ Nous prenons ici le terme matériel en tant qu'adjectif désignant ce qui est relatif à la matière et non en tant que substantif.

¹⁷⁸ LEBEAUME, J. (2011). Les choses et les mots à l'école primaire. Exploration de la connexité des enseignements de français et de sciences (1880-2000). *Carrefours de l'éducation, HS 1*, 87-100.

¹⁷⁹ Voir par exemple, le numéro 28 (1999) de la revue ASTER : l'expérimental dans la classe.

¹⁸⁰ JOUIN, B. (2005). Les sciences physiques dans leur fonction de service par rapport à la technologie au lycée professionnel. *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*. [en ligne] www.inrp.fr/ardist2005/ressources/contributions/65.pdf

¹⁸¹ COQUIDÉ, M.; BOURGEOIS-VICTOR, P.; DESBEAUX-SALVIAT, B. (1999). « Résistance du réel » dans les pratiques expérimentales. *ASTER*, 28, 57-77.

¹⁸² COQUIDÉ, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris XI, Orsay. 198 pages. [en ligne]

<http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/coquide.pdf>

¹⁸³ DELL'ANGELO – SAUVAGE, M. (2009). *La construction d'un rapport au vivant : un autre regard sur les enseignements relatifs aux vivants à l'école et au collège*. Paris : Delagrave.

chapitre 3 cette importance du langagier est relativement ambiguë car elle soulève différents problèmes qui ne sont pas de même nature : pédagogique, épistémologique, psychologique... Il faut en particulier distinguer la langue française en tant qu'objet d'enseignement-apprentissage (dont les sciences peuvent fournir l'occasion de cet enseignement) et la langue comme moyen d'enseignement-apprentissage. Si on se limite à la fonction de communication assurée par la langue française, il est clair que d'autres « langages » (systèmes sémiotiques) sont disponibles dans les moments à visée scientifiques (langages iconique, gestuel, mathématique...).

Plusieurs travaux de didactique des sciences ont bien montré la nécessité de prendre en compte les outils graphiques dans les apprentissages scientifiques (Peterfalvi, 1988, *op. cit.* ; Orange, 2001, *op. cit.*). Des travaux plus récents (Givry, 2005¹⁸⁴ ; Marquez, 2006¹⁸⁵) ont considéré les gestes comme élément significatif de la communication en classe de sciences en s'appuyant sur différents travaux de psycholinguistique (Goldin-Meadow, 1997, *op. cit.* ; Colletta, 2004, *op.cit.*). Il nous semble essentiel de prendre en compte ces différents systèmes sémiotiques (verbal, iconique, gestuel), en particulier si on s'intéresse à de jeunes enfants¹⁸⁶ qui sont de grands utilisateurs de symboles gestuels et iconiques. L'articulation entre ces systèmes sémiotiques pose des problèmes théoriques complexes. Il faut donc être très prudent sur les questions de « langage » et distinguer à la fois les systèmes sémiotiques, et les canaux ou modes d'actualisation dans chacun de ces systèmes qu'il faut considérer pour chaque élève à un moment de sa scolarité et à une étape de son développement dans un environnement social et culturel donné.

Le matériel et le langagier ne s'opposent pas mais sont deux « entrées » complémentaires pour analyser les moments scolaires à visée scientifique. On peut dire que deux types d'objets sont *a priori* observables dans ces moments : des objets matériels qui peuvent être perçus ou manipulés et des « objets symboliques » insérés dans différents langages. Mais il n'y a pas séparation absolue entre d'un côté des « objets matériels » dénués de signification symbolique et d'autre part des objets symboliques dénués de toute dimension matérielle : ainsi, un texte écrit n'existe que s'il est inscrit sur un support matériel et inversement tout objet matériel peut être le point de départ d'un processus sémiotique¹⁸⁷ ; par exemple, l'utilisation dans un moment scolaire d'un tube à essai peut être le signe qu'on est dans un moment à visée scientifique. Ces deux entrées peuvent correspondre dans certains cas à des deux activités disjointes : par exemple on observe silencieusement un objet et on discute ensuite de cette observation mais en général, il y a superposition de plusieurs modes d'activité (c'était le cas dans le moment sur le brouillard présenté au chapitre précédent). De façon plus complexe, l'activité « matérielle » peut également être un signe : par exemple, le fait de réaliser des montages expérimentaux est un signe (construit ou en construction) d'une activité scientifique scolaire. A ce titre, chaque moment à visée scientifique pose des problèmes analogues sur les plans matériel et langagier puisqu'on rentre dans une utilisation particulière du matériel et du

¹⁸⁴ GIVRY, D, (2005). Analyse vidéo de l'apprentissage des sciences par les élèves : l'apport des gestes et des éléments saillants de la situation. *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*. [en ligne] www.inrp.fr/ardist2005/ressources/contributions/31.pdf

¹⁸⁵ MARQUEZ, C, IZQUIERDO, M, & ESPINET, M. (2006). Multimodal Science Teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, 90, 202-226.

¹⁸⁶ Le passage du cycle 1 au cycle 2 correspond à plusieurs changements importants sur l'utilisation des différents systèmes sémiotiques à cause de la superposition de plusieurs facteurs : abandon progressif du dessin comme langage de travail pour l'école, effets de l'apprentissage de la langue française, facteurs développementaux liés à la genèse de l'acte graphique (LAVARDE A. (1994). La genèse de l'acte graphique. *Communication et langages*, 99, 74-87.)

¹⁸⁷ Nous développerons cette question dans la deuxième partie de ce mémoire.

langagier (on agit sur des objets, on discute et on écrit pour comprendre et apprendre...). Comme nous l'avons rapidement mentionné, toute entité langagière ou non langagière (objet, activité...) est susceptible d'être insérée dans un processus sémiotique et il paraît donc peu pertinent de considérer des « signes en soi ». Dans ces conditions, il nous semble nécessaire d'adopter une conception globale et dynamique du signe qui ne peut pas se réduire au seul système sémiotique que constitue la langue française (ou une autre langue) et qui ne peut pas supposer une correspondance univoque entre signifiant et signifié, pensés comme des entités ontologiquement distinctes (Everaert-Desmedt, 1990¹⁸⁸ ; Depecker, 2002¹⁸⁹).

6.6 Analyse des moments scolaires coproduits par les enseignants et leurs élèves

Dans la recherche que nous avons déjà mentionnée au début de ce chapitre nous avons analysé les moments scolaires à visée scientifique coproduits par les enseignants et leurs élèves ; en utilisant ce terme de coproduction, nous voulons souligner le fait que ces moments ne résultent pas principalement d'une « application » des prescriptions officielles dans un processus linéaire descendant mais qu'ils sont aussi et surtout des constructions originales réalisées localement par les « acteurs » impliqués dans chaque moment scolaire (les élèves et leur enseignant) – constructions qui sont dépendantes des diverses pratiques (familiales, professionnelles...) dans lesquelles ces acteurs sont insérés. Nous reviendrons dans le chapitre suivant sur la faible influence des programmes officiels sur les moments scolaires observés. Nous allons ici présenter quelques résultats concernant plus spécialement la place et le rôle des objets dans ces moments. Avant de présenter ces résultats nous indiquons ci-dessous les questions de recherche qui ont orienté l'ensemble des analyses des moments scolaires réalisées pendant cette recherche ainsi que les hypothèses (ou conjectures) formulées préalablement à cette analyse. L'analyse s'est appuyée sur trois corpus complémentaires : les écrits de préparation de quelques enseignants, les observations de moments scolaires (filmés et retranscrits) et des entretiens auprès des élèves et des enseignants (texte 61).

Extrait du texte 61

Questions de recherche

Plusieurs questions seront examinées au cours de la recherche que nous nous proposons de mener avec une visée d'objectivation et de description des pratiques scolaires effectives :

- comment peut-on identifier et à partir de quels critères des moments scolaires qui sont des moments décisifs du côté des visées scientifiques et techniques ?
- quels sont les principes organisateurs qui fondent la programmation de ces moments scolaires ?
- quelles tâches scolaires peut-on repérer dans ces moments en relation avec quelles visées ?
- quelles sont les échelles de temps qui interviennent dans la délimitation et l'alternance de ces moments ?
- quelles sont les continuités et les ruptures qui interviennent au sein de ces moments scolaires et dans les passages entre ces moments et d'autres moments scolaires ou non scolaires ?
- au-delà de la diversité des contenus abordés et de la variété des modalités de mise en œuvre, est-il possible d'observer des régularités ?

Hypothèses

Nous formulons plusieurs hypothèses :

¹⁸⁸ EVERAERT-DESMEDT, N. (1990). *Le processus interprétatif - introduction à la sémiotique de Ch. S. Peirce*. Liège: Pierre Mardaga.

¹⁸⁹ DEPECKER, L. (2002). *Entre signe et concept - éléments de terminologie générale*. Paris: Presses Sorbonne Nouvelle.

- la programmation des moments scolaires de découverte du monde est déterminée en grande partie par des visées extérieures à ce domaine d'apprentissage, notamment celles relatives à la maîtrise de la langue,
- les moments scolaires de découverte du monde sont insérés dans des projets pédagogiques autour d'objets faisant partie de l'environnement familial de l'enfant,
- la multiplicité des enjeux, des visées et des horizons conduit à des basculements de priorités et de tâches effectives à différentes échelles de découpage des moments scolaires,
- des caractéristiques communes aux moments de découverte du monde et à d'autres moments scolaires dont les enjeux, les visées et les références sont très différents peuvent conduire à des confusions ou à des glissements,
- la familiarité des élèves avec certains objets ou phénomènes peut constituer une difficulté quand l'utilisation qui est faite de ces objets dans les moments scolaires s'oppose à leur utilisation familière.

6.7 Prégnance des objets matériels dans les moments « préparés » par les enseignants

Texte 4

Dans nos analyses, nous avons considéré les écrits de préparation d'enseignants dans une double perspective : ils sont d'une part le résultat d'une écriture qui a pu se nourrir d'un ensemble très vaste de textes déjà disponibles (dont les textes officiels) et d'autre part, ces écrits sont des représentations de moments scolaires « en devenir ». Cependant, quelle que soit la précision des documents de préparation, ceux-ci ne constituent pas forcément une image très fidèle des moments scolaires qu'ils préparent (Fillon, Peterfalvi & Szterenbarg, 2007¹⁹⁰), non seulement parce que ces moments « effectifs » résultent d'un certain nombre d'ajustements « en situation » mais aussi parce que certaines conditions nécessaires au bon fonctionnement de ces moments restent implicites dans les documents de préparation, comme nous avons pu le constater en croisant l'observation des documents de préparation et l'observation de moments effectivement réalisés. L'analyse des écrits de préparation a mis en évidence l'importance des objets matériels (au sens où nous les avons évoqués ci-dessus) dans la conception des moments scolaires – en particulier des objets faisant partie de l'environnement familial des élèves. Nous en donnons un exemple ci-dessous avec l'analyse d'un document de préparation sur les escargots en maternelle qui montre la multiplicité des activités envisagées autour de « l'objet escargot ».

L'importance des « objets » dans les écrits de préparation (extrait du texte 4)

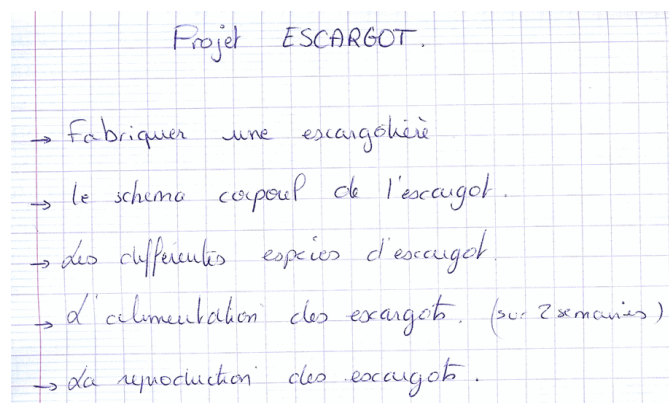
L'escargot apparaît comme un objet scolaire particulièrement intéressant pour concevoir des moments scolaires. En effet, il est facile à se procurer, aisément manipulable et support d'activités diverses :

- objet final d'une démarche technique d'élevage (« fabriquer une escargotière »),
- objet de départ d'une démarche d'investigation scientifique (« le schéma corporel »),
- objet support d'activités de tri-classement (« les différentes espèces d'escargots ») à relier à des activités similaires dans d'autres domaines d'apprentissage (mathématiques).

Il permet de programmer des activités diverses qui sont précisées tout au long des différents écrits rédigés par cet enseignant dans le cadre de ce projet : « les manipuler... » « émettre des hypothèses... » (même document de préparation, p. 2 séance 2). En fait cet « objet escargot » permet donc de relier plusieurs domaines d'activité ou d'apprentissage. C'est sans doute une caractéristique forte de ces moments scolaires du domaine « découvrir le monde » au cycle 1. Nous pensons que ce document de préparation est assez représentatif d'une mise en place d'un « réseau de pratiques

¹⁹⁰ FILLON P., PETERFALVI B. & SZTERENBARG M. (2007) « L'organisation annuelle par les enseignants : problèmes de temporalités et variations didactiques » *Aster* 45 (139-164).

cohérentes » (Lebeaume, 2005¹⁹¹). L'objet escargot se situe alors à un des nœuds de ce réseau qui permet d'envisager différentes directions de travail. De ce point de vue, on peut aussi considérer que l'alimentation ou la reproduction des escargots sont également des nœuds (plus abstraits cette fois-ci) puisqu'on peut à la fois les considérer comme une piste de questionnement scientifique sur les fonctions biologiques ou comme une condition technique liée au projet de fabrication de l'escargotière : en effet, il est difficile de concevoir un élevage d'escargots sans traiter le problème de leur alimentation et de leur reproduction. On peut se demander si ces deux pistes de travail sont toujours compatibles entre elles et le détail du déroulement de ce projet montre plusieurs glissements implicites entre ces logiques tantôt plutôt scientifique et tantôt plutôt technique. On retrouve le même type de superposition entre plusieurs logiques dans un autre document de préparation du même enseignant relatif aux poussins ; on en retrouve un autre exemple dans un document de préparation sur les plantes et le jardinage d'un autre enseignant de maternelle qui combine également une logique scientifique (reproduction végétale) et une logique technique (jardinage)¹⁹².



Extrait du Corpus escargots maternelle (MS-GS) : présentation d'ensemble du projet

6.8 De l'objet quotidien à l'objet d'investigation scientifique

Comme nous venons de le montrer sur un exemple, les moments scolaires à visée scientifique font intervenir généralement des « objets » faisant partie du monde familier des élèves. La familiarité des élèves avec ces objets peut constituer une difficulté quand l'utilisation qui en est faite dans les moments scolaires s'oppose à leur utilisation habituelle. La visée scientifique de ces moments n'est réellement envisageable que si les élèves prennent suffisamment de distance avec d'autres moments scolaires ou non scolaires. Cette particularité des moments scolaires est particulièrement marquée à l'école maternelle pour laquelle les domaines d'enseignement - apprentissage sont encore très peu différenciés et le lien école famille encore très présent. L'analyse des interactions langagières entre les élèves et le maître pendant des moments scolaires sur les ballons de baudruche dans une classe de petite section-moyenne section montre la transformation progressive des objets appréhendés en un « objet d'investigation scientifique » et les difficultés rencontrées par les élèves pour réaliser cette transformation.

¹⁹¹ LEBEAUME J. (2005). L'industrie humaine mise en mots pour l'école ». In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *par les mots et par les choses, actes des XXVIIèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*, [CDROM]. Paris, D.I.R.E.S.

¹⁹² Nos analyses ont montré que les enseignants ne distinguent pas clairement ces deux logiques. Cette distinction n'est pas non plus très explicite dans les textes officiels qui semblent accorder une place assez réduite aux démarches spécifiquement techniques, notamment au cycle 3.

Extrait du texte 20

Un premier moment : renoncer à la couleur du ballon

Dans un premier moment (début de la première séance), il s'agit en quelque sorte de « découvrir l'objet ballon » à partir d'une mise en scène soigneusement orchestrée par l'enseignante. En effet, plusieurs ballons de baudruche plus ou moins gonflés ont été placés dans un grand sac en matière plastique et les élèves doivent décrire et identifier ce qu'il y a dans le sac, d'abord sans ouvrir le sac puis en pouvant y plonger la main et enfin en pouvant sortir les ballons. Cette situation de « découverte » du ballon place donc cet objet familier dans une position inhabituelle qui doit inciter les élèves à en décrire certaines caractéristiques. Ce moment scolaire permet donc à la fois une investigation sur des objets matériels (les ballons contenus dans le sac) et une discussion sur ce que savent déjà les élèves à propos de ces objets.

117 Enseignante : Qu'est-ce que c'est?

118 Valentin : **Un ballon**

119 X : **Un ballon rouge!**

(...)

144. Enseignante : Ah bon. Mais alors dites-moi quelque chose/ restez assis/ dites- moi quelque chose, est-ce que ce ballon-là va être le même que celui-là ? (*montrant un ballon bleu gonflé et un blanc dégonflé*)

145. Tous : Oui

146. XX : Non

147. Enseignante : Bon alors vous m'avez dit des ballons/

148. X : Non celui-là /c'est pas le même que celui-là

149. Enseignante : Ah bon, d'accord. Et celui-là, est-ce que c'est le même que celui-là ? (*prenant un ballon bleu dégonflé avec le bleu gonflé*)

150. XX : OUI

151. Enseignante : Qu'est-ce qu'il a qui est pareil ?

152. Maxence : C'est que c'est bleu et bleu

153. Enseignante : Alors ça c'est un ballon et ça/

154. Maxence : Aussi

155. Enseignante : Non, je ne suis pas d'accord

156. Maxence : Mais si c'est des ballons/ regarde

157. (*geste de Maxence : il lève les épaules*)

158. Enseignante : Tu fais quoi Maxence en faisant ça ?

159. Maxence : Ça c'est un ballon pas gonflé et ça c'est un ballon...

(...)

183. Enseignante : Mais pourquoi ce ne sont pas les mêmes ceux-là? (*montrant un gros ballon bleu et un petit blanc*)

184. Maxence : Il est pas assez gonflé lui/ lui il est bien gonflé

Alors que la couleur des ballons est une caractéristique « accessoire » des ballons dans la situation proposée aux élèves, elle apparaît comme un élément très prégnant dans les propos des élèves. Avant même de voir les ballons qui sont cachés dans le sac et alors qu'ils sont seulement appréhendés par le toucher, la couleur des ballons est rapidement évoquée par un élève. De la même façon, dès que les ballons sont sortis du sac, la couleur est immédiatement associée dès que l'objet est nommé (118, 119). Quand il s'agit un peu plus loin de comparer des ballons plus ou moins gonflés et de différentes couleurs, c'est la couleur du ballon qui est retenue comme critère discriminant pour savoir si deux ballons sont « les mêmes » (148 et 152).

Le thème de la couleur nous semble tout à fait caractéristique de l'interaction de ce moment scolaire de découverte du monde avec d'autres moments scolaires ou non scolaires. Il est en effet assez clair que la couleur d'un ballon de baudruche est un élément essentiel pour son utilisation ordinaire. D'autre part, la reconnaissance des couleurs fait partie des contenus d'apprentissage travaillés dans cette classe de cycle 1 : il existe en effet d'autres moments scolaires pour lesquels il est précisément demandé de distinguer des objets selon leur couleur. Ce moment de découverte du monde exige donc que les élèves renoncent à des caractéristiques importantes à l'extérieur de l'école ou dans d'autres moments scolaires avant de pouvoir se focaliser sur le phénomène mis en avant par le maître (modification de la forme et de la dimension du ballon selon le gonflage). Ce n'est que par l'insistance de l'enseignante (153), voire par une sorte de provocation (155), que les élèves (Maxence en tout cas) parviennent à mettre de côté la couleur du ballon¹⁹³ pour s'intéresser à une autre caractéristique, l'état de gonflement du ballon (184).

¹⁹³ La couleur des ballons sera néanmoins évoquée à nouveau par certains élèves au début de la séance suivante quand ils auront à rendre compte de la première séance. Cela montre d'une part que les constructions langagières

Un deuxième moment : le « vent » du ballon

Le moment où un gonfleur est utilisé dans la deuxième séance est un tournant du travail sur les ballons puisqu'il fait apparaître un nouvel objet « le vent » - celui du gonfleur et celui du ballon. À partir du constat d'abord perceptif du vent du gonfleur puis du ballon, les élèves vont être capables d'ébaucher collectivement une élaboration plus abstraite de la circulation du vent. Dans un premier temps, Rémi et Maxence guident le maître dans l'utilisation du gonfleur. En 72, Maxence est le premier à montrer au maître qu'il y a du vent qui sort de l'embout du gonfleur : le terme de « vent » ne sera plus remis en question durant la séance. Sa formulation « mets ta main/ y a du vent », montre bien qu'il s'agit d'une expérience sensible, rendant compte du monde perçu ; l'invitation à partager cette sensation ne laisse pas de place au doute ; on est dans le monde sensible, sûr et incontestable. En 74, Rémi reprend la formulation du constat, alors que Maxence poursuit sur une autre voie (comment gonfler le ballon).

72. Maxence : *(qui appuie avec le pied sur le gonfleur)* oui c'est comme ça / mets ta main *(s'adressant à la maîtresse)* / Mets ta main / y a du vent

73. Enseignante : oui je mets la main / qu'est-ce qui se passe ? quand je mets la main / venez / mettez votre main / qu'est-ce qui se passe ?

Les élèves se regroupent autour du gonfleur

74. Rémi : y a du vent

75. Maxence : il faut mettre un ballon dessus pour que ça gonfle

(...)

La maîtresse passe devant les enfants en laissant le ballon se dégonfler petit à petit.

87. Rémi et Émeline : y a du vent !

88. Enseignante : y a du vent ? / qu'est-ce que tu sens Quillan toi ?

89. Marine : Parce qu'on l'avait gonflé et pi le vent il est venu il est venu à l'intérieur du ballon/ il est venu dans le ballon

90. Enseignante : / +/ chut ! alors vous avez entendu ce qu'elle a dit Marine ?

91. Valentin : elle a dit que le vent est venu dans le ballon

92. Enseignante : le vent est venu à l'intérieur elle a dit / oh ! ben qu'est-ce qui s'est passé là ? *(le ballon est complètement dégonflé)*

93. Émeline : il est dégonflé

94. Enseignante : il est dégonflé ! / comment ça se fait qu'il s'est dégonflé ?

95. Maxence : on peut le regonfler !

96. Enseignante : (...) Marine / et puis les autres vous allez essayer de dire ce que vous avez ressenti quand je suis passée comme ça avec le ballon/

97. Maxence : du vent

98. Enseignante : attend *(en redonnant la parole à Marine qui veut s'exprimer)* / Marine/vas-y

99. Marine : moi j'ai senti du vent / j'ai senti que le vent il venait du pays d'Illona

100. Enseignante : qui c'est Illona ?

101. Marine : c'est une petite fille qui chante des chansons

(...)

112. Enseignante : qu'est-ce qu'il y avait à l'intérieur du ballon ?

113. Maxence : y a du vent !

Dans un second temps, le maître passe devant les élèves en dégonflant le ballon de telle sorte qu'ils sentent le « vent du ballon » ; le constat « y a du vent » est repris à l'unisson (87), jusqu'à la rupture forte que représente la réplique de Marine (89). Explicative dans sa forme (« parce que... ») et son contenu, cette intervention tranche avec les précédentes en sortant du constat des sens et constitue un net déplacement de « l'ordre » des propos. Marine prend l'initiative de l'explication du « vent du ballon » en dissociant le gonflage (« on l'avait gonflé ») de l'introduction du vent (« et pi le vent est venu.. ») comme si le gonflement était d'abord une action sur l'enveloppe qui devait précéder la venue du vent. Le vent est agent dynamique, sujet du verbe « venir » ; le ballon est considéré comme un réceptacle, « l'intérieur du ballon », formule doublée par « dans le ballon ».

En 91, Valentin est capable de redire fidèlement le propos de Marine, ce qui pourrait prouver que l'on a bien « entendu » son explication et que l'on y adhère. Pendant ce temps, le maître dégonfle le ballon; la parenthèse explicative est close par le constat d'Émeline : « il est dégonflé ». De même, en 95, Maxence ne répond pas à la question du maître qui demande une nouvelle explication ; se situant dans une perspective plus « technique », il affirme qu'« on peut le regonfler ». Pour autant, la discussion ne porte pas que sur les aspects « scientifiques et techniques » ; en 99 Marine qui avait fourni une

et conceptuelles restent fragiles et d'autre part qu'elles ne sont pas forcément partagées par tous les élèves même si elles ont fait l'objet d'une « validation » collective.

proposition décisive pour l'élaboration « scientifique » semble sortir de ce registre quand elle fait le rapprochement entre le vent qu'elle a « senti » et celui d'un album de littérature enfantine (le « vent du pays d'Illona »). Cet exemple montre par ailleurs l'imbrication étroite entre les dimensions matérielle, conceptuelle et langagière de l'activité des élèves et les glissements possibles dans chacune de ces dimensions : dès que la perception est mise en mots, c'est un autre univers qui s'ouvre¹⁹⁴.

Durant cette séance, les élèves emploient le mot « vent » dans différentes acceptions. Dans un premier temps, en conformité avec l'usage linguistique habituel, le vent est le mouvement de l'air pouvant être perçu par les sens. En revanche, quand ils indiquent que « le vent est venu dans le ballon », il ne s'agit plus d'un phénomène directement perceptible mais d'une élaboration intellectuelle plus abstraite. On peut alors se demander si le raisonnement à la base de cette « élaboration théorique » porte plus sur le mouvement lui-même ou sur l'entité qui est en mouvement - ce qui serait une façon de formuler l'existence de l'air. Il est difficile de trancher à partir de formulations aussi laconiques, néanmoins il semble y avoir une amorce d'élaboration d'un premier « modèle explicatif » du gonflement du ballon. On peut donc penser que même si Maxence utilise une expression inchangée « y a du vent » au début et à la fin de ces échanges (72 et 113), c'est probablement avec une signification différente¹⁹⁵. Le passage de l'air en mouvement (le vent) à l'air qui peut remplir le ballon ne semble pas encore pouvoir se dire même s'il commence à être pensé.

6.9 La construction d'un objet d'investigation scientifique scolaire

Les « expériences » réalisées par les élèves sur les ballons de baudruche et les interactions langagières avec le maître ont progressivement fait apparaître un ensemble de propriétés, de relations et de schèmes d'actions caractéristiques de l'objet ballon – ce que Grize appelle un « faisceau d'objet » (Grize, 1990¹⁹⁶) : les ballons de différentes formes et couleurs appartiennent à une même classe d'objets, la dimension du ballon est variable selon l'air contenu... Cette construction conceptuelle réalisée tout au long de ces moments scolaires reste largement implicite. Néanmoins, on peut considérer que cet ensemble de propriétés constitue la première ébauche d'un « modèle scientifique »¹⁹⁷ du ballon qui rend compte de façon cohérente d'observations « empiriques » diverses réalisées par les élèves, notamment par le moyen de perceptions visuelles, tactiles ou sonores. On peut remarquer que ces propriétés de l'objet – ballon sont étroitement associées à celles d'un autre « objet d'investigation scientifique » qui n'est que très partiellement construit pendant cette séquence : l'air du ballon ; Il s'agit en particulier de concevoir l'air comme une matière ce qui est difficile pour les élèves, même à des niveaux plus élevés de la scolarité comme l'ont montré plusieurs études (Séré, 1982¹⁹⁸ ; Plé, 1997¹⁹⁹).. Cette appréhension du ballon en tant qu'objet d'investigation scientifique scolaire ne va pas de soi pour les élèves ; en effet, ils le considèrent d'abord comme un objet du quotidien (non scolaire) ou comme un objet scolaire « ordinaire » et ces différents points de vue ne sont pas totalement compatibles entre eux.

¹⁹⁴ Inversement, à d'autres moments de la séance (non décrits ici) certains élèves se bouchent les oreilles alors que l'enseignante gonfle les ballons : c'est alors un univers de perception qui est convoqué. Dans les deux cas, la distinction entre langage en situation et langage d'évocation est beaucoup plus complexe que ne le laissent parfois supposer certaines injonctions des textes officiels.

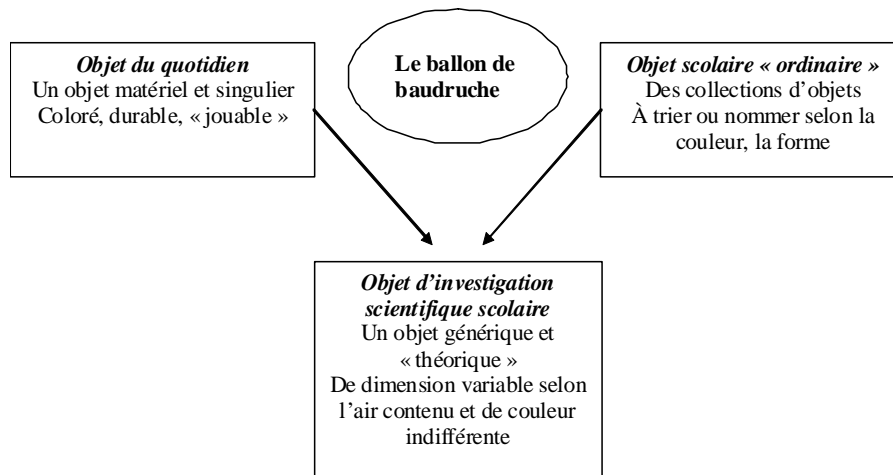
¹⁹⁵ Nous avons déjà observé de tels « décalages » entre élaborations verbale et conceptuelle dans une étude antérieure consacrée à la maternelle (texte 7).

¹⁹⁶ GRIZE, J.-B. (1990). *Logique et langage*. Orphys.

¹⁹⁷ A un niveau plus avancé de cette élaboration on pourra au contraire considérer ces propriétés comme un ensemble de faits empiriques dont il s'agit de rendre compte à un niveau plus « théorique ».

¹⁹⁸ SÉRÉ, M.-G. (1982). A propos de quelques expériences sur les gaz : étude des schèmes mécaniques mis en œuvre par des enfants de 11 à 13 ans. *Revue Française de Pédagogie*, (60)1, 43-49.

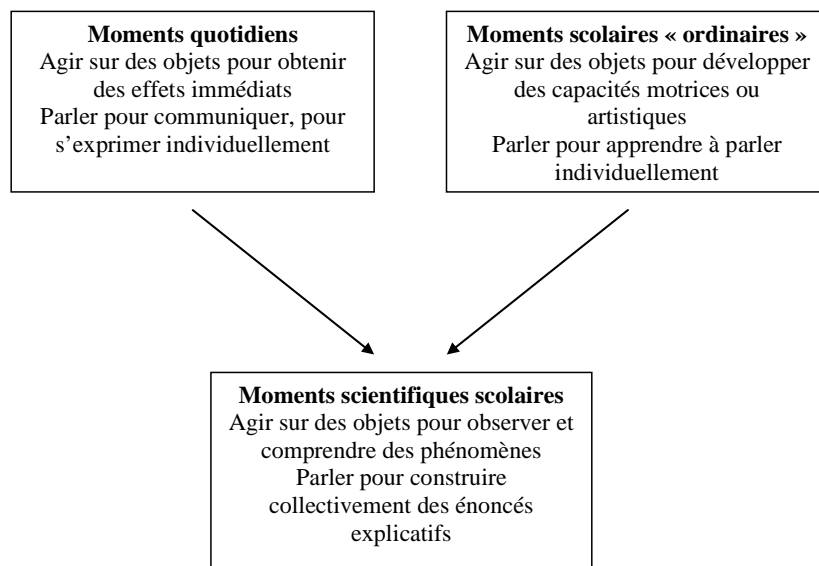
¹⁹⁹ PLÉ, E. (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. *ASTER*, 24, 203-229.



Comme objet (du) quotidien, les élèves privilégient la fonctionnalité du ballon : le ballon n'est utilisable que s'il est bien gonflé et d'une certaine manière le ballon n'existe pas s'il n'est pas gonflé. La prise en compte de ces états de gonflement partiel(s) est au contraire essentielle pour comprendre les phénomènes physiques liés au remplissage de l'air. La couleur des ballons est une caractéristique qui retient l'attention des enfants ; la couleur est un élément important dans l'usage non scolaire du ballon (aspect esthétique notamment), mais on peut aussi interpréter cette importance aux yeux des élèves par une interprétation strictement scolaire de l'activité sur les ballons : ce qu'on pourrait appeler un effet des « réquisits scolaires » (Bautier & Goigoux, 2004 *op. cit.*). En effet, le tri d'objets selon leurs caractéristiques et notamment selon leur couleur est une activité tout à fait habituelle en début de maternelle, comme l'est également l'activité de description-dénomination. Ces moments scolaires sur les ballons de baudruche instaurent donc une tension entre trois « utilisations » radicalement différentes de cet objet. Dans son utilisation quotidienne, le ballon est un objet matériel et singulier (le ballon avec lequel joue l'enfant) doté de propriétés esthétiques (couleurs, forme...) et dont la durée de vie limitée peut être source de déconvenue pour l'enfant (éclatement ou perte du ballon qui s'envole). Dans son utilisation scolaire habituelle, le ballon (ou le plus souvent sa représentation graphique) est plutôt le représentant d'une collection d'objets identiques et est le support d'activités de tri, de dénombrement ou de description. En contraste avec ces utilisations familières, le ballon est dans ces moments à vocation scientifique un objet auquel on s'intéresse pour ses propriétés générales. Même si le terme « ballon » est commun à ces trois utilisations, il apparaît qu'il ne s'agit plus tout à fait du même objet. Des caractéristiques essentielles dans les utilisations quotidienne ou scolaire du ballon (la couleur par exemple) doivent être mises de côté pour (re)construire le ballon en tant qu'objet d'investigation scientifique scolaire. Le ballon est donc moins un objet à découvrir que le support d'un processus « d'objectivation » (Meyerson, 1948, *op. cit.*).

Les activités menées autour de ces ballons posent des problèmes tout à fait analogues. Pendant les moments que nous avons analysés ici, les élèves ont agi sur des objets matériels (ballons, gonfleur...) et on parlé. A première vue, on pourrait penser qu'il y a beaucoup de points communs avec ce que font quotidiennement ces mêmes élèves à l'école ou en dehors de l'école. Pourtant, ces activités ont ici des finalités qui ne sont guères habituelles pour les élèves mais qui sont pourtant essentielles pour que ces moments aient réellement une dimension scientifique. Comme Bautier et Goigoux l'ont souligné pour un autre domaine d'enseignement (Bautier & Goigoux, 2004, *op. cit.*), ces changements de visées peuvent être source de malentendus pour les élèves. L'action sur les objets matériels ne vise pas l'obtention d'effets immédiats comme c'est généralement le cas dans les moments non scolaires. Cette action ne vise pas d'avantage le développement moteur ou l'expression artistique comme c'est le cas dans d'autres moments scolaires (agir et s'exprimer avec son corps). Il s'agit ici d'agir sur des objets pour les comprendre : le résultat de l'action matérielle est donc une production intellectuelle avant d'être un résultat matériel. A ce titre, ce que font les élèves s'apparente à la réalisation d'expériences

scientifiques. De la même façon, le langage est utilisé ici dans des conditions très particulières. Ce n'est pas un langage de communication immédiate ou d'expression personnelle tel qu'il se déploie en dehors de l'école ; le langage doit nécessairement faire l'objet ici d'une « secondarisation » (Bautier et Goigoux, 2004, *op. cit.*). Cette secondarisation du langage se retrouve dans d'autres moments scolaires, notamment quand le langage est un objet d'apprentissage mais, dans les moments scientifiques, le langage n'est qu'un des moyens d'une construction partagée au même titre que les actions matérielles ou que la communication non verbale²⁰⁰.



6.10 Des objets matériels et singuliers aux objets génériques et théoriques

Pour des niveaux plus élevés de la scolarité primaire, les objets d'investigation scientifique et les activités scientifiques scolaires présentent des caractéristiques scientifiques plus marquées comme nous allons le montrer avec l'analyse d'un moment scolaire qui conduit à l'étude expérimentale de l'isolation thermique.

Extraits du texte 2

Un exemple de moment effectif : « garder la chaleur » (CM1-CM2)

Le document ci-dessous est un extrait d'un écrit de préparation comportant quatre pages et concernant une séquence intitulée « comment garder la chaleur » prévue en 4 séances. Cet extrait correspond à la première partie de cette préparation qui définit les visées de l'ensemble de cette séquence, la suite de cette préparation (non reproduite ici) regroupée sous le terme générique « programmation » détaillant chacune des séances prévues.

²⁰⁰ Nous pensons en particulier à certains gestes « symboliques » qui prolongent ou remplacent parfois l'expression verbale (Goldin-Meadow, 1997, *op. cit.*)

Comment garder la chaleur?

Compétences méthodologiques:

- Imaginer et réaliser un dispositif expérimental susceptible de répondre à une question
- Utiliser des instruments d'observation et de mesure
- Connaître et utiliser les unités légales
- Mettre en relation des données, en faire une représentation et l'interpréter

Compétences notionnelles:

- 1) montrer expérimentalement le rôle de l'isolation dans la conservation de la chaleur. (énergie)

Vocabulaire: chaleur (énergie), isolant, isoler, isolation

Evaluation: - une démarche a été élaborée? a abouti à une conclusion ou une réorientation?
 - un compte-rendu relatant cette démarche a été produit?
 - les données ont été représentées sous forme d'un tableau et/ou d'un graphique "linéaire"

Réorientation possible

Les élèves réorientent-ils leur investigation pour affiner l'étude?

- varier l'épaisseur de l'isolant
- changer de matériaux (étudier l'air)

La formulation des compétences visées met nettement en avant les « compétences méthodologiques » par rapport aux « compétences notionnelles » (quatre compétences méthodologiques pour une seule notionnelle). De plus, la formulation de la compétence notionnelle fait référence à l'investigation expérimentale (« montrer expérimentalement... ») ce qui la rapproche des compétences méthodologiques visées. Si on reprend le terme utilisé dans les textes officiels, on peut dire que l'ensemble des compétences citées concerne principalement des « capacités » relatives à la mise en œuvre d'une démarche d'investigation expérimentale. Ces compétences sont abordées dans un domaine particulier (isolation thermique) mais l'absence d'explicitation des connaissances à construire dans ce domaine semble montrer que ce n'est pas la priorité de l'enseignant. Certes, une liste de termes spécifiques à ce domaine notionnel est regroupée derrière l'intitulé « vocabulaire » mais l'évaluation envisagée concerne la « démarche » (terme qui apparaît dans deux des trois items de l'évaluation). Ce moment scolaire tel qu'il est conçu par cet enseignant s'inscrit donc résolument dans une logique de démarche scientifique mettant au second plan les contenus notionnels. Cette priorité accordée à la démarche et cette mise en retrait des contenus scientifiques n'est pas un cas isolé et se retrouve assez souvent à l'école primaire comme l'ont bien montré d'autres études (Lenoir, 2006).

La logique de démarche de l'enseignant apparaît de façon nette dans le début de la séance dont nous reproduisons ci-dessous les dialogues correspondants²⁰¹. Il faut noter un fait assez remarquable : le contenu notionnel de la séance n'est évoqué qu'une seule fois au tout début de ces échanges ; la réponse de l'élève (« comment garder la chaleur ? ») à la question du maître sur le « sujet d'étude » n'est pas discutée par celui-ci qui se contente de l'écrire au tableau lui donnant ainsi le statut de titre de la séance. L'intégralité des échanges suivants porte sur la logique de preuve de la démarche expérimentale. La démarche dont il est question ici est d'abord une démarche « théorique » avant d'être une démarche de « manipulation » matérielle. Pour autant, le caractère théorique ne porte pas sur les concepts scientifiques en jeu mais bien sur la démarche elle-même avec une insistance sur les termes génériques associés à cette démarche (« confirmer, vérifier, conclusion, hypothèse, protocole... »). Si on reprend la terminologie proposée par Coquidé (1998), on peut dire que pour cet enseignant, l'expérience est une « expérimentation » conçue comme une visée propre et non une « expérience-validation » conçue comme moyen d'élaboration conceptuelle.

²⁰¹ Conventions de retranscription utilisées : - E : élève non identifié - EE : plusieurs élèves en même temps - M : maître - XX : inaudible - / : pause courte - /.../ : pause longue dans l'énonciation - *en italiques* : formulation des actions matérielles observées. Les prénoms des enfants ont été changés.

1. M : Bien/ alors ce matin/ sciences/ alors rappelez moi le/.../ le sujet d'étude
2. E : comment garder la chaleur ?
3. M : C'est une question, hein ?. (*le Maître note au tableau « Comment garder la chaleur? »*)
4. M : Donc/ vous allez faire quoi aujourd'hui ? Julie ?
5. Julie: Des expériences/ une expérience
6. M : Une expérience (*en même temps, il note au tableau le mot « expérience »*)
7. EE : XX
8. M : « Expérimentation » tu dis ? (*Il note ce terme au tableau*)/... /Alors pourquoi ?/ Pourquoi on va faire ça? Pourquoi?/ ... /dans quel but? (*Il note « but? »*)
9. Eugénie : pour confirmer nos /nos hypothèses
10. M : Voilà !/ Donc confirmer les hypothèses/... /Enfin/ l'hypothèse du groupe /hein ?(*il note en même temps « confirmer votre hypothèse » avec un temps d'hésitation avant d'écrire « votre »*)
11. Une élève arrive en retard et passe dans le champ de la caméra
12. M : Alors/ « confirmer »/ ça veut dire quoi ? Quelqu'un peut dire autrement ?/ ... /Que veut dire Eugénie? Maxence ?
13. Maxence. : XXX /la conclusion / une conclusion
14. M : « conclusion »/... /Toi / tu dis quoi ?
15. E. : C'est plutôt pour voir si nos hypothèses sont bonnes!
16. M : OK
17. EE : XX
18. Claude. : on vérifie
19. M : OK
20. M : Confirmer/ vérifier, (*en même temps il note « vérifier »*) et /.../ prouver/ on vérifie / vous savez/ et que votre protocole fonctionne /... /D'accord/ votre protocole / et puis la dernière fois/ il a trouvé une super euh/ ... / une super définition du protocole
21. Flora : c'est à dire il faut pas que mettre les us / enfin les ustensiles parce que sinon ça fait comme des ingrédients sans la recette!
22. M : Voilà, c'était l'histoire de votre recette /.../Là / vous allez mettre en /.../ en marche l'expérience / votre recette / vous avez fait une recette la dernière fois / d'accord? /Donc vous allez la mettre en œuvre / vous allez la faire / la réaliser et donc faudra apporter / vous disiez / ... / des preuves (*en même temps, il note « des preuves à apporter aux autres »*) Alors ces preuves-là/ faudra les montrer /... /donc / tout en faisant votre / .../ comment on montre aux autres habituellement?

Le caractère parfois peu familier de certains termes n'échappe pas au maître puisqu'il propose un rapprochement avec des termes mieux connus des élèves. Le terme « protocole » est ainsi rapproché du terme « recette » (de cuisine) ; ce rapprochement permet de faire le lien avec des moments non scolaires (quotidien domestique) et aussi avec d'autres moments scolaires : la recette est en effet un objet de travail dans le domaine de l'apprentissage de la langue et ce depuis la maternelle. Finalement l'association de la recette et du protocole conduit à un objet « hybride » qui peut être associé à différentes références (scientifique, domestique, scolaire).

Un autre problème de référence apparaît dans ces échanges, c'est celui qui met en rapport le fonctionnement social de la classe et celui d'une communauté scientifique à travers le passage entre le travail individuel d'un élève, celui du groupe et celui de la classe. Ainsi en 9, Eugénie évoque « nos hypothèses » que le maître reprend successivement en « les hypothèses...l'hypothèse du groupe ...votre hypothèse ». Ce qui pourrait ressembler à une hésitation dans le positionnement énonciatif indique à notre avis une prudence légitime par rapport à un aspect essentiel de ce moment scolaire : dans quelle mesure ce qui est proposé par un élève ou par un groupe peut-il être assumé par l'ensemble de la classe y compris par le maître ? Autrement dit, quels sont les modes de validation au sein de cette « communauté scientifique scolaire » ? Même si cette communauté scolaire ne peut pas être confondue avec une communauté de chercheurs elle en adopte néanmoins certaines règles, notamment sur les régimes d'argumentation possibles (Bisault, 2009a).

6.11 Un double enjeu cognitif

Dans la suite de la séance, des bouteilles ont été entourées de matériaux divers, remplies d'eau chaude et les élèves ont réalisé des relevés de température pour tester l'efficacité des moyens d'isolation utilisés. Comme l'a montré l'analyse de l'ensemble de la séance, même si la logique générale de preuve est mise en avant par le maître, les questions scientifiques (et techniques) liées à l'isolation ne sont pas oubliées dans cette séance, notamment par les élèves. Cependant, tout au long des échanges, l'enseignant s'est efforcé de dépasser le contexte scientifique spécifique de cette expérience (isolation thermique) pour faire travailler les élèves sur des aspects méthodologiques plus généraux (nécessité du contrôle de certains paramètres expérimentaux par exemple). Pour cet enseignant, la réalisation matérielle, et au-delà les résultats empiriques eux mêmes ne sont qu'un moyen dans une démarche de preuve. Il y a un double enjeu cognitif dans cette séance : une connaissance scientifique (spécifique) sur l'isolation et une connaissance (générale) sur la démarche scientifique – connaissance que nous qualifions de « méta scientifique ». L'expérience réalisée dans la classe doit contribuer à cette double construction ce qui nécessite dans les deux cas un changement de registre. Nous pensons qu'intervient ici une double démarche de modélisation (cf. schéma ci-dessous) avec deux registres empiriques et deux registres « théoriques ». Les deux registres empiriques ont une partie commune mais ne se confondent pas : le « registre empirique isolation » ne comprend pas seulement les observations réalisées en classe, il comprend également les connaissances empiriques des élèves issus de leur « expérience » quotidienne (isolation des maisons par exemple) ce registre comprend les « objets » polystyrène, laine de verre, et les connaissances empiriques associées à ces objets (rôle de l'épaisseur par exemple). De la même façon, le « registre empirique démarche expérimentale » ne se limite pas à ces observations sur l'isolation, il comprend également l'expérience des élèves sur le domaine des sciences, en particulier à ce qu'ils ont déjà fait avec le même enseignant pour d'autres thèmes scientifiques (germination, engrenages) : ce registre comprend notamment les « objets » protocole ou compte-rendu que les élèves ont déjà rencontré « empiriquement » plusieurs fois... Dans ces conditions le protocole et le compte-rendu ont une importance cruciale dans ce moment scolaire puisqu'ils sont à la fois des éléments de deux registres empiriques différents (en tant qu'entités singulières manipulables) et, à un niveau plus théorique, des éléments du registre théorique « démarche expérimentale » (en tant qu'entités génériques abstraites).

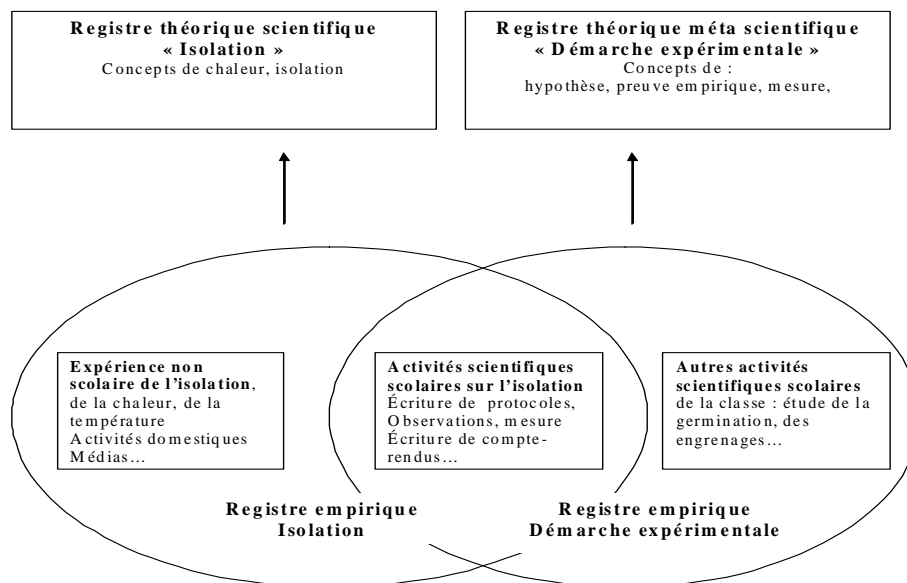
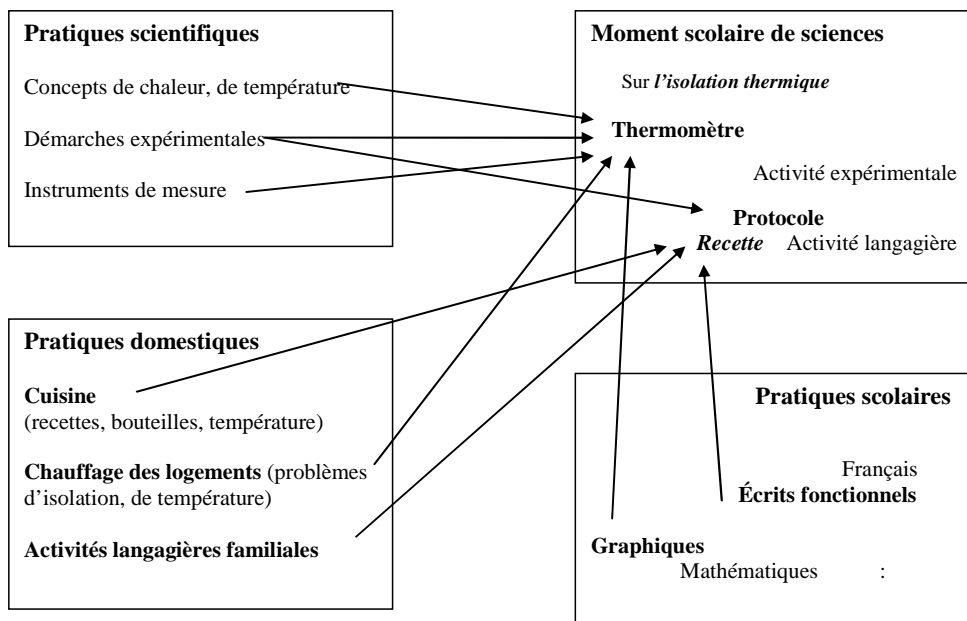


Schéma de la double modélisation

6.12 Quelles références pour les moments scolaires de sciences ?

Les exemples de moments effectifs que nous avons analysés font apparaître un enchevêtrement de contraintes extrêmement diverses relevant tantôt des sciences tantôt de questions plus transversales sans qu'il soit toujours facile de démêler les deux. Nous ne voulons pas dire que ce problème est nouveau mais à notre avis, les recherches didactiques n'ont pas toujours suffisamment tenu compte de l'ensemble des variables intervenant dans les moments scolaires de sciences à l'école primaire, en particulier du point de vue de la référence possible de ces moments. Comme le montre bien l'exemple du moment sur l'isolation thermique, la complexité des références « convoquées » dans un moment scolaire ne se pose pas seulement entre la référence scientifique et d'autres références, elle se pose aussi au sein de cette référence scientifique avec la superposition possible d'une logique notionnelle et d'une logique actionnelle. Il convient donc de ne pas penser seulement la référence scientifique en termes de savoirs mais de l'envisager en termes de pratiques. (Martinand, 2001, *op. cit.*). Martinand appelle à penser en termes de « *construction ou de composition sous influences* » plutôt qu'en terme de « *transposition* ». Intervenant sur le même sujet, Raisky a pointé « *l'instabilité des références de l'école* » et l'insuffisance des références aux « *disciplines académiques* » en pointant le risque « *d'isolement des savoirs scolaires* » (Raisky²⁰², 2001). Nous nous inscrivons pleinement dans la perspective dessinée par ces deux auteurs en essayant de prendre en compte trois types de référence qui interviennent de façon combinée dans les moments scolaires de sciences de l'école primaire : les pratiques scientifiques (ou plus généralement les pratiques techno scientifiques), les pratiques scolaires et les pratiques domestiques. Cette dernière référence est très « présente » dans notre corpus « Isolation » mais nous l'avons observée dans bien d'autres cas à l'école élémentaire (texte 3) comme à l'école maternelle (texte 1). Nous montrons dans la figure ci-dessous comment ces différentes références peuvent se manifester et se combiner par l'intermédiaire de deux objets constitutifs de ce moment scolaire : le thermomètre et le protocole.



Un schéma de construction du moment scolaire sur l'isolation

²⁰² RAISKY C. (2001). Référence et système didactique. In : A.Terrisse. *Didactique des disciplines : les références au savoir* (pp. 25-47) Bruxelles : De Boeck.

Nous avons déjà montré auparavant comment le rapprochement du protocole et de la recette par l'enseignant permettait le lien entre différents domaines de pratiques (scientifique, scolaire, domestique). Cet objet se trouve ainsi au « point de convergence » de plusieurs relations²⁰³ entre ces références et le moment considéré. Une convergence analogue se produit pour le thermomètre qui permet à la fois de travailler concrètement les concepts de chaleur ou de température, d'aborder la démarche expérimentale, d'utiliser un instrument de mesure, de se rapprocher des pratiques domestiques (santé, cuisine, chauffage des maisons...), de faire le lien avec l'apprentissage des mathématiques (nombres et calcul, grandeurs et mesures, organisation et gestion de données). On peut alors parler d'un véritable phénomène de convergence au sens de Simondon (1958²⁰⁴) si on considère que cet objet – vu comme un élément constitutif du moment scolaire – remplit à la fois plusieurs fonctions selon des ordres de problèmes différents de la même façon que les ailettes d'un cylindre de moteur thermique assurent à la fois le refroidissement et une consolidation de la structure (exemple donné par Simondon). Ce phénomène de convergence peut se produire également par l'intermédiaire des activités mises en œuvre dans ce même moment scolaire. Ainsi, la réalisation de l'activité expérimentale se fait en groupe, ce qui est à la fois un mode de fonctionnement utilisé dans d'autres domaines et une modalité d'organisation permettant aussi de travailler le « *vivre ensemble* » (texte 6) ; de même, le moment scolaire comprend de nombreuses activités langagières qui sont à mettre en relation non seulement avec le fonctionnement ordinaire de la classe (communication pédagogique) mais aussi avec les activités spécifiques d'apprentissage de la langue française.

Ce phénomène de convergence apparaît comme un appui pour la mise en œuvre de moments scolaires à visée scientifique dans la mesure où il permet à chaque professeur d'école la prise en charge simultanée de différents enjeux éducatifs et d'exercer ainsi différentes « dimensions » de sa profession. Cependant, on peut au contraire considérer que cette convergence soulève une difficulté dans la mesure où elle peut brouiller les frontières entre différentes références. Par exemple, le rapprochement du protocole scientifique et de la recette est intéressant sur le plan pédagogique mais est plus discutable sur le plan épistémologique. En effet, le passage d'une pratique de référence à une autre entraîne de profondes modifications dans les « manières d'agir, parler, penser » (Bernié, 2002 p. 79). Ces convergences peuvent donc conduire à certaines confusions au niveau des élèves voire à certains « glissements » de leur activité effective. Nous avons montré des exemples de tels glissements dans l'analyse du moment sur le brouillard présentée au chapitre précédent.

6.13 De l'objet scolaire à l'objectivation scientifique

Nous avons analysé jusqu'à présent plusieurs exemples de moments dont la visée n'était pas la construction de concepts scientifiques « disciplinaires » et pour lesquels les objets intervenaient à la fois dans leur dimension matérielle et conceptuelle. Nous allons présenter maintenant un autre exemple de moment scolaire pour lequel la visée est explicitement la construction de savoirs disciplinaires (dans le domaine de la biologie) mais pour lesquels des objets matériels jouent également un rôle important.

²⁰³ Dans ce schéma le sens des flèches correspond à ce que nous estimons être une influence possible de ces références sur la construction de ces moments ; elles peuvent aussi correspondre à des interprétations possibles - chaque référence constituant alors une grille de lecture possible du moment scolaire étudié.

²⁰⁴ SIMONDON G. (1958). Du mode d'existence des objets techniques. Paris : Aubier.

Extraits du texte 4

L'objectif général décrit un champ de savoir relevant de la biologie (la digestion) avec deux contenus complémentaires (« trajet et transformation»). Les « objectifs spécifiques » précisent en revanche les connaissances visées au niveau de l'élève. Le matériel regroupant plusieurs fiches photocopiées pour les élèves et une grande affiche représentant le système digestif dans une silhouette (« mon grand bonhomme ») porte sur le domaine scientifique. Dans le « déroulement », des verbes d'action sont utilisés pour décrire les tâches prévues : *légender / découper (proprement) / replacer / (ne pas) coller / coller / légender*. On remarquera que ces verbes ne sont pas spécifiques au domaine étudié, ni même au domaine des sciences. La séquence didactique est conçue sur la succession suivante : 1 : activité à la charge de l'élève conduisant à un premier niveau de construction plutôt descriptif (niveau anatomique), 2 : activité à la charge du maître conduisant à un deuxième niveau plus explicatif et abstrait (niveau fonctionnel). Cette rupture de mode didactique n'est pas explicitée dans la fiche de préparation comme si le passage de l'activité des élèves à la construction collective des connaissances sur les deux niveaux se faisait de façon assez automatique. L'écrit de préparation utilisé par l'enseignant donne plutôt l'idée d'un certain collage entre l'activité des élèves (notamment dans le sens général du terme) et le texte final du savoir de la classe) – collage qui semble assuré principalement pendant les moments collectifs de discussion. On retrouve ici la difficulté maintes fois relevée (Vérin, 1998) dans les approches de type constructiviste en sciences, voire de leur côté paradoxal : vouloir à la fois favoriser l'activité propre des élèves et accéder à un ensemble de textes de savoirs déjà établis par la communauté scientifique. On remarquera que s'il y a rupture sur le plan de l'élaboration cognitive, il y a une remarquable continuité sur le plan des supports utilisés avec une préparation très détaillée des différents documents individuels et collectifs.

DOMAINE : **Sciences**
2 séances

NIVEAU : **CM1**
DATE :

OBJECTIF GENERAL : la digestion : Trajet et Transformation des aliments dans l'appareil digestif

OBJECTIFS SPECIFIQUES : L'élève doit être capable de :

- Nommer les organes de l'appareil digestif
- Connaître leur fonction
- Les positionner dans le corps

Pré-requis : la digestion commence dans la bouche par la mastication (révision du CE1)

MATERIEL : contrôle sur les dents / poly avec radio / poly avec découpage / poly récapitulatif
+ mon grand bonhomme

DEROULEMENT

1° PRE-REQUIS

Contrôle sur les dents 15 min

2° PHASE D'INVESTIGATION en 3 étapes

Lecture du document.

Discussion

Légender les 3 radiographies en s'aidant du texte.

Recherche

Consigne : « découper proprement et replacer les organes dans la silhouette » Vous ne les collez pas !

INDIVIDUEL (à partir de leur poly)

Emission d'hypothèses

COLLECTIF (avec mon grand bonhomme)

Discussion au tableau sur la place et la fonction des organes de l'appareil digestif

Lecture d'un nouveau document.

Discussion

Vérification des hypothèses

3° STRUCTURATION

Coller les organes dans la silhouette

Légender

Faire un récapitulatif à l'oral (avec mon grand bonhomme)

L'examen de cette fiche et d'autres documents annexés à cette fiche montre que l'enseignant a prévu de s'appuyer sur plusieurs documents auxquels sont associées des tâches spécifiques :

- document 1 / radiographie de trois organes (œsophage, intestin grêle, estomac, gros intestin) / tâche : identifier chaque organe (forme essentiellement) et le nommer,
- document 2 / appareil digestif en puzzle (4 organes comme ci-dessus) / tâche : mettre en relation les organes pour reconstituer l'appareil digestif (« découper et replacer les organes »),
- document 3 / « *mon grand bonhomme* » (grande silhouette pouvant recevoir différents éléments) / enjeu : faire le lien avec les documents des élèves, assurer le passage de l'anatomique (appareil digestif) au fonctionnel (rôle des organes dans la digestion),
- document 4 / texte + schéma / enjeu : apporter les informations scientifiques sur le rôle des organes dans la digestion.

Ces documents ne sont pas simplement des documents à lire, ce sont aussi des « objets » qui représentent le corps humain qui peuvent être manipulés par les élèves. C'est particulièrement le cas de l'objet collectif « *mon grand bonhomme* » qui constitue un objet scientifique scolaire tout à fait remarquable :

- il est le support de tâches scolaires bien identifiables (comme pourrait l'être un texte à découper ou à remettre dans l'ordre),
- il est un espace de réflexion qui situe le niveau anatomique (donc délimite le domaine d'activité),
- il constitue une ébauche de formulation du niveau anatomique (comme peut l'être un texte à trous),
- il assure la liaison avec le document suivant plus abstrait comportant aussi un schéma anatomique et est ainsi une forme de représentation d'un savoir scientifique à faire acquérir aux élèves.

C'est donc un objet complexe qui nous semble typique de certains moments scolaires de sciences avec une combinaison de dimensions matérielle, langagière et conceptuelle dans le même « objet » qui joue ainsi un rôle de « médiateur » très intéressant. Ces différentes dimensions se retrouvent à des degrés divers dans l'ensemble des documents choisis par l'enseignant. La succession de ces documents assure donc une continuité forte qui contrecarre la double rupture sur le mode d'apprentissage (construction - transmission) et sur le niveau scientifique (anatomique - fonctionnel). Le choix des documents semble donc être un élément crucial de cette préparation : on peut sans doute considérer qu'une partie essentielle de la préparation se concrétise par la collection de documents réunis par l'enseignant, collection qui constitue un ensemble beaucoup plus épais (en taille comme en contenu) que la fiche de préparation proprement dite. Nous avons pu remarquer que la fiche de préparation ne mentionne que les documents supports d'investigation d'élèves mais que d'autres documents présents dans le classeur et utilisés par l'enseignante n'y sont pas mentionnés.

Il est clair que l'enseignant n'a pas choisi une investigation « directe » sur le vivant (à partir d'une dissection par exemple) mais a néanmoins recherché à faire pratiquer une démarche d'investigation : ce terme est présent dans la fiche et la succession des phases prévues pourrait s'appliquer pour une expérimentation « directe ». Il y a bien manipulation mais sur des objets de papier sous la forme d'un travail scolaire pratiqué couramment dans de nombreux domaines disciplinaires (découpage, assemblage, collage). Il y a ici un double « exploit » pédagogique et didactique : permettre une manipulation « matérielle » à partir de ce qui ressemble au départ à de simples « documents à lire » et coupler une démarche active de construction pour les élèves avec une démarche de transmission pour le maître. L'image joue

ici un rôle de médiateur entre le « réel » étudié et le savoir scientifique visé - un « *support efficace de la pensée explicative* » (Orange, Fourneau, Bourbigot, 2001) - mais aussi entre l'activité matérielle des élèves et l'activité plus conceptuelle du maître.

6.14 Des objets scolaires et des objectivations multiples

Les trois exemples de moments scolaires que nous avons présentés dans ce chapitre (ballons de baudruche, conserver la chaleur, digestion) font intervenir des relations très différentes entre les objets scolaires présents dans les moments scolaires et les élaborations cognitives qu'ils rendent possibles. Le texte ci-dessous explicite ces différentes « objectivations » réalisées à partir de ces objets.

Extrait du texte 58

Le ballon de baudruche est à la fois l'objet matériel sur lequel porte principalement (et quasi exclusivement) le travail d'investigation des élèves mais il est aussi en quelque sorte l'objet « conceptuel » visé par le moment scolaire. En effet, ce n'est pas à proprement parler la conceptualisation de l'air qui est en jeu ici mais plutôt le passage d'un objet familier à un objet considéré sous un regard plus scientifique. Le ballon en tant qu'objet scientifique n'est plus un objet singulier coloré, joli, jouable mais est un objet générique qui change de forme selon l'état de gonflement, ce gonflement étant assuré par la présence d'air. Il y a bien une élaboration conceptuelle mais elle est encore très limitée, très « adhérente » à cet objet matériel et elle n'est pas totalement explicitée. En effet, même si des « traces écrites » sont possibles (par le moyen de la dictée à l'adulte en particulier), il paraît difficile à ce niveau de la scolarité de résumer l'ensemble des acquis sous la forme d'un texte élaboré ; ce sont plus les actions successives mises en œuvre qui dessinent une intelligibilité de l'objet. Nous parlerons dans ce premier cas de l'élaboration d'un « *concept-objet* » (Martinand, 1994, *op. cit.*). Cette construction qui peut paraître modeste représente pourtant un grand pas pour ces très jeunes élèves. C'est une construction spécifique pour la maternelle qui ne peut pas être cataloguée comme un savoir disciplinaire.

A l'opposé, dans le moment sur la digestion, l'enjeu d'apprentissage est bien la construction d'un concept scientifique (celui de digestion) relevant spécifiquement de la biologie. Par ailleurs, la construction finale prend bien la forme d'un texte de savoir (accompagné de différents schémas) comme cela pourrait être le cas au collège ou au lycée. Les objets apparus dans ce moment ne sont plus présents dans la construction finale ; ils n'ont été qu'objets intermédiaires, outils pour la construction. En remplaçant une observation directe sur le vivant, ils permettent une démarche d'investigation active de la part des élèves. Ils sont en particulier des objets matériels sur lesquels les élèves peuvent agir (découper, assembler, coller...). Cette investigation est aussi une investigation intellectuelle puisqu'elle permet d'étudier les mises en relation spatiales entre les organes du système digestif et d'aborder ainsi la digestion du point de vue anatomique. Pour autant, ces objets ne sont pas spécifiques à ce thème de la digestion ; par exemple le « *grand bonhomme* » est utilisé dans d'autres moments scolaires sur le corps humain. Par ailleurs, il semble clair que les activités pratiques proposées à partir de ce type de matériel se retrouvent dans d'autres domaines d'apprentissage (travail sur documents en histoire, puzzle de textes en français...). Ces objets permettent donc aussi de faire le lien - sur le plan pédagogique - avec d'autres moments scolaires ; ils jouent donc un rôle important dans le fonctionnement de la classe, tout spécialement pour ces élèves « en difficulté scolaire ».

Dans le troisième exemple de moment scolaire sur les bouteilles isolantes, la visée de l'enseignant se situe, comme nous l'avons déjà indiqué, au niveau de la démarche scientifique. Cette démarche est à la fois une démarche singulière et individuelle (celle qui est mise en œuvre par chaque élève à chaque instant) mais c'est aussi une démarche plus collective (celle de la classe) et plus générale qui se construit tout au long de l'année à partir d'un ensemble de moments scolaires convenablement choisis

(engrenages, germination...) qui permettent en particulier d'aborder des aspects quantitatifs. Cette démarche, pensée à partir de la démarche des chercheurs qui lui sert de référence est donc aussi une démarche théorique. Dans ces conditions, le rôle des objets que nous avons repérés (le thermomètre et le protocole) est double : ils sont à la fois en tant qu'objets matériels des instruments du travail très concret des élèves, donc de la mise en œuvre d'une démarche particulière mais ils sont aussi, cette fois-ci en tant qu'objets génériques, des éléments théoriques d'une démarche de preuve. L'élaboration intellectuelle produite par ce moment scolaire est exprimée à la fois par des mots (ce qui est dit de cette démarche) mais aussi et surtout par les compétences en actes correspondant aux différents aspects de cette démarche. Par ailleurs, nous avons montré que ces objets permettaient la mise en relation avec les pratiques scientifiques, les pratiques domestiques et d'autres pratiques scolaires²⁰⁵ (en mathématiques pour le thermomètre, en français pour le protocole).

²⁰⁵ Contrairement à l'exemple précédent, ce ne sont pas les modes de fonctionnement pédagogique qui sont mis en relation mais les contenus d'apprentissage.

7 Des pistes pour penser la professionnalité des professeurs d'école

Textes 4, 18, 59 et 60

Nos travaux n'ont pas spécifiquement porté sur la professionnalité des enseignants mais certains aspects développés dans nos premières recherches sur les apprentissages scientifiques ou dans nos recherches plus récentes à visée curriculaire ouvrent des pistes pour penser la professionnalité des enseignants du primaire. Cette professionnalité se manifeste de deux manières dans nos études empiriques des moments scolaires à visée scientifique : dans la conception - préparation de ces moments scolaires et dans leur mise en œuvre effective. On pourrait rajouter dans l'analyse ultérieure de ces moments, mais c'est un point que nous avons très peu développé contrairement à d'autres travaux centrés sur la professionnalité qui ont fait appel à des entretiens d'explicitation (Vinatier, 2009²⁰⁶). Les analyses empiriques que nous présentons dans ce chapitre sont issues de la recherche ADMSDM (texte 59) que j'ai coordonnée entre 2007 et 2010.

7.1 De la polyvalence à une spécialité

Dès qu'on évoque la professionnalité des professeurs d'école, le terme « polyvalence » est rapidement évoqué ; la polyvalence semble justement caractériser cette professionnalité, voire la définir complètement : le professeur d'école est un enseignant polyvalent. La polyvalence ne serait plus alors une caractéristique mais un fondement de cette profession. Cela semble aller de soi et une belle unanimité existe dans l'ensemble de la communauté éducative (enseignants, formateurs, inspecteurs, chercheurs...). Dans une enquête réalisée auprès de 183 enseignants de l'école primaire, Baillat et Espinoza (2006²⁰⁷) montrent que ceux-ci sont très majoritairement attachés à cette polyvalence qui est un élément fort de leur identité professionnelle. Cette enquête montre aussi que les enseignants recourent massivement à des pratiques qui réduisent leur « *polyvalence réelle* » : recours à des intervenants extérieurs ou horaires effectifs inférieurs aux horaires prescrits dans certaines disciplines. De fait, la situation est sans doute moins idyllique que ne laisse apparaître ce bel accord de façade et le terme « polyvalence » apparaît comme un paravent qui cache des problèmes professionnels variés.

En examinant les arguments qui sont traditionnellement mobilisés pour la défendre, Prairat et Rétonnaz (2002²⁰⁸) distinguent cinq acceptions différentes du terme « polyvalence » :

- la pluridisciplinarité (maîtrise de l'ensemble des disciplines ou des domaines),
- l'interdisciplinarité (maîtrise des connexions à instaurer entre les disciplines),
- la transdisciplinarité (développement de compétences transversales),
- la polyfonctionnalité (assurer plusieurs fonctions : instruire, éduquer, participer à la vie sociale),
- la polyintervention (intervention auprès d'une multitude de publics).

²⁰⁶ VINATIER, I ; (2009). *Pour une didactique professionnelle de l'enseignement*. Rennes : PUR.

²⁰⁷ BAILLAT, G. ESPINOZA, O. (2006). L'attachement des maîtres de l'école primaire à la polyvalence : le cœur a ses raisons... *Revue des Sciences de l'Éducation*, 32-2, 283-305.

<http://id.erudit.org/iderudit/014409ar>

²⁰⁸ PRAIRAT, E. & RÉTONNAZ, A. (2002). La polyvalence des maîtres en France : une question en débat. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 28-3, 587-615.

<http://id.erudit.org/iderudit/008335ar>

La polyvalence est donc aussi bien évoquée pour parler d'une juxtaposition de disciplines, de leur articulation, de leur utilisation pour des visées non disciplinaires mais aussi pour des aspects professionnels qui n'ont rien à voir avec les disciplines. Pour Hominal (1995²⁰⁹), un maître est polyvalent non parce qu'il enseigne plusieurs disciplines mais parce qu'il est investi de plusieurs fonctions. « *Pour le maître cela s'entend au moins de trois façons :*

- *il est aux prises avec des savoirs multiples,*
- *il fait des choix d'opportunité grâce à des savoir-faire divers,*
- *il prend en compte des êtres singuliers, dans des contextes divers aussi. »*

Hominal souligne par ailleurs que l'idée de polyvalence est avancée dans bien d'autres professions et qu'elle peut être associée à la figure de l'artisan (par opposition à l'ouvrier spécialisé), au médecin généraliste (par opposition au spécialiste). Cette idée subit une certaine dévalorisation avec l'entrée en lice de l'expert : « le règne de l'ingénieur qui signe la disparition de l'homme de l'art. » Il propose de voir le Professeur d'école comme « ce maître polyvalent dont la spécialité serait précisément d'être aussi un généraliste ». Une position voisine est défendue par Sensevy et al. (2000, p. 37²¹⁰) qui déclarent que le professeur polyvalent est « *spécialiste de la non spécialité* » tout en proposant une définition de la polyvalence ; « *la polyvalence réfère à la disposition, quelle que soit la discipline :*

- *à concevoir ou reprendre, pour se l'approprier, une situation,*
- *à identifier le milieu qui la fonde,*
- *à produire les techniques didactiques convenablement spécifiées, qui vont permettre, grâce à l'aménagement du rapport des élèves à cette situation, la construction des connaissances qu'elle contient.*

Elle est fondée sur la disposition à l'étude des situations ; des éléments disciplinaires qui en spécifient la nature, et sur la maîtrise des techniques d'analyse a priori, et d'analyse a posteriori. »

Pour notre part, nous considérons également qu'il faut penser la professionnalité des professeurs d'école en termes de spécialité mais nous ne partageons pas ce point de vue sur la nature de cette spécialité qui suppose de fait une approche didactique universelle²¹¹ qui ne serait que « spécifiée » par des éléments disciplinaires. Sans remettre en cause l'intérêt d'une telle approche unificatrice, elle ne nous semble pas en mesure de pouvoir s'appliquer à tous les domaines d'enseignement-apprentissage et en particulier à ceux qui ne peuvent pas être appréhendés uniquement en termes de savoirs. Par ailleurs, pourquoi conserver le terme « polyvalence » pour une approche qui est fondamentalement monovalente ?

Pour Martinand, la polyvalence est une caractérisation qui emprunte ses catégories au second degré : « *comparés aux enseignants du secondaire, nous faisons ainsi apparaître la somme de*

²⁰⁹ HOMINAL, M. (1995). La polyvalence ou l'alliance de l'un et du multiple. *Former des maîtres*, 47, 5-6.

²¹⁰ SENSEVY, G., FOREST, D., RUBIN, E., SALAM, L., SALOU., TURCO, G. & VIGOUROUX, J.-M. (2000). Polyvalence et action du professeur. In *Travaux des équipes et résumés des résultats. Journées d'étude « Polyvalence des maîtres et formation des professeurs des écoles - Bilan de recherches 1997-2000 »*. INRP Paris 22 Septembre 2000.

<http://www.inrp.fr/rencontres/je/2001/polyv.htm>

²¹¹ Cette approche est développée dans le cadre de la « didactique comparée » (Sensevy & Quilo, 2002, *op. cit.*) ; cette approche qui articule le « spécifique » et le « générique », s'appuie pour une bonne part sur des concepts issus de la didactique des mathématiques (milieu, contrat, dévolution...). Pour Martinand, il serait plus approprié de parler de « didactique généralisée » que de didactique comparée (MARTINAND, J.L. (2009). Risques et vertus de l'implicite. In C. COHEN-AZRIA & N. SAYAC (éds.). *Questionner l'implicite. Les méthodes de recherche en didactiques*, vol. 3. Villeneuve d'Ascq : Septentrion.)

leurs carences... » ; il propose également d'abandonner la qualification de généraliste au profit de « *spécialiste des écoles* », cette spécialité étant liée aux apprentissages de la langue nationale écrite et orale à la socialisation par l'école, au développement physique, à la première instruction en calcul, sciences arts. (Martinand, (1994²¹²).

Quel est donc l'intérêt de la notion de polyvalence pour étudier la professionnalité des enseignants du premier degré. On peut très bien comprendre que les enseignants ou certains acteurs du système éducatif y soient attachés par tradition ou parce que ce terme – ou plutôt cette étiquette - permet à bon compte de fournir un élément identitaire fort malgré des divergences profondes entre ces différents acteurs. En revanche, l'utilisation de ce terme dans les recherches en éducation ne présente pas d'intérêt évident tant il recouvre de significations différentes et parfois contradictoires ; ce n'est pas pour nous un concept suffisamment opératoire. Le problème n'est pas qu'il existe une polyvalence effective et une polyvalence déclarée - voire une polyvalence fantasmée - c'est que la notion de polyvalence constitue une impasse pour penser la professionnalité des enseignants du primaire.

Nous préférons donc nous appuyer sur la notion de spécialité tout en essayant de définir ce que peut être une spécialité qui ne soit pas conçue comme celle des enseignants du second degré. La prise en charge des « apprentissages fondamentaux » (lire, écrire et compter) constitue un élément difficilement contestable de cette spécialité tout comme la prise en charge des élèves dans leur globalité et dans leur diversité. Sur le plan des compétences professionnelles, la capacité d'articuler l'ensemble des apprentissages voire l'ensemble des activités scolaires dans un ensemble cohérent est un élément qui nous semble également important non seulement pour définir la spécialité mais aussi pour la rendre possible. Lebeaume (2006)²¹³ a montré comment les enseignants du primaire parviennent à intégrer l'éducation scientifique dans un « réseau de pratiques cohérentes ». Il montre, à partir de l'analyse historique des relations entre enseignements de français et de sciences, que ces deux « matières scolaires » sont connexes. Cette connexité étant construite à la fois sur le plan pédagogique et sur le plan didactique : il cite l'exemple des connecteurs logiques qui peuvent intervenir dans la progression des apprentissages des deux matières (Lebeaume, 2011, *op. cit.*).

Cette notion de connexité peut être étendue à des connexions extra scolaires - ce que nous avons montré à partir des liens entre moments scolaires et d'autres moments scolaires ou non scolaires (cf chapitre 6). Comme nous le développerons dans la partie 2, le curriculum de sciences de l'école primaire doit être analysé au sein d'un réseau curriculaire beaucoup plus large qui ne se limite pas aux sciences ni à l'école. Nos observations empiriques que nous allons présenter dans ce chapitre ont aussi montré qu'il était nécessaire de distinguer la cohérence interne à un domaine et la cohérence professionnelle d'ensemble. Cette question de la mise en cohérence est au cœur de la problématique d'une recherche débutée en 2011 que je coordonne (extrait ci-dessous).

²¹² MARTINAND, J.-L. (1994). Observer-agir-critiquer, l'enseignement des sciences à l'école primaire. In : *Actes des Journées Paul Langevin 94*. Brest, 13-18.

²¹³ LEBEAUME, J. (1995). La transformation des travaux d'aiguille en leçons de couture ou la constitution d'un réseau de pratiques scolaires cohérentes. *Spirale*, n° 14, 103-136.

Extrait du texte 60

Une première façon d'assurer cette mise en cohérence est d'intégrer les différents apprentissages dans une approche pédagogique plus globale. Les enseignants du primaire ont mis en œuvre depuis de nombreuses années de telles approches « intégratives » : pédagogie de projet, pédagogie du thème ; on peut même considérer qu'à certaines époques, une partie des instructions officielles relevait d'une telle approche (activités d'éveil dans les années 70, leçons de choses dans les débuts de la scolarité obligatoire...). Ces approches n'ont pas toujours réussi à articuler de façon satisfaisante les exigences épistémologiques propres à chaque domaine et les contraintes professionnelles plus générales. On peut citer l'exemple des activités d'éveil qui ont été assez largement mises en œuvre par les enseignants mais qui ont souvent conduit à un certain abandon des savoirs.

Une autre façon de mettre en cohérence les différents enseignements et apprentissages est d'identifier des aspects qui peuvent être communs à différents domaines. On peut citer l'exemple du « dire-lire écrire dans les disciplines », présent dans les programmes officiels de 1995 à 2002 (eux mêmes influencés par différents travaux de recherche en particulier autour des compétences méthodologiques ou transversales). Cette approche « transversale » de la langue a aussi montré ses limites ; elle a souvent conduit à un double appauvrissement : linguistique (par exemple avec des approches formelles très réductrices) et épistémologique - car ne prenant pas assez en compte les usages spécifiques de la langue dans chaque domaine (Jaubert & Rebière, 2000, *op. cit.* ; Bernié, 2002, *op. cit.*).

La mise en œuvre de ces pratiques devant articuler différents domaines ne peut donc pas se passer d'une réflexion épistémologique sur les « contenus » propres à chaque domaine que ces contenus soit pensés en termes de savoirs, de démarches, d'outils, de compétences ou d'objets sur lesquels portera l'activité des élèves. On peut penser que la capacité à faire des liens de façon pertinente entre des contenus appartenant à différents domaines n'exige pas forcément une connaissance exhaustive de tous ces contenus mais pourrait reposer principalement sur une identification précise de la spécificité des points de vue et des questionnements de chacun de ces domaines.

Le problème qui se pose alors pour les enseignants du primaire est de trouver un équilibre entre des exigences épistémologiques propres à chaque domaine qui tendent à distinguer les différents moments d'enseignement-apprentissage et les exigences de l'école qui incitent au contraire à les rapprocher voire à les coordonner. Ce problème se retrouve au niveau de la formation de ces enseignants et est souvent géré à ce niveau par des appels à différentes catégories de personnel dont les origines institutionnelles les orientent assez naturellement vers les disciplines du secondaire, les disciplines universitaires ou des positionnements transversaux. De façon assez analogue, les recherches en éducation issues de différentes traditions (sciences sociales, psychologie, ergonomie, didactique professionnelle, didactiques disciplinaires...) ont encore du mal à croiser leurs regards et leurs outils pour éclairer ces problèmes d'éducation et de formation complexes.

Un colloque sur la formation des enseignants²¹⁴ avait initié en 2006 une avancée dans cette voie en rassemblant des formateurs et chercheurs de 27 IUFM pour modéliser la complexité des pratiques et de leur formation à travers plusieurs points de vue et articuler formations et recherches. Le récent colloque de Cergy²¹⁵, dans la continuité du colloque précédent, a bien mis en évidence la nécessité de croiser les recherches didactiques disciplinaires entre elles et avec les autres recherches en éducation pour mieux comprendre et appréhender les problèmes éducatifs et professionnels de l'école primaire.

²¹⁴ « Formations d'enseignants : quels scénarios ? Quelles évaluations ? » mars 2006. IUFM de Versailles.

²¹⁵ « Les didactiques en questions : état des lieux et perspectives pour la recherche et la formation » octobre 2010. Université de Cergy-Pontoise.

Les travaux de Bucheton, Vinatier et Vause que nous allons évoquer rapidement témoignent de cette volonté récente de faire dialoguer différents champs théoriques pour étudier la professionnalité enseignante. Vinatier (2009, *op. cit.*) a pour projet d'aider les professionnels de l'enseignement à apprendre de leurs situations professionnelles. Elle s'appuie sur l'analyse de pratiques effectives menée lors d'entretiens qui s'appuient sur des traces objectives de l'activité. Cette analyse est considérée comme une activité conjointe du praticien et du chercheur, dans le cadre d'une recherche non pas « sur » les professionnels mais « avec » les professionnels : le point de vue n'est donc pas externe il s'intéresse au professionnel considéré en tant que sujet. Elle prend en compte la complexité de l'activité enseignante en considérant que cette activité est multidimensionnelle et incertaine. Son approche compréhensive qui tente de saisir l'intelligence de l'activité enseignante prolonge la perspective développée par Pastré et Clot dans le cadre de la didactique professionnelle. Elle convoque également le cadre développé par Kerbrat-Orrechionni pour analyser les interactions verbales et sur la théorie de Vergnaud pour prendre en compte les concepts et théorèmes en actes intervenant dans l'activité enseignante. Pour sa part, Bucheton (2009, *op. cit.*) a un point de vue plus externe sur l'activité enseignante : c'est moins le développement du sujet et de son identité professionnelle que les gestes professionnels qui peuvent constituer l'agir enseignant. Elle s'appuie également sur les travaux de Clot et Pastré, sur les théories de l'action et les théories du langage. L'agir professionnel est en effet un agir langagier et le langage est considéré dans ces travaux comme une condition de l'entrée dans les apprentissages. Les gestes professionnels étudiés par Bucheton sont des gestes dynamiques ancrés et situés dans des didactiques spécifiques. Elle décrit ainsi de façon précise les gestes professionnels spécifiques de deux leçons de lecture (p. 56) mais la visée de sa modélisation est beaucoup plus large en particulier avec la notion de tissage que nous reprenons dans une autre partie de ce mémoire (chapitre 10). Vinatier et Bucheton s'intéressent essentiellement à la détermination locale des pratiques en analysant ce qui se joue dans la classe à partir d'entretiens d'explicitation ou d'observations de séances de classe pour analyser les logiques d'action des acteurs. Vause (2009²¹⁶) cherche au contraire à identifier les déterminants longitudinaux des pratiques en analysant par exemple les histoires de vie. Ce n'est donc plus la capacité de régulation de l'action qui est étudiée en tant qu'élément de la professionnalité mais bien le développement (au sens piagétien) de cette professionnalité.

7.2 Des moments scolaires vus à travers les préparations d'enseignants

Texte 4

7.2.1 Des moments scolaires « en devenir »

Dans une recherche empirique à visée exploratoire (texte 61) nous avons analysé les écrits professionnels utilisés par les enseignants pour la préparation des moments scolaires à visée scientifique. Dans notre étude réalisée auprès d'un échantillon de 16 enseignants répartis sur les différents niveaux de l'école primaire, nous avons retenu l'ensemble des documents effectivement utilisés (fiches de préparation, programmations, descriptifs de projets etc...). Nous regroupons donc sous le terme « écrit de préparation » l'ensemble des écrits

²¹⁶ VAUSE, A. (2009). Les croyances et connaissances des enseignants à propos de l'acte d'enseigner. *Les cahiers de recherche en éducation et formation*, 66.
<http://www.i6doc.com/fr/livre/?GCOI=28001100781670>

professionnels correspondant à la phase « pré active » du travail enseignant (Lenoir, 2006²¹⁷, p. 123) celle qui précède la mise en œuvre auprès des élèves. La distinction entre phase pré active et post active n'est pas forcément triviale car – comme nous le verrons plus loin – certains enseignants utilisent pour leur travail de préparation des écrits provenant de moments antérieurs.

Nous avons considéré les écrits de préparation dans une double perspective : d'une part en tant que résultat d'une écriture professionnelle et d'autre part en tant que représentation de moments scolaires « en devenir ». Sur le premier point, il est clair que cette écriture a pu se nourrir d'un ensemble très vaste de textes déjà disponibles (textes officiels, manuels, documents scientifiques divers, documents fournis par des formateurs, par les collègues, par la hiérarchie...). Sur le deuxième point, ces écrits ne constituent pas forcément une image fidèle des moments scolaires qu'ils préparent, non seulement parce que les moments « effectifs » résultent d'un certain nombre d'ajustements « en situation » mais aussi parce que certaines conditions nécessaires au bon fonctionnement de ces moments restent implicites dans les documents de préparation Fillon, Peterfalvi & Szterenbarg, 2007, *op. cit.*). Comme le font remarquer Audigier, Crahay et Dolz (2006²¹⁸, p. 16), il faudrait une forte dose de naïveté pour supposer que le passage d'un niveau curriculaire à un autre puisse s'opérer sans altération ou transformation. Nous ne pouvons pas considérer que ce qui est réalisé en classe (« curriculum effectivement enseigné ») est entièrement déterminé par les instructions officielles (« curriculum officiel »), ni naturellement que ce qui est appris par les élèves (« curriculum acquis ») est entièrement déterminé par ce qui réalisé dans la classe.

7.2.2 Diversité des écrits utilisés par les enseignants

Nous avons observé une très grande variété de documents de préparation reflétant une très grande diversité de contenus et de contextes professionnels (niveaux de classe, type d'école, localisation géographique etc...) mais aussi différentes façon d'organiser par écrit le travail de préparation. Alors que les écrits préconisés en formation ou disponibles dans la documentation professionnelle prennent souvent des formes assez standardisées (« fiches de préparation », « progression »...), nous avons pu observer pour notre part des formes très diversifiées et parfois inattendues. Les « écrits de préparation » standardisés et rédigés par les enseignants – ce qui est généralement attendu de la hiérarchie - sont minoritaires dans un ensemble très vaste et très hétérogène qui comprend aussi de nombreux éléments importés de l'extérieur (extraits de manuels, fichiers, documents de vulgarisation...) et des éléments produits dans et par la classe (extraits de cahiers d'élève, photos d'élèves au travail, productions diverses...). Cette diversité est illustrée dans le tableau ci-dessous qui regroupe l'ensemble des documents utilisés effectivement par un enseignant pour préparer un travail sur la digestion (cf. chapitre 6). Ces écrits produits par la classe et tout particulièrement les différentes « productions d'élèves » ont bien sûr une fonction de témoignage de l'activité effectivement conduite à destination par exemple des collègues, parents ou de l'institution mais de façon plus surprenante, ces documents servent aussi directement de préparation dans des moments scolaires ultérieurs (les années suivantes). Par exemple, le « texte de savoir » d'un cahier d'élève de l'année précédente constitue un guide pour une phase de structuration/apport de connaissance du moment à venir. L'intégration des résultats d'action

²¹⁷ LENOIR, Y (2006) « Du curriculum formel au curriculum enseigné : comment des enseignants québécois du primaire comprennent et mettent en œuvre le nouveau curriculum de l'enseignement primaire » in Audigier F., Crahay M., Doz J (éds). *Curriculum, enseignement et pilotage* (119-142). Bruxelles, De Boeck.

²¹⁸ AUDIGIER, F., CRAHAY, M., DOZ, J (éds) (2006). *Curriculum, enseignement et pilotage*. Bruxelles : De Boeck.

dans un écrit de préparation montre que la phase « post-active » peut faciliter la conception de la phase « pré- active » pour reprendre les termes utilisés par Lenoir (2006, *op. cit.*).

Extrait du texte 4

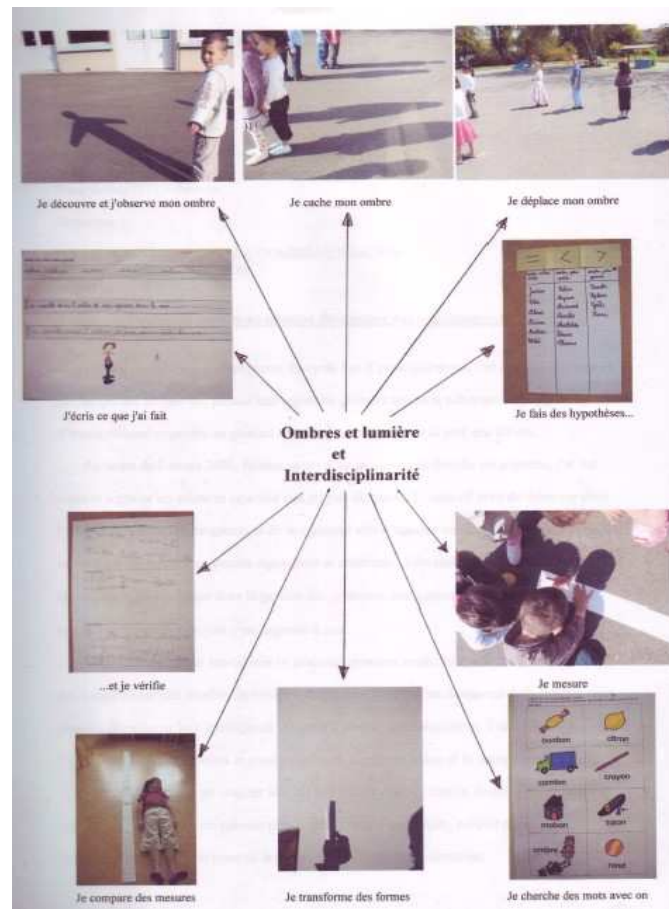
nature	nb page	origine	forme	titre
fiche préparation	1	personnelle	word	Sciences
fiche préparation	1	personnelle	word	Sciences
Silhouette pré / post test	1	personnelle	dessin à compléter	absent
Extrait de manuel	2	Hatier	photocopie	Le rôle des dents
évaluation	1	personnelle	texte à trous	Le rôle des dents
fiche d'activités C3	2	original	texte à trous quizz	Connaître les dents
montage texte + radios	1	manuel	photocopie	absent
montage	1	Doc IUFM	silhouette à compléter	L'appareil digestif de l'homme
montage texte + dessin	1	Montage de Mon quotidien	texte + dessin à légènder	L'appareil digestif
manuel	1	Hatier	Exercices type fichier	absent
évaluation	1	Ancien contrôle	photocopie	Contrôle de biologie

Un autre exemple d'utilisation de résultats de l'activité des élèves que nous détaillons ci-dessous est l'utilisation de photographies d'élèves pour organiser l'écrit professionnel qui est dans ce cas un peu plus qu'un écrit de préparation car il sert aussi pour l'affichage de la classe.

Un écrit de préparation qui met en scène l'activité des élèves (*extrait du texte 4*)

Ce document montre un exemple d'écrit de préparation utilisant des photographies d'élèves en activité. Comme nous l'avons déjà signalé, c'est donc le résultat d'un moment scolaire préalable déjà mis en place par l'enseignant qui est utilisé pour la conception d'un nouveau moment scolaire. Ce document montre aussi la volonté de relier différents domaines d'activité ou d'apprentissage entre eux comme en témoignent à la fois les flèches entre les différents cadres et le terme « interdisciplinarité » qui accompagne l'intitulé du thème abordé « ombres et lumière ». Nous avons retrouvé plusieurs fois chez les enseignants de maternelle, cette forme d'écrit de préparation. On peut penser que c'est une prise en charge explicite d'une des prescriptions des textes officiels pour le cycle 1 (une pédagogie centrée sur l'activité de l'enfant), l'activité de l'enfant est ainsi commentée pour chacune des images : « je découvre et j'observe mon ombre » « je cache mon ombre »... Notons aussi que le maître est « absent » de cette fiche que ce soit au niveau des photographies ou au niveau de leurs commentaires. On devine pourtant qu'aucune de ces activités n'est possible sans le maître notamment pour l'élaboration des traces écrites généralement assurée en cycle 1 par le moyen de la dictée à l'adulte. On peut noter aussi que les indications permettant d'explicitier l'activité de l'enfant sur le plan cognitif ne sont pas détaillées: le document utilise des formulations très générales (par exemple « je fais des hypothèses ») qui ne sont pas traduites dans le champ considéré. Cette imprécision, sans doute inévitable pour la présentation synoptique de la première page, se retrouve aussi dans la suite du document ; c'est ce qui apparaît dans des formulations du type : « dessin de leur expérience/affichage des dessins, puis commentaire par un représentant du groupe/ notation de quelques éléments sur le panneau... ». Si l'enseignant a bien prévu un résultat de l'activité des enfants, ce résultat n'est considéré que dans une forme très générale sans être mis en rapport avec les champs conceptuels

abordés. Dans cet exemple précis on a l'impression que la secondarisation de l'action (Bautier, 2006²¹⁹) semble aller de soi.



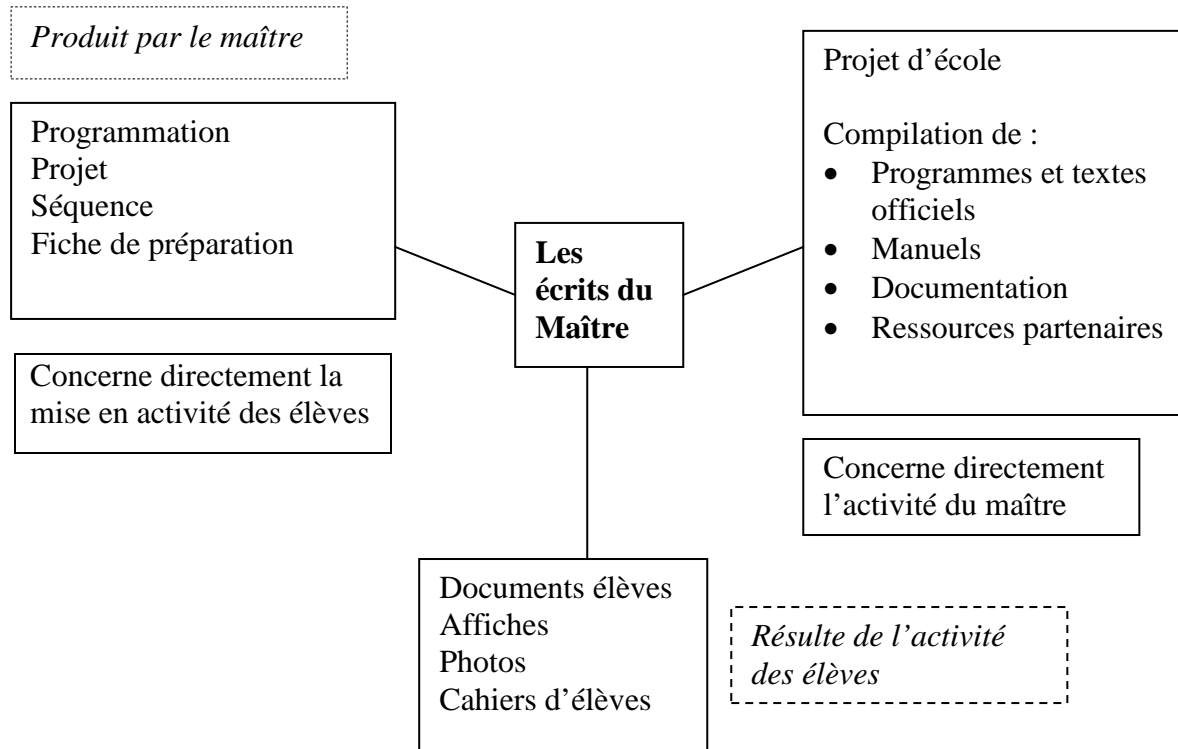
Corpus ombres et lumière maternelle (GS)

Les écrits de préparation regroupent donc trois ensembles de documents complémentaires :

- des écrits généralement rédigés par l'enseignant qui concernent directement la mise en activité envisagée pour le élèves en relation avec les enjeux d'apprentissage (fiche de projet, de séquence, fiche de préparation),
- des documents « importés » et compilés par l'enseignant à partir de différentes sources professionnelles et non professionnelles (projet d'école, programmes et textes officiels, documentations scientifique, ressources partenaires) qui concernent directement l'activité du maître,
- des documents résultant de l'activité antérieure des élèves (affiches, photographies, cahiers d'élèves

C'est donc l'ensemble de ces éléments qui constitue la préparation écrite effective du maître comme nous le résumons ci-dessous (extrait du texte 4).

²¹⁹ BAUTIER, E. (2006). *Apprendre à l'école. Apprendre l'école*. Lyon : Chronique sociale.



7.2.3 Des logiques et des choix contrastés selon les enseignants

La diversité des écrits professionnels observés reflètent aussi des choix contrastés sur les façons d'envisager l'éducation scientifique à l'école primaire et différentes logiques de construction des moments scolaires : logique d'activité, logique de savoirs, logique de démarche... Nous avons déjà présenté dans un autre chapitre deux exemples de fiches de préparation que nous avons associé pour l'une à une logique de démarche (conserver la chaleur) et pour l'autre à une double logique de collage activité-savoir (digestion). Nous présentons ci-dessous l'analyse²²⁰ d'une fiche de préparation pour laquelle nous avons parlé d'une logique de construction progressive des savoirs. Contrairement à la plupart des documents professionnels analysés pour lesquels le lien entre tâche envisagée et construction des connaissances est peu - voire pas - explicité, nous avons observé ici une explication assez précise des différentes étapes de cette construction envisagée en relation avec les activités prévues et les compétences en jeu. Ce cas, exceptionnel dans nos observations, correspond à un enseignant qui avait suivi une formation tant scientifique que didactique sur la classification animale en s'intéressant aux travaux récents de Lecoindre (2007²²¹).

²²⁰ Cette analyse a été réalisée par Catherine Boyer et Pierre Degret, membres de l'équipe de recherche ADMSDM (texte 59).

²²¹ LECOINTRE, G. (2007, septembre). *La classification en sciences naturelles à l'école et ses enjeux*. Conférence au Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

Une logique de construction progressive de connaissances

Extraits du texte 4

La préparation est très détaillée, renvoyant à différents aspects de l'activité professionnelle de l'enseignant :

- produit montrable d'un maître-formateur pour un stagiaire en formation initiale.
- travail personnel d'un point renouvelé dans les programmes 2007 (puis renforcé dans les programmes 2008) et illustré par des conférences de Lecointre (2007) auxquelles a assisté l'enseignant.
- intérêt personnel et besoin d'approfondir un travail inclus dans un vaste projet de découverte du milieu vivant depuis deux ans. Les élèves de CM1 dans ce CM1-CM2 ont commencé l'étude d'une mare l'année précédente. La préparation s'inspire des travaux de Lecointre et reprend le matériel qu'il propose, mais elle est entièrement adaptée à l'étude du milieu local et à l'âge des élèves.

Le lexique reprend celui des programmes dans les parties « unité et diversité du vivant » et « maîtrise de la langue et sciences ». Les objectifs portent principalement sur l'acquisition de connaissances scientifiques. Les compétences visées reprennent pour partie celles des programmes en référence à la démarche d'investigation et portent sur la démarche et les méthodes.

(...)

Ces éléments d'organisation sont prolongés par des listes de mots. Ces listes sont prévues à partir des activités déjà effectuées par les élèves et font partie de leur formalisation. Elles représentent les connaissances qui semblent indispensables à l'enseignant, en particulier le lexique descriptif de l'anatomie et de la morphologie des animaux. Ce lexique est repris et détaillé tout au long de la préparation : noms d'animaux, noms de membres ou d'éléments anatomiques, noms d'organes, noms de groupements utilisés dans la classification. Ces listes ne visent pas à transformer l'investigation en activité de nomenclature à mémoriser. Elles peuvent encore avoir deux autres fonctions : d'une part l'illustration des notions rencontrées et d'autre part l'instrumentation des descriptions effectuées lors de la découverte d'un milieu.

(...)

Le matériel comporte les photos d'animaux de collections proposées par Lecointre, de la gomme collante type 'patafix' et de quoi afficher. Les « photos » prennent ici différents sens selon le point de vue. Pour les élèves, il s'agit d'une connaissance d'animaux déjà rencontrés et décrits dans un écrit de type monographique à l'aide du lexique ci-dessus. Pour l'enseignant il s'agit d'un choix parmi d'autres possibles, qu'elle restreint à des catégories et une quantité selon des critères didactiques et pédagogiques.

Les autres éléments du matériel concrétisent l'activité et ses paramètres : afficher publiquement, confronter, déplacer ce qui est affiché, le modifier. Ils témoignent de la présence d'objectifs et de compétences relevant d'un travail de métacognition sur le sens même de l'activité, lié ici au domaine de l'éducation civique.

Dans cette séquence, la phase 1 de la première séance prévoit une phase de débat sur la nature et les finalités de la classification.

1^{ère} Phase :

Travail individuel préalable : sur le carnet d'expériences, répondre aux questions : « Qu'est-ce que classer ? Pourquoi les scientifiques cherchent-ils à classer les organismes vivants ? »

Cette activité n'est pas explicitement prévue à partir des objectifs ni des compétences. Elle ne se relie directement pas à des prescriptions du programme ou de documents d'accompagnement. Elle ne vise pas des acquisitions de connaissances scientifiques. Elle manifeste un lien entre « conceptions premières », travail sur le sens de l'activité, débat réglé et domaine du vivre ensemble et de

l'éducation civique. Ce dernier domaine est implicitement associé à la découverte du monde et aux sciences, la démarche d'investigation étant censée s'y prêter par nature.

Les phases suivantes de la séance et la séance suivante correspondent à une démarche d'investigation telle qu'elle peut être formulée dans les programmes : confrontation, recherche d'une classification possible, confrontation, élaboration d'une classification et argumentation. La phase de recherche prend une place éminente (en durée et en intensité) dans l'ensemble. Les différentes discussions entre élèves portent sur les critères retenus et la justification des regroupements qu'ils entraînent. Les activités de discussion en binômes, petits groupes, ou en grand groupe, les régulations de l'enseignante (reformulations de questions, indications de ressources dans la classe) soutiennent les élèves dans leur démarche d'acquisition de connaissances.

Les éléments scientifiques précisés dans la préparation sont nombreux, ils sont repris maintes fois dans la préparation de l'enseignant. Le produit de l'activité prend une forme particulière : les affiches expriment des propositions de classifications et sont des écrits propres à ce moment scolaire ; elles reflètent les difficultés, erreurs, retours en arrière qui ont émaillé leur élaboration.

Ce projet de séquence est sensé produire

- du savoir : un élément de classification du vivant, à partir des connaissances établies sur les éléments à classer (animaux observés et décrits dans un milieu déjà découvert)
- un objet : cette même classification sous forme d'un affichage représentant la classification des animaux de la mare.

La tension entre activité et savoir, accessible dans le matériel, le découpage et la rédaction de la séquence, s'articule autour des représentations des animaux déjà connus et repris pour être étudiés d'une nouvelle façon.

Les sources utilisées par l'enseignant sont variées : documents divers issus d'associations naturalistes, documents issus de la formation continue IUFM, conférence de Lecointre. Elles témoignent de l'inscription de l'acquisition des connaissances dans une logique d'activité naturaliste, soutenue par une expertise de ce qui est enseigné. De deux façons différentes et à deux moments différents, le sens du travail est censé apparaître : d'une façon explicite au cours d'une phase de la séquence où cela devient une tâche des élèves ; d'une façon implicite par l'inscription de la séquence dans la découverte du milieu, qui mobilise les élèves et justifie tous les autres moments qui en découlent. Ce souci du sens du travail scolaire, absent des prescriptions officielles, semble marquer une différence avec celles-ci. Cette différence porte sur une conception de l'apprentissage des enfants de 8-10 ans, conception qui n'est pas explicitée dans les programmes.

7.2.4 Des écrits professionnels « très organisés »

Dans l'ensemble de ces écrits professionnels, nous nous sommes plus spécialement intéressés aux écrits correspondant aux moments scolaires dont nous avons pu observer la réalisation effective. Parmi ceux-ci certains documents que les enseignants désignent sous le terme « fiches de préparation » ont une organisation d'ensemble assez standardisée voire immuable²²² quelque soit le type de contenu ou le niveau. On retrouve majoritairement une séparation en deux parties distinctes : une partie décrivant essentiellement les apprentissages visés (objectifs, compétences, connaissances, parfois évaluations et pré-requis...) et une partie décrivant généralement les activités, phases de travail et modes d'organisation. Le contraste entre ces deux parties est parfois très fort aussi bien au niveau de la macrostructure qu'à celui du contenu textuel. Cette organisation couramment observée semble la façon la plus commode de prendre en compte (sur le plan de l'organisation textuelle au moins) deux contenus textuels différents - ce qui est visé et ce qui est à faire (ou à faire faire) - sous la

²²² De nombreux plans types circulent dans le milieu professionnel, par exemple sur les sites Internet destinés aux enseignants du premier degré (voir par exemple <http://www.fiches-preparation.com/>)

forme de deux écrits complémentaires faisant appel à deux genres différents : un « inventaire » des enjeux d'apprentissage et une sorte de « récit » du moment scolaire envisagé – le deuxième étant fortement structuré par le découpage temporel envisagé. Ce découpage temporel – généralement désigné par le terme « déroulement » conduit à une succession de phases et à des alternances diverses (extrait ci-dessous).

Continuités, ruptures et liens implicites dans les moments conçus

Extrait du texte 4

Si on s'intéresse au déroulement prévu par les enseignants dans leurs écrits préparatoires, on observe généralement une succession de phases qui correspondent de façon assez fidèle à certaines phases suggérées dans les textes officiels (notamment la phase d'investigation expérimentale). La succession de ces phases organise dans le temps différents types d'alternances :

- des supports d'activités (objets matériels, écrits...),
- des modes d'organisation pédagogique (individuel, groupes, collectif),
- des canaux de communication (écrit – oral),
- des rôles respectifs des élèves et du maître.

Certaines de ces alternances sont implicites, c'est notamment très souvent le cas pour la répartition des rôles entre le maître et les élèves. Nous avons observé dans la succession des phases différentes continuités ou ruptures mais aussi ce que nous appellerons des liens implicites. Un des liens implicites le plus notable est le lien entre la succession des phases et l'élaboration cognitive attendue. A de rares exceptions près, les activités prévues dans chacune des phases ne sont pas mises en relation explicitement avec ce qui pourrait constituer des étapes d'une construction des connaissances. Alors que les textes officiels évoquent une « démarche constructive d'investigation », un « débat visant à construire des connaissances » ou des « écrits validés (qui) prennent le statut de savoir » on ne trouve le plus souvent très peu de traces de cette possible construction progressive dans les écrits de préparation analysés ici. Alors que les activités des élèves qui peuvent contribuer à cette construction progressive sont décrites avec précision²²³, le résultat attendu de ces activités est peu ou pas précisé sur le plan cognitif. Les moments d'échange souvent mentionnés sans pour autant être explicités dans les écrits de préparation sont probablement des moments clés de la démarche d'investigation scolaire - des moments où se joue cette articulation entre activité des élèves et construction des connaissances. C'est donc une activité langagière impliquant les élèves et le maître qui semble constituer ce chaînon manquant de l'écrit de préparation. Le fait de ne pas expliciter cette activité langagière²²⁴ pourrait vouloir dire que ce moment va de soi pour les enseignants. Pourtant les observations de ces moments de discussion réalisées dans d'autres recherches (Jaubert & Rebière, 2000, *op. cit.* ; Orange, Fourneau & Bourbigot, 2001, *op. cit.* ; Schneeberger & Ponce, 2003²²⁵) montrent bien la complexité de ces moments et les difficultés de prise en charge par les enseignants. On peut donc penser au contraire que ce sont des moments particulièrement exigeants pour les enseignants et que la capacité à les gérer est une dimension importante de la professionnalité des enseignants du premier degré. Cela expliquerait peut être pourquoi le terme « trace écrite » (ou des termes analogues) apparaît de façon aussi fréquente dans les écrits de préparation sans que le contenu de cette trace soit généralement précisé. La trace écrite joue en effet un rôle clé pour les élèves comme pour les enseignants : elle constitue tout autant le résultat tangible de la construction des connaissances, la preuve de l'activité d'enseignement voire, comme nous l'avons parfois observé, un élément d'une préparation future.

²²³ Dans certains cas, l'activité est très détaillée sur le plan matériel et pratique (« découper proprement... » dans l'exemple du corpus digestion) ; dans d'autres cas, l'activité est formulée en des termes plus abstraits et généraux (« émettre des hypothèses » dans l'exemple du corpus isolation) en cohérence avec des choix que nous avons déjà discutés.

²²⁴ Les indications concernant cette activité langagière restent souvent très générales (« trace écrite », « compte-rendu », « élaboration d'un texte »...) ou ne mentionnent que les supports de communication utilisés (« affiche », « tableau »...).

²²⁵ SCHNEEBERGER, P. & PONCE, C. (2003). Tirer parti des échanges entre pairs pour construire des apprentissages en sciences. *Aster*, 37, 53-82.

L'observation des moments effectifs a confirmé l'importance des phases collectives de « discussion » : elles jouent un rôle particulièrement important pour faire le lien entre les différentes phases successives et assurer ainsi la cohésion interne de ces moments. Nous avons pu identifier de nombreuses fonctions assurées par ces phases de discussion, tant sur un plan pédagogique que didactique :

- faire un bilan des phases de travail antérieures,
- formuler de nouvelles consignes de travail pour les phases suivantes
- (re) synchroniser l'activité de la classe
- mettre en commun des « productions d'élèves »
- apporter des éléments méthodologiques ou notionnels
- capitaliser le résultat du travail de la classe....

Alors que le contenu de ces phases est très peu explicité dans les documents de préparation des enseignants, l'observation des moments effectifs montre au contraire une très grande richesse de ces phases mais aussi une très grande variété de modes de pilotages en particulier sur la part d'initiative laissée aux élèves. Ces phases de travail sont particulièrement exigeantes pour les enseignants car elles concentrent sur des durées relativement courtes la gestion de problèmes d'ordres variés qui conditionnent largement la dynamique d'ensemble des moments scolaires. La gestion de ces phases de discussion constitue ainsi une des clés de la fécondité de ces moments scolaires

7.3 Une catégorisation des modes de pilotage en maternelle

Dans le cadre de la recherche ADMSSDM, un des chercheurs de l'équipe (Catherine Ledrapier) a centré ses observations et ses analyses sur l'école maternelle. Seize séquences ont été analysées pour douze enseignants différents sur l'ensemble des niveaux de l'école maternelle de la toute petite section (2-3ans) jusqu'à la grande section (élèves de 5-6 ans) pour des contenus variés relevant aussi bien du « monde vivant », du « monde de la matière » ou du « monde des objets »²²⁶. L'analyse a porté sur les écrits de préparation, l'observation des séquences effectives - qui ont été systématiquement filmées- et des entretiens postérieurs aux observations des séquences (Ledrapier, 2010²²⁷).

L'analyse didactique des données a donné lieu à une catégorisation : les catégories ont été élaborées en fonction des différentes logiques effectivement observées dans la conception et la réalisation des séances. Chaque catégorie est associée à une logique spécifique appelée « *mode de pilotage* » qui correspond à la logique principale de référence pour l'action professionnelle de l'enseignant, même si d'autres logiques sont également présentes. Le résultat de cette analyse est résumé ci-dessous²²⁸.

²²⁶ Nous reprenons ici les termes utilisés dans les programmes de l'école maternelle de 2002-2007.

²²⁷ LEDRAPIER, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? *Recherches en didactiques des sciences et des technologies*, 2, 79-102. Lyon : INRP.

²²⁸ Dans cette analyse, le terme « action » est utilisé dans la signification restreinte d'action matérielle.

Catégorisation des séquences selon le *mode de pilotage* (extraits du texte 59)

Catégorie n°	dénomination	Logique principale : Mode de pilotage	Éléments significatifs	Rôle du langage	Rapport au phénomène étudié
1	Psychopédagogie appliquée	-La logique de l'action pilote l'activité. - Démarche d'apprentissage par l'action	- Interaction individuelle enfant/milieu physique. -Importance du feedback du milieu	Permettre une prise de conscience de l'action et de ses effets.	Le phénomène en cause n'est qu'un alibi
2	"Motiver, dire et faire"	Nécessité d'intéresser les élèves	1- Une situation théâtralisée 2- Une activité langagière : montrer et verbaliser la tâche à réaliser, nommer les objets, les actions nécessaires et les effets observés. 3-Des activités en atelier	L'activité langagière précède l'action. ↑ La priorité est donnée au langage	- Le phénomène en cause est secondaire. - Vocabulaire spécifique à acquérir.
3	"Motiver, faire et dire."	Les objectifs langagiers pilotent l'activité	1- La situation déclenchante est un album 2- Des activités en atelier 3- Une activité langagière : récit de ce qui a été fait en atelier,	↓ L'action précède l'activité langagière	- Expressions langagières correctes.
4	"Motiver, faire, dire, écrire."	Mêmes caractéristiques que la catégorie 3 avec en plus un fort accent mis sur l'écrit. Écrit collectif produit en fin de séance ("dictée à l'adulte"). Il faut garder une trace écrite juste de ce qui a été fait et observé.			
5	"Démarche scientifique ou démarche d'investigation."	- Logique de démarche scientifique. - Les caractères scientifiques pilotent les séances.	- Enchaînement : question hypothèses observation expériences conclusion - Quelques connaissances à acquérir.	- Verbalisation d'hypothèses / questions enseignantes. - Traces écrites dans le cahier d'expérience	Il faut retenir certains savoirs sur le phénomène en question.
6	"Savoirs scientifiques"	Logique de savoir. Les caractères scientifiques pilotent les séances.	Proches de la catégorie précédente, mais ce qui est réellement important et domine les séances sont les connaissances à acquérir.		
7	"Savoir-faire et compétences"	Pilotage par l'action.	-Des défis sont lancés par l'enseignant. -Réalizations pratiques et ingéniosité.	Le langage permet le compte rendu des activités.	Le phénomène en cause est important : bonne connaissance empirique.
8	"Projet scientifique"	Pilotage par l'activité collective, pédagogie du projet.	Planifier l'action, agir ensemble, produire ensemble.	-Parler pour agir -Parler pour rendre compte.	Phénomène scientifique peu perceptible voire quasi-absent
9	"Agir et parler ensemble pour découvrir et penser le monde."	-Pilotages multiples et alternés (action et langage, individuel et collectif). -Travail sur le questionnement.	- Départ sur l'action, puis pratiques langagières, écrits, puis retour à l'action. - Alternance systématique de travail individuel et collectif. - Émergence et exploitation des représentations initiales.	- Activités langagières diverses : récit, discussions, argumentation - Alternance entre écrits individuels et collectifs.	Le phénomène scientifique en question est un réel sujet d'étude.

Les catégories 1, 8 et 9 sont minoritaires. À part ces cas, que l'on peut considérer comme « à la marge », les séances se répartissent à part quasiment égales en deux parties :

- Une moitié dans les catégories 2, 3 et 4, donc avec un pilotage par le langage et la motivation.,
- L'autre moitié dans les catégories 5, 6, 7, donc avec un pilotage dit « scientifique ». Ces séances « à caractère scientifique » se répartissent à nouveau en deux parties à peu près égales (pour l'analyse des écrits) l'une centrée sur les démarches scientifiques, l'autre centrée sur les contenus scientifiques. Mais à l'observation, la majorité des séances classées « pilotage par la démarche » s'avère relever d'un « pilotage par les savoirs ».

Ainsi l'on peut dire que la moitié des « activités scientifiques » analysées est de fait centrée sur des activités langagières.

Ce qui domine les résultats est le caractère très métissé des séances. Si en général une logique est prépondérante et le plus souvent ce sont deux ou trois logiques, tissées en cohérence, qui dominent, les autres logiques sont cependant le plus souvent toutes présentes à divers degrés (notamment dans les observations et les entretiens). Ce qui fait que la catégorisation n'est pas aussi tranchée qu'un tel tableau pourrait le laisser supposer (sauf la classification faite à partir du corpus écrits professionnels). Chaque enseignant combine de façon très personnelle les influences diverses et de ce point de vue fait preuve d'une grande professionnalisation. Ce « métissage personnel » n'est que peu ou pas argumenté (à l'entretien) et reste très largement intuitif et implicite.

Si les différences de logique entre les pratiques nous ont permis de réaliser cette catégorisation (et ces différences portent essentiellement sur les objectifs langagiers et les objectifs scientifiques, et, à la marge, sur la forme scolaire), il faut cependant signaler qu'il y a de nombreuses régularités, que la catégorisation ne doit pas masquer. Signalons parmi les plus importantes :

Certaines caractéristiques sont systématiquement présentes, au moins dans un des types de données.

- Les situations déclenchantes sont quasiment toujours présentes.
- Les indications concernant l'activité pédagogique de l'enseignant sont omniprésentes dans les préparations et s'inscrivent de manière descriptive dans le déroulement de la séance sous la forme « l'enseignant dit ceci ou fait cela » (formulation de la consigne, distribution du matériel, dictée à l'adulte).
- Est omniprésent, et considéré comme un critère de rigueur scientifique, l'emploi d'un vocabulaire scientifique précis (et l'on observe deux extrêmes : l'emploi d'un vocabulaire ultra spécialisé qui peut étonner vu l'âge des élèves, ou l'emploi d'un vocabulaire erroné).
- Est omniprésent également, et revendiqué comme un critère scientificité, l'acquisition de connaissances « justes » ou considérées comme « justes » par l'enseignant. Il s'avère que dans quasiment tous les cas il n'en est rien, que les expressions employées sont souvent largement erronées (ou au mieux inappropriées). Exemple : « *l'air est une force* », « *selon la puissance de l'air par rapport au poids des objets...* » ; « *les aimants collent le fer* » ; « *l'air chaud se dilate* » ; « *les objets qui flottent subissent une poussée de l'eau, ils sont moins forts que l'eau* ».
- La logique du « vivre ensemble » est souvent mentionnée dans les préparations, ou une forme proche (« *socialisation / l'enfant doit se socialiser* »), et très souvent mentionnée à l'entretien, (chaque enfant doit apprendre à se plier aux règles de la vie du groupe classe et de l'école), mais elle est très rarement visible à l'observation.
- Apparaît également très fréquemment une logique interdisciplinaire, globalisante, reprenant un habitus de l'école maternelle : la logique des thèmes. Sur un même thème va être décliné le plus possible de domaines : activités mathématiques, chant, poésie, graphisme, lecture, découverte du monde, couleurs et les formes en arts plastiques, etc. Cette logique n'est cependant jamais prépondérante.
- Les préoccupations pédagogiques relatives au développement de l'enfant émergent systématiquement lors des entretiens, (prise en compte des stades de développement et des modes d'apprentissages correspondant). Cet élément est par contre rare dans les écrits et encore plus rare à l'observation.

Certaines caractéristiques sont systématiquement absentes, ou très rares :

- La prise de conceptions initiales est très minoritaire, les questions posées aux élèves sont plutôt sur le registre de ce qu'il y a à trouver, à savoir, et non pour prendre en compte leur système explicatif.
- Les indications sur le rôle didactique de l'enseignant sont rarissimes.
- Le « devenir élève » est absent, explicitement en tout cas. Mais nous supposons que ce qui relève de la forme scolaire est une manière de le décliner, la forme scolaire étant censée permettre aux enfants d'entrer dans les apprentissages et donc de devenir élève.
- La prise en charge de la trace écrite finale par les élèves est rarissime (un seul enseignant), elle existe mais est quasiment toujours pilotée par l'enseignant.
- Les moments de « réelle découverte » (découverte non guidée par l'enseignant de manière très serrée) sont très rares (un seul enseignant). La plupart du temps il est assez clairement indiqué aux élèves ce qu'il y a à découvrir.

7.4 Une grande diversité de logiques de mise en œuvre par les enseignants

La diversité des modes de pilotage observée en maternelle se retrouve sur l'ensemble des moments analysés tant sur le plan des écrits de préparation que sur celui des mises en œuvre effectives. Des différences importantes ont été constatées selon les contenus scientifiques abordés et selon les niveaux de classe. Sur le premier point, de nombreux travaux de didactique des sciences se sont intéressés aux problèmes posés par certains contenus ou pour certains domaines scientifiques, en particulier pour déterminer les obstacles à l'apprentissage²²⁹. Il n'est donc guère étonnant de retrouver l'influence importante de ce facteur dans nos propres observations. Par ailleurs, cette influence ne permet pas une comparaison rigoureuse des différents moments puisqu'il est impossible de différencier ce qui relève des contraintes de contenu et ce qui relève des choix professionnels plus généraux des enseignants. Sur le second point, l'influence du niveau scolaire n'a pas fait l'objet non plus d'une étude systématique mais comme on pouvait s'y attendre des différences importantes apparaissent entre l'école maternelle et l'école élémentaire.

La centration sur l'enfant a été particulièrement observée en maternelle pour laquelle on peut parler d'une approche curriculaire spécifique (« *Child-centred Education* », selon la terminologie de Ross, 2000²³⁰). Pour autant, certaines démarches que nous avons observées en maternelle ne semblent pas totalement prendre en compte les limitations liées à l'âge des enfants. La mise en œuvre d'une éducation scientifique dès l'école maternelle n'est pas forcément simple pour les enseignants qui doivent concilier des exigences épistémologiques, psychologiques et pédagogiques spécifiques dont la compatibilité est loin d'être évidente. Certains travaux ont montré les conditions d'une telle éducation scientifique précoce (Ledrapier, 2007, *op. cit.*), d'autres ont analysé comment les enseignants pouvaient intégrer des visées scientifiques dans des organisations pédagogiques spécifiques de la maternelle (Coquidé, 2005, *op. cit.*), d'autres enfin ont étudié les réseaux de contenus et les pratiques associées aux moments scolaires à visée scientifique (Charles, 2011²³¹) mais il reste beaucoup

²²⁹ Voir par exemple les numéros 24 et 25 de la revue ASTER : obstacles, travail didactique (1997), enseignants et élèves face aux obstacles ((1997).

²³⁰ ROSS, A. (2000). *Curriculum : construction and critique*. London: Routledge Falmer.

²³¹ CHARLES, F. (2010). Spécificités de la composition des moments scolaires à l'école maternelle. *Deuxième colloque international de l'ARCD, « Les contenus disciplinaires »* Villeneuve d'Ascq, janvier 2011.

à faire dans ce domaine. Pour notre part, nous pensons qu'au-delà de la mise en œuvre d'une éducation scientifique dès la maternelle, la compréhension des conditions de cette mise en œuvre est une clé pour penser l'éducation scientifique sur l'ensemble de la scolarité primaire²³².

Les logiques de conception ou de mise en œuvre observées dans nos travaux relèvent de différentes origines :

- des conceptions pédagogiques diverses (pédagogie de l'activité, épanouissement de l'enfant...),
- des positionnements épistémologiques spécifiques aux sciences (mise en avant des savoirs scientifiques ou des démarches...),
- des enjeux éducatifs relevant d'autres domaines (maîtrise de la langue en particulier).

Ces logiques peuvent se combiner entre elles pour un même enseignant ; elles évoluent parfois entre la conception des moments et leur mise en œuvre. Les enseignants « chevronnés » que nous avons observés parviennent à intégrer – souvent de façon astucieuse - différentes influences pour prendre en charge un ensemble de contraintes extrêmement diverses, voire contradictoires. Chacun de ces enseignants est capable d'inscrire les moments scolaires à visée scientifique dans un ensemble plus large de moments scolaires présentant une grande cohérence professionnelle. En revanche, la cohérence interne à chaque moment est souvent moins réalisée en particulier sur les relations envisagées entre les visées éducatives relevant des sciences, les activités mises en œuvre et les procédures d'évaluation. Dans un grand nombre de cas, une analyse limitée aux aspects relevant exclusivement de la didactique des sciences nous a fait conclure à une faible cohérence alors qu'une analyse élargie montrait au contraire une très grande cohérence ; la cohérence est donc autant pensée sur des aspects pédagogiques assez généraux que sur des questions didactiques « locales ». Pour autant, cette cohérence n'est pas « extérieure » aux sciences : elle intègre certaines « contraintes » spécifiques de ce domaine, en particulier le recours à l'investigation expérimentale. D'une certaine manière, tous les enseignants observés « respectent » les prescriptions officielles mais selon des « interprétations » multiples ; nos observations ont confirmé – pour ce domaine et pour l'échantillon analysé - que les pratiques des enseignants n'étaient pas uniquement déterminées par les programmes en vigueur à un moment donné mais étaient aussi le résultat d'influences multiples extérieures à ces programmes (expérience personnelle, ressources disponibles, patrimoine local, formation initiale ou continue, influences de collègues ou de la hiérarchie...). Les moments scolaires effectifs sont des entités complexes résultant d'ajustements divers, de « bricolages » de la part des enseignants et des élèves. Nous pensons que ces caractéristiques ne sont pas liées à des carences des enseignants mais le résultat direct de la complexité des attentes et des enjeux. Dans ces conditions, il est difficile de considérer ces moments comme une simple transposition « linéaire » des pratiques scientifiques. L'école n'est pas simplement une interface dans un processus de transposition d'une référence scientifique ; elle est le lieu de rencontre de pratiques diverses qui constituent autant de références possibles. Nous avons montré que les pratiques domestiques et les pratiques scolaires extérieures aux sciences constituaient des références importantes pour les sciences scolaires à côté des sciences des scientifiques.

²³² Comme nous l'avons déjà indiqué, nous nous démarquons de certaines approches didactiques qui tendent au contraire à penser l'éducation scientifique à l'école primaire à partir de ce qui se passe dans l'enseignement secondaire même si cette référence est le plus souvent implicite.

7.5 L'importance des « objets » dans les pratiques effectives

Nous avons montré dans les chapitres précédents le rôle de certains objets matériels dans la dynamique de quelques moments scolaires particuliers et nous avons identifié les processus d'objectivation qu'ils rendent possibles. L'analyse d'un ensemble relativement large de moments scolaires dans la recherche ADMSDM ainsi que des observations antérieures nous conduisent à considérer que ces objets jouent un rôle essentiel dans les moments scolaires à visée scientifique. Les moments scolaires comportent généralement un entremêlement d'objets divers qui sont importés, transformés, construits ou simplement évoqués pendant ces moments. Certains de ces objets sont des entités matérielles directement appréhendables par les élèves, d'autres sont des objets plus abstraits sans qu'il existe une séparation totale entre les deux. Ces objets sont donc à la fois des supports d'activités (dans une démarche d'investigation) et des entités qui se construisent, se transforment et se transmettent dans ces activités. Cela nous amène à remettre en question, pour ces moments à visée scientifique de l'école primaire, la séparation qui est généralement faite entre « *outils pour enseigner* » et « *objets d'enseignement* » (Plane & Schneuwly, 2000²³³). En effet, la plupart de ces objets ont une valeur symbolique qui dépasse largement leur existence en tant qu'entité matérielle singulière ; ils sont donc aussi une forme de représentation de savoir. Les enseignants peuvent gérer l'articulation entre mise en activité des élèves et construction de connaissances par un choix judicieux d'objets à la fois « manipulables » par les élèves et permettant un apport de savoir. Ces différents objets sont des « *artefacts* » résultant d'un premier processus de construction antérieur au moment scolaire qui deviennent dans le contexte didactique de la classe des « *instruments cognitifs*²³⁴ » (Rabardel, 1995, *op. cit.*). Ces objets assurent donc une fonction de médiation, d'une part entre objets du monde ordinaire et objets de savoirs et d'autre part entre activité des élèves et activité du maître ; ils interviennent donc à la fois sur le fonctionnement pédagogique de la classe et sur le plan des apprentissages individuels. Le choix d'objets pertinents dans leur double dimension manipulable et symbolique constitue donc une autre clé de la fécondité de ces moments scolaires

Extrait du texte 59

A côté de leur rôle dans la dynamique interne des moments scolaires, les objets présents dans les moments scolaires permettent également d'assurer le lien avec d'autres moments scolaires ou non scolaires et d'une façon plus générale avec différentes pratiques qui constituent des références fortes pour ces moments scolaires à visée scientifique : les pratiques scientifiques, les pratiques domestiques et les pratiques scolaires dans leur ensemble. En effet, certains objets « appartiennent » à plusieurs de ces pratiques et leur utilisation dans un moment scolaire à visée scientifique permet la prise en charge simultanée de différents enjeux éducatifs : mettre en place une démarche scolaire qui se veut authentiquement scientifique, assurer des transferts entre des moments scolaires appartenant à différents domaines d'apprentissage, faire le lien entre activités scolaires et activités extrascolaires familières. Des « convergences » similaires se manifestent au niveau des activités mises en œuvre dans ces moments scolaires ; c'est particulièrement le cas pour les activités langagières qui peuvent être mises en relation avec d'autres activités scolaires, en particulier celles relevant de l'apprentissage de la langue. Ce croisement d'enjeux lié à l'utilisation d'objets ou à la mise en œuvre de certaines activités apparaît comme un appui pour la mise en œuvre de moments scolaires à visée scientifique dans la mesure où il permet à chaque professeur d'école d'exercer ainsi différentes « dimensions » de sa profession.

²³³ PLANE S. & SCHNEUWLY B. (2000) Regards sur les outils d'enseignement du français : un premier repérage. *Repères*, 22, 3-17.

²³⁴ Pour Rabardel, l'instrument cognitif résulte de l'association d'un artefact et de schèmes d'utilisation.

Nous avons déjà indiqué que ces phénomènes de convergence pouvaient constituer tout autant un appui au niveau des enseignants qu'un obstacle au niveau des élèves en brouillant les frontières entre différentes références. En effet, ces convergences peuvent conduire à certaines ambiguïtés des tâches proposées aux élèves et entraîner des « glissements » de leur activité effective. Pour que les moments scolaires puissent être constructifs sur le plan scientifique, les objets et les activités doivent être considérés par les élèves avec un point de vue qui se démarque nettement d'autres points de vue souvent plus familiers (domestique ou scolaire non scientifique). La construction de ce point de vue apparaît donc comme une condition de ces moments scolaires. Nos observations ont montré que cette condition n'était souvent que partiellement remplie et que la construction de ce point de vue était un produit de ces moments scolaires au même titre que d'autres constructions.

7.6 Prégnance du « vocabulaire scientifique »

La question du vocabulaire est une préoccupation importante pour la plupart des enseignants observés : la nécessité d'un « vocabulaire scientifique » est souvent mentionnée dans les écrits de préparation des enseignants ; de même certaines phases de structuration observées dans les moments scolaires reposent largement sur l'introduction de termes nouveaux. Cette préoccupation ne s'explique pas uniquement par les prescriptions officielles ; nous pensons que cette importance accordée au vocabulaire scientifique relève d'une norme implicite largement partagée par les enseignants du premier degré sans que ce soit une obligation officielle ; Vause utilise le terme « croyance conventionnelle » pour évoquer ces « *prescriptions et définitions du métier qui, à un moment donné, deviennent incontestables malgré le fait qu'elles n'aient pas toujours prouvé leur efficacité.* ». (Vause, 2009, *op. cit.*, p. 21)., ces croyances fonctionnent comme des « *matrices cognitives et normatives* » qui conditionnent les manières de penser et d'agir.

Bien entendu, cette approche terminologique est souvent nécessaire pour aborder certains contenus scientifiques. Cependant, la place accordée au vocabulaire scientifique dans les pratiques scolaires de l'école primaire dépasse largement les seules exigences épistémologiques d'une terminologie scientifique. Comme le fait remarquer Lerat (1995, *op. cit.*), il n'existe pas à proprement parler de langue de spécialité mais plutôt des usages particuliers de la langue naturelle. Cette survalorisation peut être expliquée par certaines conceptions des enseignants sur la langue ou sur les sciences : langue pensée sur ses traits de surface, science pensée comme un « système d'étiquetage » (Sutton, 1995, *op. cit.*). Elle peut aussi s'expliquer par le fait que ces activités sur le vocabulaire peuvent se retrouver dans la plupart des domaines d'apprentissage de l'école et constituer ainsi un point d'appui pour les enseignants du primaire qui doivent prendre en charge ces différents domaines. Cette prégnance du vocabulaire est donc peut être aussi la manifestation d'un phénomène de convergence, les mots pouvant être considérés ainsi par les enseignants comme des « objets scolaires » particulièrement importants pour l'école primaire.

7.7 Des pistes pour (re)penser la professionnalité des enseignants du primaire

Les résultats de la recherche ADMSSDM ainsi que certains de nos travaux précédents contribuent à renouveler la problématique de la professionnalité des enseignants de l'école primaire qui est généralement abordée en termes de polyvalence - ce qui conduit de fait à un constat de carence dans chacun des domaines d'enseignement. Nous proposons au contraire de la penser en termes de spécialité ; une composante importante de cette spécialité pourrait se traduire par la capacité à concevoir et piloter des moments scolaires « complexes » articulés avec d'autres moments, portant sur des objets aux caractéristiques multiples et permettant la

prise en charge potentielle de différents enjeux éducatifs. Si certains aspects de ces moments sont spécifiques aux visées d'éducation scientifique, d'autres sont d'une portée plus large, en particulier l'importance des modes d'activité dialogique. D'une façon plus générale, ces questions de spécialité sont à mettre en relation avec les travaux portant sur les « organisateurs des pratiques enseignantes » (Bru, Pastré & Vinatier, 2007²³⁵) (18). C'est une piste que nous nous proposons d'explorer dans une nouvelle recherche à visée comparatiste qui a débuté en 2011 (texte 60).

Extrait du texte 60

La question des outils et ressources utilisés par les enseignants dans leurs pratiques ordinaires reste également un domaine largement inexploré comme le regrettait déjà, il a quelques années, Plane et Schneuwly (2000, *op.cit.*), pour le cas du français. On peut néanmoins citer quelques études, comme celle publiée par Audigier et Tutiaux – Guillon (2004²³⁶) sur les outils utilisés par les maîtres pour préparer les leçons d'histoire, géographie et éducation civique. Dans un autre domaine, Gueudet et Trouche (2010²³⁷) ont abordé la question des ressources utilisées par les enseignants en mathématiques dans le travail documentaire comme une entrée pour étudier les pratiques enseignantes. La recherche de Mariotti et Maracci (2010²³⁸), également dans le domaine des mathématiques, a étudié le rôle des « artefacts » pour les élèves dans l'acquisition des significations mathématiques. Une recherche récente en didactique des sciences montre que les « moments scolaires » sont largement structurés par des « objets » importés ou construits par l'enseignant (texte 19A); ces objets, à la fois matériels et symboliques, peuvent assurer des fonctions diverses, tant sur le plan didactique que sur des aspects pédagogiques généraux ; ils permettent aussi la prise en compte de différents enjeux éducatifs ou références et l'articulation de ces moments scolaires de sciences avec d'autres moments scolaires. Le choix des objets et des tâches qui leur sont associées apparaît comme un élément déterminant de la fécondité des moments scolaires : ces objets sont non seulement des supports d'activité pour les élèves mais sont aussi des jalons d'une élaboration cognitive. Nous devons donc considérer l'objet non pas seulement en tant qu'entité matérielle mais surtout en tant que résultat d'une « organisation du monde » (Lebahar, 2009²³⁹) qui permet aux élèves de s'y repérer et de le transformer. Les enseignants de l'école primaire font largement appel à ces objets « manipulables » à la fois pour des raisons pédagogiques mais aussi en raison des apprentissages qu'ils rendent possibles. Comme le fait remarquer Chevallard dans le cas des mathématiques, un objet abstrait ne se manipule jamais que par l'entremise « d'objets ostensifs » qui ont une certaine matérialité qui donne prise sur eux en même temps qu'elle leur permet de faire signe (Chevallard, 2007²⁴⁰). Ces objets manipulables ne sont pas tous de même nature (objets au sens commun du terme, objets graphiques ou langagiers ...) et leur « manipulation » n'est pas forcément comparable mais ils sont présents dans chaque domaine d'enseignement-apprentissage. Il est vraisemblable que l'école primaire ne pourrait pas se passer de ces objets manipulables, en particulier des objets qui appartiennent à l'univers familier des élèves

²³⁵ BRU, M., PASTRÉ, P. & VINATIER, I. (2007). Les organisateurs de l'activité enseignante : perspectives croisées. *Recherche et formation*, 56, 5-14.

²³⁶ AUDIGIER, F. & TUTIAUX-GUILLON, N. (2004). *Regards sur l'histoire, la géographie et l'éducation civique à l'école élémentaire*. Paris : INRP.

²³⁷ GUEUDET, G. & TROUCHE L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires, Chapitre 3. In G. Gueudet et L. Trouche (éds), *Ressources vives* (pp 21-37). Collection "Paideia", Editions PUR.

²³⁸ MARIOTTI, M. & MARACCI, M. (2010), Un artefact comme instrument de médiation sémiotique : une ressource pour le professeur, Chapitre 5. In, G. Gueudet et L. Trouche (eds), *Ressources vives* (pp 21-37). Collection "Paideia", Editions PUR.

²³⁹ LEBAHAR, J.-C. (2009). Les deux modes d'existence de l'artefact : objet et système. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires des de Grenoble.

²⁴⁰ CHEVALLARD, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In. Ruiz, L., Estepa, A., García, FJ. (Éd.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico*, (pp. 705-746) .Universidad de Jaén,.

même si cette familiarité peut conduire à une ambiguïté de certaines tâches scolaires (Bautier & Goigoux, 2004 ; Bisault et Berzin, 2009).

Si l'importance de ces objets « manipulables » dans la conception et la mise en œuvre de situations d'enseignement ne fait guère de doute, on peut en revanche se poser la question de leur rôle effectif dans les pratiques des enseignants et dans les apprentissages des élèves. Nous proposons donc d'analyser le rôle de ces objets-ressources dans différents domaines d'enseignement-apprentissage de l'école primaire en examinant plusieurs questions de recherche complémentaires et imbriquées entre elles :

- quels sont les objets effectivement mobilisés par les enseignants dans la préparation et la mise en œuvre des moments scolaires ?
- comment ces objets sont-ils importés, conçus ou adaptés par les maîtres et pris en charge par les élèves ?
- quelles sont les transformations matérielles ou plus abstraites opérées sur ces objets ou avec ces objets ?
- quelle est la cohérence entre les activités mises en œuvre avec ces objets et les visées éducatives du maître ?
- en quoi le choix de certains objets (et des tâches associées) dans les moments scolaires conditionne-t-il les potentialités de ces moments en termes d'activités ou d'apprentissages ?
- quel est le rôle de ces objets dans la dynamique des moments scolaires ?
- quelles sont les conditions d'utilisation de ces objets par le maître et par les élèves ?
- quelles pratiques langagières ces objets suscitent-ils ou les accompagnent-ils ? Dans quelle mesure ces pratiques constituent-elles un étayage ou un obstacle pour les apprentissages ?
- quels sont les appuis et les obstacles liés à l'utilisation de ces objets pour la prise en compte des contraintes professionnelles générales et de celles qui sont liées à chaque domaine ?

A travers l'examen de ces différentes questions, cette recherche exploratoire aura deux visées principales :

- caractériser les logiques d'action et repérer les références explicites et implicites dans les pratiques des enseignants à partir des objets mis en jeu dans différents domaines et pour différents contenus d'enseignement-apprentissage,
- identifier les potentialités d'apprentissage offertes par l'utilisation de ces objets par les élèves.

Au delà de l'analyse du rôle de chaque objet dans chaque domaine disciplinaire sera aussi recherché le rôle éventuel de ce même objet dans l'articulation avec d'autres domaines ou avec d'autres moments. Dans cette perspective curriculaire, il s'agira donc d'examiner les ressources et références « convoquées » à travers l'utilisation de chaque objet pour repérer en quoi ces ressources et références organisent les curriculums effectifs. Nous prenons ici le terme ressource pour désigner tout ce qui est susceptible de re-sourcer le travail des professeurs ; une ressource est un artefact, un produit de l'activité humaine, élaboré pour s'inscrire dans une activité finalisée (Gueudet et Trouche, 2010, *op. cit.*). Si le problème des ressources, en particulier celles utilisées par les enseignants dans la conception de leur travail est généralement rangé du côté des problèmes professionnels « pratiques » (rédaction des fiches de préparation par exemple), le problème des références (Raïsky, 2001, *op. cit.*) convoquées à l'école par les enseignants, les élèves ou encore par les concepteurs de programmes évoque au contraire des problèmes plus « théoriques » qu'il s'agisse de savoirs de référence (Chevallard, 1994²⁴¹), de pratiques de référence (Martinand, 2001, *op. cit.*) et plus généralement de ce qui peut inspirer ce qui se réalise à l'école (théories de l'apprentissage, choix de société...). Pourtant, ces deux entrées ne sont pas si opposées que ne le laisse apparaître un examen rapide. En effet, toute ressource utilisée à l'école résulte d'un choix qui – au-delà des contingences pratiques – repose aussi sur un choix explicite ou implicite de référence et inversement toute référence est susceptible de déterminer – directement ou indirectement – la nature des ressources disponibles.

²⁴¹ CHEVALLARD, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In : Arzac, G., Chevallard, Y., Martinand, J.-L. et Tiberghien, A. *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble : La pensée Sauvage.

**DEUXIÈME PARTIE : CONTRIBUTION À L'ÉLABORATION
CURRICULAIRE D'UNE ÉDUCATION SCIENTIFIQUE À
L'ÉCOLE PRIMAIRE**

8 Les prémices d'une éducation scientifique à l'école primaire

8.1 Un curriculum tiraillé entre logique disciplinaire et spécificités de l'école primaire

L'éducation scientifique à l'école primaire ne peut pas être pensée en projetant les logiques didactiques disciplinaires de l'enseignement secondaire pour deux raisons : la différenciation progressive en disciplines qui n'est pas achevée à la fin de l'école primaire et la prise en charge de l'ensemble des domaines d'instruction-éducation par un seul enseignant. On ne peut donc pas parler d'un « enseignement des sciences » au sens strict à l'école primaire et la visée d'éducation scientifique que les professeurs d'école doivent (en principe) prendre en charge est une visée éducative parmi bien d'autres. Les pratiques scolaires qui peuvent contribuer à une éducation scientifique doivent donc être pensées dans leur articulation avec d'autres domaines, en particulier celui de la langue française qui est très prégnant dans les curriculums prescrits (textes 11, 25) et dans les préoccupations professionnelles des professeurs d'école.

Comment concevoir alors une éducation scientifique pour l'école primaire qui prenne en compte à la fois les exigences propres aux sciences et les spécificités de l'école primaire dans laquelle les disciplines scientifiques ne constituent encore qu'un horizon et comment des enseignants dont à la fois la formation et les préoccupations se situent principalement en dehors du champ des sciences peuvent-ils prendre en charge une telle éducation? Ce problème n'est pas nouveau ; en 1994, Martinand constatait qu'il se fait peu de sciences à l'école primaire et mettait en évidence différents types de difficultés : « *crainte des enseignants devant des sujets qu'ils maîtrisent mal, absence de demande forte des parents, manque de moyens instrumentaux ou documentaires, privilège accordé aux apprentissages du français et des mathématiques mais aussi ambiguïtés internes au champ « Sciences et technologie »* » (Martinand, 1994, *op. cit.*). D'importants moyens ont été mis à la disposition des enseignants –à l'échelle nationale ou à travers des initiatives locales depuis le lancement de l'opération « Main à la pâte » en 1996 et la mise en place du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (PRESTE) depuis 2000 - mais la place de l'éducation scientifique demeure encore marginale dans les pratiques effectives des enseignants à l'école primaire. Faut-il alors renoncer à cette éducation scientifique précoce en considérant que la nature même du métier de professeur des écoles est incompatible avec la prise en charge d'une telle éducation ou faut-il au contraire penser autrement ces deux termes pour les rendre compatibles ? C'est dans cette deuxième voie que nous nous sommes engagés depuis plusieurs années dans la filiation de travaux plus anciens, en particulier ceux menés au laboratoire LIREST de l'ENS de Cachan ou par l'équipe ESciEx de l'INRP. Nous sommes amenés à nous démarquer de certaines idées couramment partagées dans la formation des enseignants ou dans certains travaux de recherche en didactique des disciplines (notions de polyvalence, disciplines conçues comme des ensembles de savoirs) qui aboutissent selon nous à une impasse.

8.2 Une composition curriculaire sous influences multiples

Pour sortir de cette impasse, il est donc nécessaire de concevoir une autre éducation scientifique pour l'école primaire ; nous considérons qu'il faut envisager cette élaboration curriculaire comme une « composition sous influences » (Martinand, 2001, *op. cit.*) et non comme le résultat d'une « transposition restreinte ». Nous proposons donc de renoncer à une conception curriculaire linéaire descendante en termes de transposition de savoirs disciplinaires pour mettre en évidence les fondamentaux curriculaires d'une éducation scientifique prenant en compte la multiplicité des références, des visées et des constructions possibles à l'école primaire et définie sur trois registres, épistémologique, psychologique et pédagogique (Martinand, 1987²⁴²) :

- une référence épistémologique aux sciences pensées en termes de pratiques et non de savoirs ce qui permet d'envisager les activités scientifiques scolaires non seulement comme un moyen d'accès aux savoirs scientifiques mais aussi comme une finalité propre dans une visée de familiarisation avec des objets, des outils, des questions ou des rôles sociaux (Martinand, 1995²⁴³),
- une conception de l'objectivation qui prenne en compte la continuité entre les trois « mondes » où se manifeste la pensée - le monde des états intérieurs, le monde physique, et le monde social - et le rôle d'intermédiaire joué par les signes (Meyerson, 2000²⁴⁴),
- une interconnexion de ce curriculum avec les autres curriculums de l'école primaire, ce qui revient à dire qu'il n'existe pas à proprement parler un curriculum de sciences mais plutôt que certains « moments » d'un curriculum plus global peuvent contribuer à une éducation scientifique,

Bien entendu, cette élaboration curriculaire ne doit pas se limiter aux relations synchroniques entre matières scolaires ; elle doit prendre en compte aussi les relations diachroniques entre niveaux scolaires, ce qui implique d'étudier d'une part l'évolution progressive du curriculum tout au long de la scolarité primaire et d'autre part sa relation avec les curriculums disciplinaires de l'enseignement secondaire qui constituent un horizon pour l'école primaire. Dans ces conditions, il ne s'agit pas seulement de mettre en place une éducation scientifique pour l'école primaire mais de penser aussi les « prémices » d'une éducation scientifique à l'école primaire. Parmi l'ensemble des éléments qui peuvent constituer une « matrice curriculaire » (Lebeaume, 2003²⁴⁵, Martinand, 2003, *op. cit.*), nous nous sommes particulièrement attachés à caractériser les moments qui constituent une émergence ou une empreinte de cette éducation scientifique. Nous allons développer dans le chapitre suivant notre conception de l'objectivation que nous avons déjà introduite à partir de quelques exemples puis nous proposerons dans le dernier chapitre une modélisation d'ensemble de ces moments scolaires.

²⁴² MARTINAND, J.-L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines, *Les Sciences de l'Éducation*, 1-2, pp.23-35.

²⁴³ MARTINAND, J.-L. (1995). Pour la pratique des sciences et de la technologie. In J.-L. Martinand (coord.) *Découverte de la matière et de la technique*. Paris : Hachette.

²⁴⁴ MEYERSON, I. (2000). *Existe-t-il une nature humaine ? La psychologie historique, objective, comparative*. Paris : Sanofi - Synthelabo.

²⁴⁵ LEBEAUME, J. (1999). *Perspectives curriculaire en éducation technologique*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Université Paris Sud.

9 Objet, signe, médiation et objectivation

9.1 Introduction

Les moments scolaires à visée scientifique tels que nous les concevons ont une particularité qu'il faut absolument prendre en compte dans toute élaboration curriculaire pour l'école primaire : ces moments permettent des rencontres des élèves à la fois avec le monde culturel et symbolique (en particulier des connaissances, des langages, des démarches propres aux sciences scientifiques) mais aussi avec un monde matériel (celui des choses, des objets manipulables ou percevables). Cette dimension matérielle est un ingrédient important de l'éducation scientifique à l'école primaire – ingrédient qu'on retrouve tout au long de son évolution historique depuis les « leçons de choses » jusqu'à la « main à la pâte ». Cette dimension n'est pas absente de l'enseignement secondaire ou supérieur mais cette rencontre avec le monde matériel y est généralement organisée dans des lieux et des moments spécifiques (travaux pratiques) alors qu'à l'école primaire elle est généralement intégrée dans chaque moment scolaire.

Cette rencontre « en direct » avec le monde matériel distingue profondément les moments de sciences d'autres moments scolaires pour lesquels la rencontre avec les objets du monde est médiatisée par des objets intermédiaires (documents en histoire-géographie...) ou répond à des visées éducatives d'une autre nature (éducation artistique, éducation physique...). Cette rencontre matérielle permet une appréhension personnelle, une perception sensori-motrice relativement primitive (au sens de l'histoire humaine) qui offrent des possibilités et soulèvent des questions spécifiques que nous allons examiner dans ce chapitre.

Pour autant, ces rencontres scolaires ne sont pas la simple addition de rencontres avec la nature sans médiation symbolique et de rencontres symboliques hors de toute matérialité. D'une part, le monde matériel est largement façonné par l'activité humaine (y compris ce qui peut sembler à première vue naturel) et d'autre part, les constructions culturelles ne sont pas de simples réalisations abstraites théoriques ; elles sont matérialisées dans des œuvres (littéraires, artistiques, scientifiques...). En étant la matérialisation d'une pensée et d'une culture, ces œuvres signifient plus que ce que la perception peut saisir : leur « sens » culturel dépasse la simple addition des « sens » biologiques qui peuvent appréhender leur matérialité. Les œuvres constituent un monde symbolique qui baigne l'activité humaine et qui régule voire constitue les rapports sociaux. Parmi cet univers symbolique, le langage joue un rôle tout à fait unique dans la médiation des rapports humains et plus spécifiquement, chaque langue au sein d'un groupe humain particulier. Mais, dans les moments scolaires de sciences, le monde symbolique ne se réduit pas au monde langagier, d'autres systèmes sémiotiques (dessin, schéma, graphiques,...) sont convoqués et, comme nous venons de le rappeler, le monde matériel n'est pas dénué de signification symbolique et culturelle. Les objets matériels présents dans un moment de science permettent donc beaucoup plus que la rencontre avec le monde matériel. Par exemple, l'introduction d'un animal en classe de sciences par un enseignant n'est pas seulement l'entrée de cet animal là, ici et maintenant, c'est aussi l'« actualisation » d'une autre entité plus abstraite, plus générale, plus permanente, résultat d'une construction humaine, d'une œuvre (concept de mammifère par exemple). C'est donc aussi un signe, ou du moins il est là en tant qu'il peut être à l'origine d'un processus sémiotique ; c'est même la nature profonde du métier d'enseignant : « en-seigner » c'est-à-dire faire signe. Pour résumer provisoirement on peut dire qu'un moment scolaire est une rencontre organisée avec des objets, des œuvres et des signes. Nous allons dans la suite de ce chapitre préciser notre point de vue sur ces trois concepts.

9.2 La double « signification » des objets scientifiques scolaires

Contrairement à d'autres moments scolaires purement langagiers, les moments scolaires à visée scientifique mettent en jeu le plus souvent des objets matériels. Ces objets permettent pour les élèves deux types de rencontres : avec le monde matériel et avec la culture. Chaque objet matériel est en effet porteur de qualités (couleur, forme, grandeur...) qui lui sont propres : il est donc susceptible d'être appréhendé de façon sensorimotrice par le toucher, la vue... ; chaque objet « perçu » est de ce point de vue une discrétisation dans un flux continu de sensations. Mais chaque objet est également porteur d'une dimension culturelle – qu'il ait été manufacturé dans le cas d'un objet artificiel ou simplement désigné par un nom pour un « objet naturel » (un animal par exemple) : chaque objet est associé dans une culture donnée à d'autres objets concrets ou abstraits et il n'existe d'une certaine manière que par ces autres objets dont il est le signe²⁴⁶. Ces objets sont donc l'occasion à la fois d'un rapport médiatisé à la culture dont chaque objet constitue un signe et d'un rapport immédiat au monde matériel dont chaque objet constitue une portion spatio-temporelle ; ces deux rapports ne peuvent pas être abordés de la même manière par les élèves.

Les élèves comprennent très tôt (avant même de savoir lire²⁴⁷) que chaque rencontre avec un document écrit est une rencontre symbolique (avec un auteur, une œuvre, une culture...) ; chaque texte, chaque mot est associé à un univers symbolique même si cet univers n'est pas forcément celui que le professeur a prévu²⁴⁸. Le caractère symbolique d'une rencontre avec un objet matériel est moins évident, même pour des élèves de lycée. Par exemple, dans un TP de chimie utilisant des tests de reconnaissance des ions, le professeur est parfois le seul à « voir²⁴⁹ » les ions à travers un changement de couleur d'une solution ou l'apparition d'un précipité : ces phénomènes facilement accessibles à la perception de chaque élève n'ont en effet de sens qu'au sein d'un ensemble de relations et de propriétés constituant le concept de réaction chimique. Ce n'est pas très différent de ce qui peut se passer à l'école maternelle quand les bulles sortant d'un sac plongé dans l'eau sont sensées montrer la présence de l'air dans le sac. Dans les deux cas, la mise en rapport de l'expérience sensible et des connaissances scientifiques qui peuvent rendre compte de cette expérience sensible est loin d'être triviale – ce qu'oublie parfois certains enseignants.

Si la présence d'un objet matériel en classe de sciences est conçue par l'enseignant comme une médiation entre les élèves et la culture scientifique, il n'y a aucune raison pour que ce soit automatiquement le cas pour les élèves. L'éducation scientifique a évidemment une visée d'appropriation culturelle, elle utilise néanmoins des moyens qui amènent les élèves à être confrontés « en direct » à un monde matériel qui peut être perçu de façon relativement « primitive » même si ce monde n'est pas vierge de toute emprise humaine. Il peut donc exister un décalage considérable entre le point de vue d'un enseignant qui considère un objet

²⁴⁶ C'est le cas d'une lampe de poche apportée en classe pour un travail sur la notion de circuit électrique (cette lampe représente d'autres lampes de poche qu'elle-même, d'autres objets électriques mais aussi de façon plus abstraite la notion de circuit électrique ; c'est aussi le cas d'un lapin dont l'étude peut viser de fait la compréhension du fonctionnement du corps humain.

²⁴⁷ On peut penser par exemple à la rencontre avec un album de littérature enfantine à l'école maternelle.

²⁴⁸ Par exemple, la lecture d'un texte peut être associée tout autant à une œuvre (univers symbolique littéraire), à la langue française (système symbolique linguistique) qu'à une pratique c'est-à-dire à des façons de parler, écrire propres à une communauté discursive (Bernié, 2002, *op. cit.*). Sur ce dernier aspect, les travaux de sociolinguistique ont montré les difficultés liées à la confrontation des pratiques langagières scolaires avec les pratiques langagières quotidiennes (Bautier, 1995, *op. cit.*).

²⁴⁹ J'ai pu le constater lors d'une observation d'un jeune professeur stagiaire dans une classe de lycée.

scolaire dans un rapport privilégié avec des éléments de culture scientifique et le point de vue de certains élèves qui peuvent être dans un rapport sensorimoteur ou affectif²⁵⁰. Bien entendu, l'appréhension des objets par chaque élève sera dépendante de ses propres connaissances, que ces connaissances résultent de rencontres perceptives antérieures (d'une expérience sensible préalable de ces objets) ou d'une culture englobant l'usage de ces objets (culture familiale, culture scolaire antérieure...). Chaque objet scolaire apporté en classe (une lampe de poche, un lapin) est donc porteur *a priori* d'une multitude de significations et surtout de différents plans sur lesquels ces significations peuvent être construites.

L'éducation scientifique à l'école primaire se distingue donc des autres domaines par la nature des rencontres avec le monde matériel et symbolique. Nous avons comparé dans certains de nos travaux (textes 6 et 50) le rôle du document en histoire avec le rôle de l'expérience en sciences : tous deux assurent une médiation entre les élèves et le monde étudié (monde historique monde matériel,) mais ces deux médiations ne sont pas de même nature. Le document en histoire, même s'il s'agit d'une source (par exemple le témoignage sur un événement ou un document utilisé à une autre époque) a été en tant que texte le résultat d'une écriture donc d'une première médiation symbolique. L'expérience est aussi une médiation (entre le monde matériel et le monde des modèles et théories relatives à ce monde) mais lors de sa réalisation, l'expérimentateur a la possibilité d'un rapport direct (« immédiat ») au monde matériel ou du moins à la partie du monde sélectionnée et « contrainte » par le dispositif et le protocole expérimental. Une expérimentation n'est pas uniquement un rapport intellectuel et symbolique aux choses (par exemple pour la validation - réfutation d'hypothèses préalables) c'est aussi un rapport sensorimoteur et la qualité du travail expérimental se joue aussi à ce niveau. L'expérience scientifique est donc aussi une expérience sensible qui s'inscrit dans l'expérience de chaque individu (en tant qu'ensemble des expériences sensibles successives). Ces deux significations du terme expérience ne peuvent être évidemment confondues puisque dans le premier cas l'expérience est une projection du présent dans le futur (un savoir en construction) alors que dans le second elle est une incorporation du passé dans le présent mais il n'y a pas de discontinuité entre ces deux significations, ce que traduit bien en langue française,²⁵¹ l'utilisation d'un terme unique. Au niveau de l'école primaire en tout cas, ces deux aspects de l'expérimental nous semblent difficilement séparables.

Nous venons de différencier ce que nous pourrions appeler deux « versants didactiques » des objets scientifiques scolaires, deux versants que l'on retrouve dans les deux significations du terme expérience : l'organisation d'une rencontre d'une part avec le monde matériel et d'autre part avec le monde culturel. Pour ce qui nous concerne ces rencontres concernent des élèves relativement jeunes (2-12 ans) qui sont donc aussi des enfants, donc des êtres en évolution, en cours de développement psychologique, physiologique, social mais aussi des êtres appartenant à l'espèce humaine et donc à un stade d'une évolution génétique. Il est donc nécessaire de distinguer les fonctions (constructions) psychologiques qui sont inscrites dans le patrimoine génétique, celles qui sont construites dans l'expérience sensible de chaque individu et celles d'ordre symbolique qui sont acquises dans l'expérience sociale (en particulier l'éducation scolaire). La première catégorie ne relève pas de l'apprentissage mais il ne faut pas l'oublier quand on s'intéresse aux apprentissages scolaires qui mettent en jeu un rapport au monde matériel. En effet, comme l'ont montré des travaux déjà anciens (Guillaume, 1968, *op. cit.*), dès les premiers jours de leur vie les enfants sont capables de

²⁵⁰ C'est particulièrement le cas dans les rencontres avec le vivant (Dell'angelo – Sauvage, *op. cit.*2009).

²⁵¹ En revanche, l'anglais distingue « experiment » pour l'expérience scientifique et « experience » dans le deuxième cas.

distinguer²⁵² des « objets » dans un flux continu de perceptions sensorimotrices. Un premier rapport aux « objets » est donc présent avant tout apprentissage mais ce rapport est un rapport sensoriel et ces objets ne sont que des discrétisations d'un flux perceptif. L'expérience sensible et l'expérience sociale vont instaurer de nouveaux rapports aux objets mais aussi de nouveaux objets.

9.3 Rapport d'objet, médiation et objectivation

En reprenant les travaux de Freitag (1986), Lenoir (1996²⁵³ p. 238) distingue trois modes fondamentaux de rapports d'objets : « celui de l'expérience sensible (rapport sensorimoteur) qui s'exerce dans la vie organique en général, celui de la symbolisation qui procède de la pratique proprement humaine, sociale et historique, et celui de la formalisation opératoire mise en œuvre au sein de l'activité scientifique moderne ». Si ce mode formel est effectivement essentiel dans les sciences actuelles, en particulier dans la physique, il n'est réellement présent dans l'éducation scientifique qu'à la fin de l'enseignement secondaire voire dans l'enseignement supérieur. C'est au deuxième mode que Lenoir s'intéresse principalement et qu'il considère différentes médiations au sein des processus d'objectivation. La première médiation, la médiation au sens strict (« médiation cognitive ») est le « système objectif de régulation » et la « dimension intrinsèque du rapport sujet-objet », comme « intermédiaire constitutif du sujet et de l'objet ». La deuxième médiation (« médiation didactique ») est dans un sens plus large une « médiation extrinsèque » qui relève d'une action extérieure et constitue un moyen d'intervention – de l'enseignant en particulier. Pour notre part, comme nous l'avons déjà indiqué plusieurs fois, nous ne nous intéressons pas directement aux mécanismes psychologiques internes mais, en revanche, nous voulons englober dans notre approche à la fois le mode symbolique et le mode matériel dont nous avons souligné l'importance. Si l'utilisation du concept de médiation nous semble parfaitement justifié dans le mode symbolique privilégié par Lenoir – en particulier si on pense à la médiation symbolique assurée par le langage – son utilisation pour le mode sensorimoteur nous semble plus problématique sauf à prendre ce terme avec une toute autre signification (par exemple pour évoquer les organes liés aux fonctions sensorimotrices). Le concept de médiation est donc pour nous moins important que le concept d'objectivation également défini par Lenoir :

« Par processus d'objectivation, nous entendons la capacité humaine, qui est de l'ordre de la pratique, de pouvoir poser en extériorité la totalité du concret-réel ou l'un de ses segments de façon à pouvoir le constituer en tant qu'objet sur lequel pourront être appliquées diverses opérations de manipulation mentales et concrètes. » (Lenoir, 1996, *op. cit.*, p. 228).

Cette conception de l'objectivation nous semble pouvoir s'appliquer non seulement aux constructions symboliques opérées par le moyen de l'expérience sociale mais aussi aux constructions généralement implicites opérées par le moyen de l'expérience sensible²⁵⁴. Si dans le second cas, les objets résultant de ce processus d'objectivation sont avant tout des

²⁵² Plus précisément, il s'agit d'une capacité à percevoir des permanences en dépit de variations des excitations élémentaires, par exemple voir une couleur constante dans un éclairage variable, voir une forme constante malgré un changement de position etc...

²⁵³ LENOIR, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raisky et M. Caillot (éds). *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 223-251). Bruxelles : De Boeck Université.

²⁵⁴ Nous parlons ici de l'expérience sensible qui s'instaure dans la vie de chaque individu et non de l'incorporation génétique des acquis de l'espèce au cours de l'évolution pour laquelle le terme « objectivation » ne peut pas avoir la même signification comme nous le verrons dans la suite de ce chapitre.

moyens d'action matérielle dans le monde, ils sont dans le premier cas des œuvres témoignant d'une histoire et d'une culture et peuvent donc être beaucoup plus abstraits.

Quand il participe à un moment scolaire, chaque élève est riche de ses acquis culturels, de ses expériences sensibles antérieures, autrement dit de rencontres préalables avec des choses et des œuvres. Ce moment scolaire est l'occasion de nouvelles rencontres matérielles et symboliques qui enrichissent ce « capital » de départ et qui peuvent contribuer à différents processus d'objectivation. Il est important de remarquer que chaque processus d'objectivation modifie l'environnement matériel et symbolique de chaque élève et le modifie lui-même ; en effet, comme le note Lenoir (1996, *op. cit.*, p. 229) : « *le processus d'objectivation est (...) indissolublement un processus à la fois de constitution du sujet, qui l'engage dans un rapport social, et de la réalité objectivée qu'il produit, qu'il structure et à laquelle il reconnaît son appartenance, à partir de laquelle il assure sa reconnaissance en tant que sujet humain* ». Chaque moment scolaire est ainsi inscrit dans l'histoire de chaque élève, mais aussi à un niveau collectif dans l'histoire de la classe ; cette histoire de la classe est quant à elle inscrite dans l'histoire d'une communauté humaine à laquelle elle appartient (en particulier au sein d'un système éducatif) et bien sûr à une échelle encore plus grande dans l'histoire de l'humanité. Cette interdépendance des différentes échelles d'objectivation a deux conséquences importantes : l'objectivation opérée par un élève dans un moment scolaire n'est pas totalement déterminée par ce moment scolaire et inversement, des objectivations qui ne sont pas initialement prévues par l'enseignant peuvent très bien se produire. Ce problème n'est pas spécifique à l'école primaire mais il s'y manifeste de façon particulièrement forte en raison de la connexité²⁵⁵ (Lebeaume, 2011, *op.cit.*) des différents « domaines²⁵⁶ » qui structurent le curriculum de l'école primaire.

9.4 Objectivation, objet et découpage du monde

Pour Meyerson, l'objectivation n'est pas seulement une construction mentale interne : « *C'est d'abord une direction vers autre chose que le pur état mental. Dès que nous pensons, nous pensons à, il y a un contenu de notre pensée et notre pensée est la relation à ce contenu. (...) C'est donc en même temps une tendance qu'à la pensée à extérioriser ses créations, ou plus exactement à les considérer comme des réalités extérieures ; et dans le cas où cette projection est le plus poussée, l'objet acquiert une véritable indépendance* » (Meyerson, 1948, *op. cit.*, p. 31). Meyerson considère que cette tendance de l'esprit humain qui a été systématisée philosophiquement par Platon et Hegel « *se manifeste aussi bien quand l'esprit crée des objets concrets empiriques que quand il confère la qualité d'être réels à des idées mathématiques, artistiques, religieuses, morales.* » (p. 32). L'objet devient ainsi un être doté d'une vie propre ; l'objet n'est pas simplement détaché du sujet, il est également détaché des autres objets : « *L'objet n'est pas seulement détaché de l'esprit. Dire qu'il est un être, c'est dire aussi qu'il a une certaine individualité, une forme, qu'il est, jusqu'à un certain point, détaché d'un fond de réalité, isolé des autres objets* (Meyerson, 1948, *op. cit.*, p. 32) ».

L'objet est donc une unité commode de « découpage » du monde, découpage sur le plan physiologique (de l'organisme), psychologique (du sujet), culturel (d'une communauté humaine), découpage opéré dans toute activité humaine. A ce titre, nous pensons qu'il peut être aussi, en contexte éducatif, une unité commode de découpage curriculaire.

²⁵⁵ Nous reviendrons sur cet aspect curriculaire important dans le dernier chapitre de ce mémoire.

²⁵⁶ Nous utilisons ici le terme utilisé dans les programmes français de 2008 : « domaines d'activité » pour l'école maternelle et « domaines disciplinaires » pour l'école élémentaire.

En considérant à la fois les objets dans leur dimension matérielle et symbolique, il est en effet possible de prendre en compte deux aspects essentiels d'une éducation scientifique : le rapport au monde sensible qui est constitutif de l'activité scientifique et le rapport aux « médiateurs mentaux » élaborés par cette activité scientifique au cours de son histoire. Comme le rappelle, Meyerson, « *la carrière des médiateurs mentaux, c'est entre autres l'histoire de la physique et de la mathématique, histoire qui part de l'observation du sensible et qui tout entière est une élimination continue du sensible* (Meyerson, 2000, *op. cit.*, p. 253) ». Cela ne veut pas dire qu'une éducation scientifique doit nécessairement éliminer le sensible : les sciences de l'école primaire n'ont pas grand-chose à voir avec la « physique moderne » qui s'est développée dès le début du 20^{ème} siècle en rupture totale avec l'expérience sensible²⁵⁷. Pour Guillaume (1968, *op. cit.*, p. 78), « *la science a beaucoup à apprendre des objets du sens commun ; il lui suffit de les choisir convenablement, et l'esprit scientifique s'est constitué d'abord en travaillant sur ces matériaux de choix. Ils permettent déjà d'établir des conclusions solides, dont la valeur empirique subsistera en général dans une science plus approfondie qui dépendra beaucoup moins directement du sensible.* » En retenant cette proposition de Guillaume, nous ne voulons pas dire que les sciences du primaire doivent tout ignorer des sciences actuelles ; nous avons montré dans l'analyse d'un moment scolaire sur la classification animale (cf. chapitre 6) qu'elles pouvaient prendre en compte des évolutions récentes des connaissances scientifiques. Par ailleurs, s'intéresser aux objets du sens commun ne veut pas dire qu'il faut rester dans le sens commun tel qu'il peut se développer dans l'expérience quotidienne de ces objets ; nous avons montré à plusieurs reprises dans ce mémoire qu'il était au contraire nécessaire de construire des points de vue spécifiques qui s'opposaient parfois à des points de vue plus familiers.

9.5 Des objets perçus aux objets conçus

Si nous voulons prendre en compte l'importance de l'expérience sensible dans l'éducation scientifique à l'école primaire, il est nécessaire de préciser ce que nous entendons par « sensible ». Comme le remarque Guillaume, « *la perception du physicien est déjà loin de la perception naturelle, naïve ; elle fait un choix dans les caractères des phénomènes ; elle ne retient que l'aspect sensible au sens restreint du mot, en le dissociant d'autres aspects qui sont « donnés » au même titre, mais dont elle se désintéresse* ». Cette perception n'est donc pas une perception globale contrairement à la perception ordinaire du quotidien. : « *avant de se distinguer par sa forme, sa couleur, par son poids, par ses dimensions, etc, un objet est perçu comme attrayant, repoussant, harmonieux, discordant, gracieux (...).* » Guillaume parle d'un « *primat de l'expressif sur le sensible* » dans la pensée primitive qui est celle de l'enfant ou la notre quand nous n'avons pas besoin d'une perception plus analytique. C'est donc un des enjeux d'une éducation scientifique précoce de pouvoir « *dépouiller cette vision naturelle de toute cette richesse de significations* ». (Guillaume, 1968, *op. cit.* ; p. 79)

En reprenant les travaux de Head et Pradines, Meyerson distingue dans l'étude des sensations et des perceptions la « *sensibilité sensorielle* » et la « *sensibilité affective* ». La sensibilité affective est celle qui entraîne le réflexe comme riposte immédiate à une affection présente « à bout portant ». En revanche, la sensibilité sensorielle est liée à la perception à distance (d'utilisation ou de nuisance), perception qui permet l'anticipation d'affections possibles entraînant non une riposte mais une « parade » :

« *Percevoir, c'est percevoir quelque chose. La perception est une fonction dont le propre est nous faire atteindre des objets dans l'espace, à travers des états de notre propre personne qui*

²⁵⁷ On peut penser par exemple dans la physique quantique à la dualité onde-corpuscule qui est difficilement concevable si on pense les ondes et les corpuscules comme des objets du quotidien.

sont subjectifs et qui ne sont pas spatiaux. La perception est différente de l'impression sensible, déterminée en nous par l'excitation des extrémités des nerfs sensibles. » (Meyerson, 2000, *op. cit.*, p. 265)

Pour Meyerson, la perception est « *extérieure et objective* » « *et elle ne peut être objective, connaître un objet, que comme la chose qui demeure au milieu des intensités qui changent. On peut dire ici que c'est une mutation qui fait sortir de l'activité automatique une activité dont la mémoire est le ressort nécessaire* » (p. 262)

Il précise un peu plus loin :

« *La perception ne nous fait pas connaître seulement des modes de l'extériorité : elle nous apprend des qualités. Ces qualités sensibles, nous les rapportons à des choses. (...). La qualité, en fait, ne peut intéresser l'être vivant que lorsqu'il est en mesure de la comprendre, et il ne peut jamais comprendre que l'imminence variable d'une action vitale définie, conditionnée par le mouvement d'un agent défini. La qualité ne peut donc être sentie que dans l'espace et dans l'objet. Il faut que, même primitivement, elle s'enveloppe d'extériorité et d'objectivité, et devienne le symbole sensible du mouvement d'une chose.* » (p. 266-267)

Nous considérons donc qu'il existe un changement important dans la nature des objets et de l'objectivation à partir du passage de l'impression à la perception, perception qui nécessite la reconnaissance et donc une expérience passée enregistrée dans la mémoire. Contrairement à l'impression globale et diffuse (la douleur par exemple), la perception est qualifiée ; si l'impression peut être associée à la préhension, la perception est liée à une certaine compréhension.

L'analyse de Guillaume (1969/1932²⁵⁸, p 116) conduit à des conclusions que nous jugeons très proches : « *toute perception est d'abord une réaction d'ensemble de l'organisme à un complexe d'excitations simultanées et successives. Toute perception est aussi la réaction à ce même complexe d'une personnalité qui a ses souvenirs, ses habitudes, son orientation intellectuelle ou affective, momentanée ou durable.* ». Il met donc également en avant le rôle de la mémoire dans la perception : cette mémoire permet de percevoir le présent « *à travers les résidus d'expériences privilégiés du passé* » (p. 142) mais si la perception est enrichie par la mémoire, il ne s'agit pas pour autant d'un « *retour conscient de la pensée vers le passé à l'occasion de la perception* ». Ainsi la vue peut actualiser les souvenirs tactiles d'un objet qui est alors perçu avec ses qualités propres (solide, froid...) avant qu'il n'y ait contact et « *une perception d'objet est une sollicitation virtuelle d'actes familiers prêts à se déclencher. (...) reconnaître un objet c'est savoir s'en servir. Mais (...) il faut distinguer le virtuel de l'actuel. Pour qu'une attitude s'actualise, il faut une direction de l'attention, une activation d'une fonction.* » Cette dernière remarque est d'importance en contexte scolaire car l'intervention du maître - ce que Lenoir appelle la médiation didactique – peut précisément focaliser cette attention ou susciter le désir de cette attention. En effet, la perception est un phénomène complexe qui fait intervenir non seulement l'objet à percevoir mais aussi le « *contexte perceptif*²⁵⁹ » (Guillaume, 1968, *op. cit.*, p. 34) dans lequel cette perception est réalisée.

Guillaume explique ainsi dans le mécanisme de la vision, comment nous reconnaissons une couleur constante dans un objet soumis à un éclairage variable mais que cette couleur dépend des conditions de la vision (vision libre ou vision limitée à une partie de l'objet) :

²⁵⁸ GUILLAUME, P. (1969). *Manuel de psychologie*. Paris PUF (1^{ère} édition 1932).

²⁵⁹ Le terme « contexte » n'a évidemment pas la même signification que dans la notion de contexte discursif évoqué par ailleurs mais cela montre la nécessité dans les deux cas de « *penser en relation* ». (Guillaume, 1968, *op. cit.*, p 41 43).

« Dire que dans la vision libre, la couleur de l'objet paraît constante, ce n'est pas dire qu'on n'y perçoit aucun changement quand l'éclairage varie. La différence d'aspect n'échappe pas au spectateur mais il la voit (nous ne disons pas qu'il l'interprète) comme différence d'éclairage et non pas comme différence de couleur de l'objet. La vision (nous ne disons pas l'intelligence ou la mémoire) dissocie, dans le rayonnement qui lui parvient de chaque objet du champ, une composante stable qui dépend de l'objet et une composante variable qui dépend de l'éclairage ; cette dissociation ne se fait que sous l'influence d'un contexte organisé et devient impossible pour un objet isolé » (p. 35) ;

L'organisme est ainsi capable de réguler les excitations élémentaires multiples et continues pour aboutir à une perception discrète plus simple ; il s'agit pour Guillaume d'une connaissance implicite²⁶⁰ (phénoménale) sans notion et sans anticipation. Selon lui, les formes implicites de connaissances se manifestent par des effets fonctionnels indirects qui dépassent ce que la conscience en connaît ce qui pourrait laisser penser à un comportement totalement inné mais en prenant l'exemple de la perception des ressemblances entre objets. Il montre que la connaissance implicite s'étend à « des conduites acquises ou modifiées par l'exercice et par l'expérience », p. 49)

L'objet n'est donc pas seulement un découpage commode instauré culturellement c'est aussi une réalité perceptive (en tant que résultat d'une action perceptive), cette perception dépendant à la fois des capacités innées et de celles qui sont acquises dans l'expérience antérieure. Il faut donc distinguer l'objet perçu au niveau du sujet dans son action perceptive ou motrice et l'objet dit dans une activité langagière ou conçu en tant que connaissance : l'objet « maman » est perçu par le jeune enfant avant d'être dit (et avant d'être inséré dans une réalité sociale et culturelle complexe). Quand les psychologues parlent de permanence de l'objet²⁶¹ c'est bien d'objet perçu donc d'une connaissance implicite. Par ailleurs, il ne faut pas confondre l'objet nommé dans le discours et l'objet construit dans le discours (l'objet de discours) que nous avons aussi discuté par ailleurs. L'objet de discours est « l'entité discursive qui se déploie et se transforme dans la durée discursive et dont l'émergence est repérable à des marques particulières : si l'objet ne se confond pas avec le thème, son apparition est fréquemment accompagnée d'une thématization, c'est-à-dire de la mise en position initiale d'un constituant » (Sitri, 2003²⁶²). La notion d'objet de discours renvoie à ce qui fonde l'organisation de l'activité énonciative dans les pratiques des locuteurs. La construction d'objets dans le discours n'est donc pas de même nature que la reconnaissance d'objets dans la perception mais ces derniers finissent pas être incorporés dans la langue. Dans une relecture introductive des différents travaux de Quine, Laugier note qu'apprendre à parler c'est apprendre à parler d'objets et donc, à penser en objets, à « déconstruire la réalité en une multiplicité d'objets ». (Laugier, 2008²⁶³). Elle rappelle que pour Quine, « les objets physiques sont des entités postulées qui arrondissent et simplifient notre compte-rendu du flux de l'expérience exactement comme l'introduction des nombres irrationnels simplifie les lois de l'arithmétique », ils sont donc de ce point de vue des mythes qui finissent par s'intégrer

²⁶⁰ Guillaume (p 45) prend aussi l'exemple de l'équilibre comme connaissance implicite - connaissance qui est ici une solution de l'ordre de l'action et non de la prévision.

²⁶¹ PIAGET, J. & INHELDER, B. (1966). *La psychologie de l'enfant*. Paris : PUF.

²⁶² SITRI, F. (2003). L'autonomie dans la construction des objets de discours. in *Parler des mots, Le fait autonome en discours*, textes réunis par J. Auhier-Revuz, M. Doury, S. Reboul. Paris, Presses de la Sorbonne Nouvelle.

<http://www.cavi.univ-paris3.fr/ilpga/autonomie/theme4/sitri.pdf>

²⁶³ LAUGIER, S. (2008) Introduction. In *Quine, Relativité de l'ontologie et autres essais*. Paris : Aubier (traduit par Largeault) ; (édition originale 1978)

dans la culture humaine : « *l'intégration progressive et naturelle du mythe des objets au schème conceptuel s'effectue par une sélection des modes de pensée les plus efficaces pour la survie de l'espèce humaine* ». On peut donc dire que les objets sont des normes perceptuelles et linguistiques qui s'instaurent dans notre évolution, certains de ces objets étant initialement objets de perception²⁶⁴, d'autres étant construits par l'activité sociale en particulier l'activité langagière sans oublier bien sûr les objets au sens commun du terme, (celui de choses fabriquées) qui résultent de processus de fabrication matérielle et qui prennent une place de plus en plus grande dans notre monde actuel. Mais tous ces « artefacts » ne sont pas matériels comme les travaux de Rabardel l'ont bien montré.

9.6 Instrument, médiation, rapports humains, sociaux et biologiques

Dans la présentation de son point de vue sur la notion d'instrument, Rabardel (1995, *op. cit.*) a passé en revue différents auteurs qui se sont intéressés à cette notion (Simondon, Guillaume, Meyerson, Wallon, Léontiev et Vygostki). Il rappelle que dans la conception technologique des instruments, par exemple en mécanique « les instruments sont en général, orientés vers la prise d'information et les outils vers la transformation. Il rapproche cette conception réduite à la perspective plus large développée par Simondon sur les rapports de l'homme avec le milieu médiatisés par la technique : « *l'outil est un médiateur pour l'action prévue par un opérateur possédant un savoir, il prolonge et adapte les effecteurs organiques. L'instrument est l'inverse de l'outil, il prolonge et adapte les organes des sens, il est un capteur et non un effecteur, il sert à prélever de l'information tandis que l'outil sert à exercer une action.* ». Rabardel fait également référence aux travaux de Guillaume et Meyerson sur l'usage des instruments chez les singes. Pour ces auteurs, on ne peut parler d'instrument au sens plein du terme que s'il est indépendant de la situation présente, des objets auxquels il doit être appliqué. L'instrument constitue alors un univers intermédiaire entre le sujet et le monde et non entre l'organisme et le milieu comme pour Simondon. Cette autonomisation de l'instrument est encore plus forte chez Wallon : un instrument se définit par les usages qui lui sont reconnus. Il est façonné pour eux. Il impose à ceux qui veulent s'en servir son mode d'emploi. Il existe de façon durable et indépendante. Rabardel note : « *on retrouve chez Wallon l'idée, développée également par Vygotsky et surtout Léontiev, d'une capitalisation des acquis de l'expérience dans l'instrument humain et, ainsi d'une transmission possible de ces acquis. L'instrument n'est pas seulement univers intermédiaire, moyen dynamiquement intégré à l'action, il est aussi expérience et connaissance capitalisée* ».

Cette présentation de ce que nous serions tenté d'appeler la genèse historique de l'instrument pour paraphraser Rabardel soutient son point de vue qui privilégie les « instruments contemporains » dans une sorte de lignée historique partant des auteurs polarisés sur le biologique ou sur l'animal (Simondon, Meyerson, Guillaume) jusqu'à ceux qui s'intéressent

²⁶⁴ En se référant toujours à Quine, Laugier pointe que « *ce qui est conceptuellement premier, ce sont des objets de taille moyenne, à distance moyenne, et notre introduction à eux et à toutes choses se produit à mi-chemin dans l'évolution culturelle de la race* » donc ceux qui ont une dimension humaine (Laugier p. XXII-XXIII). Cette remarque est à rapprocher de celle de Guillaume qui note que de nombreux termes sont tirés de l'homme et de ses actes (« le pied de lit, la machine marche... ». (Guillaume, 1968, *op. cit.*, p 89). Les premiers objets perceptifs et linguistiques sont des objets « proches » de l'homme. Nous avons déjà fait remarquer qu'on retrouvait cette proximité dans les premiers stades de l'école primaire avec des objets scolaires issus de l'environnement proche des élèves. Sur la question de la dimension des objets, on peut aussi remarquer que la plupart des objets scolaires à visée scientifique ont des dimensions « moyennes » qui facilitent une investigation dans la classe : ils tiennent généralement sur une table et sont le plus souvent perceptibles et manipulables sans la médiation matérielle d'outils ou d'instruments.

principalement au social (Wallon, Léontiev, Vygostki). C'est oublier que Guillaume et Meyerson n'ont pas travaillé que sur les singes : le premier a développé ultérieurement ce qu'il revendique comme une psychologie scientifique et objective (1968) ; le second une psychologie historique et comparative. Ce dernier en particulier n'ignore pas les faits de culture, il en fait même le point d'ancrage de sa conception psychologique, celle d'une pensée externe aux individus matérialisée dans des œuvres et des institutions. En revanche, ces deux auteurs n'ignorent pas les réalités biologiques, ils les connaissent même très bien²⁶⁵ (et pas seulement celle des singes). Il est donc très réducteur de présenter leur pensée comme une sorte de pensée pré-sociale de l'instrument qui n'aurait été élaborée qu'ultérieurement par d'autres auteurs. Résumer la pensée de Simondon sur l'individuation à une métaphore biologique nous semble aussi très réducteur. Cette présentation historique linéaire n'est donc pas tout à fait convaincante dans la mesure où elle ne fait ressortir de la pensée de chaque auteur que ce qui justifie la position finale de Rabardel. Dans une telle présentation historique, il est alors logique de ne pas mentionner certains faits, par exemple que Wallon n'a découvert Meyerson que très tardivement et qu'il a reconnu très honnêtement qu'une lecture plus précoce lui aurait très utile pour ses propres travaux. En se centrant sur le lien entre instrument psychologique (en particulier sur le langage) et instrument technique - ce qui n'est pas critiquable en soi - Rabardel ignore de fait les aspects proprement biologiques : l'humain est alors un être social, agissant matériellement et symboliquement mais ayant totalement perdu son animalité. Nous sommes d'accord avec Rabardel (et les psychologues sociaux) pour considérer que l'incorporation durable (et non momentanée²⁶⁶) d'instruments psychologiques ou matériels dans la culture distingue profondément l'homme des autres animaux mais, pour autant, nous ne sommes pas d'accord pour rejeter en dehors de l'humanité les réalités biologiques partagées avec les autres animaux. Le social et le culturel transcendent le biologique mais ils ne l'effacent pas : l'humanité de l'homme ne supprime pas son animalité. Certes, les besoins vitaux (reproduction, nourriture) sont profondément incorporés dans le social : par exemple le repas de famille n'est pas qu'un moment d'ingestion d'aliments et le désir humain, comme le note Lenoir (1996, *op. cit.*) n'est pas seulement le désir biologique, c'est aussi le désir du désir de l'autre ; pour autant, le plaisir de manger ou de s'accoupler n'est pas pour la majorité des humains qu'un plaisir intellectuel ou social. La perception du monde matériel n'est pas uniquement un fait de culture ; elle se réalise par des organes sensoriels et des fonctions psychologiques insérées dans le patrimoine génétique fruit de l'évolution de l'espèce humaine (Guillaume, 1968, *op. cit.* ; Meyerson, 2000, *op. cit.*). Dans le contexte de la classe, le rapport des élèves avec le monde matériel ou avec le monde humain est largement médiatisé par des instruments résultant d'une construction humaine et véhiculés par la culture. Il n'en reste pas moins que chaque élève en tant qu'organisme vivant (et pas seulement en tant que sujet pensant) est susceptible d'entretenir un autre type de rapport avec son environnement sans autre médiation que celle de ses propres sens. C'est à notre avis un aspect qui a été un peu trop vite éliminé dans certains travaux de didactique des sciences.

9.7 Signe et objet dans la sémiotique de Peirce

La sémiotique de Peirce est complexe et sujette à des interprétations multiples. Nous ne pouvons en donner qu'un tout petit aperçu qui nous permettra néanmoins d'envisager une utilisation possible dans l'analyse des processus sémiotiques liés aux phénomènes d'objectivation qui nous intéressent. Nous nous appuyons principalement sur les éléments

²⁶⁵ On peut signaler en particulier des études très fines des phénomènes de perception humaine chez les deux auteurs (Guillaume, 1968, *op. cit.* ; Meyerson, 2000, *op. cit.*).

²⁶⁶ Comme le rappelle Rabardel, Guillaume et Meyerson (1937) ont montré que la conservation d'instruments n'était pas totalement absente chez certains animaux.

issus des traductions de Deledalle²⁶⁷ et Everaert-Demedt (1990, *op. cit.*). Everaert-Demedt distingue la sémiotique de Peirce qui est une sémiotique globale en contexte et en action aux approches de Saussure et Frege qu'elle juge trop restrictive : la première parce qu'elle repose sur une approche structurale trop binaire (signifiant-signifié) et la seconde parce qu'elle ignore l'individualité du signe et l'énonciation et ne vaut que pour la langue. Pour Peirce, la, « *signification d'un signe est ce qu'il fait, comment il agit sur l'interprète, quel effet il produit. Décrire la signification d'un signe, c'est décrire le processus cognitif par lequel le signe est interprété et provoque un type d'action* ». (Everaert-Demedt, 1990, *op. cit.*). La production de signification est ainsi clairement associée à une action dans un contexte.

Peirce distingue trois grandes catégories philosophiques²⁶⁸ : la priméité qui est de l'ordre de la possibilité, de la conscience affective, de l'émotion, de l'imaginaire (et non de l'imagination), la secondéité qui est de l'ordre de la réalité, de la vie pratique et la tiercéité qui est de l'ordre de la nécessité, de la vie intellectuelle, de la construction sociale et symbolique. Pour Peirce, les concepts scientifiques, les lois comme le langage sont dans la tiercéité. Les trois catégories (priméité, secondéité, tiercéité) sont également associées à trois niveaux de l'activité humaine : être, faire et dire²⁶⁹. Il distingue aussi dans le processus sémiotique :

- le signe ou representamen, la chose qui représente autre chose (son objet),
- l'objet, ce que le signe représente (entité physique ou mentale),
- l'interprétant qui opère la médiation entre le representamen et l'objet.

Le representamen est dans la catégorie de la priméité car avant interprétation, le signe est une pure potentialité ; l'objet est second, une réalité dont l'interprète doit avoir une connaissance préalable ; l'interprétant est troisième car il est de l'ordre de la règle ou de la loi : ce n'est pas l'interprète mais le moyen qu'il utilise pour interpréter. L'interprétant peut devenir un representamen, par exemple la définition une fois qu'elle est inscrite et potentiellement lue. Peirce distingue ainsi le « qualisigne » dont le fondement est une qualité, le « sinsigne » qui est une chose ou un événement réel et le « légisigne » dont le fondement est une loi. Par exemple, un mot est un légisigne mais il devient un sinsigne dès qu'il est écrit (réplique d'un légisigne). Il construit ainsi des niveaux d'interprétation que nous résumons dans le tableau ci-dessous. Ces niveaux ne sont pas des classes de signes²⁷⁰ et il ne faut donc pas comprendre cette typologie comme une catégorisation figée.

²⁶⁷ PEIRCE, C.S. (1978). *Écrits sur le signe rassemblés, traduits et commentés par Gérard Deledalle*. Paris : éditions du seuil.

²⁶⁸ Cette distinction rappelle les « trois mondes » de Popper (1991/1972) - monde physique (premier monde), monde des états de conscience et des pensées subjectives (second monde) et monde de la connaissance objective (troisième monde) - mais, pour Peirce, il ne s'agit pas de catégories figées et dans le processus sémiotique il n'y a pas de frontière étanche : une même entité pouvant occuper les trois pôles ; il y a donc une opposition assez forte entre la position continuiste de Peirce et la position de rupture de Popper. (POPPER, K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier [1^{ère} édition 1972].)

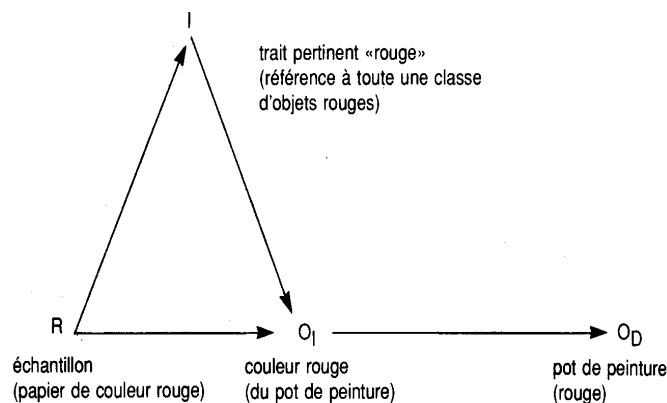
²⁶⁹ Ces trois catégories peuvent être rapprochées des niveaux de connaissance que nous avons évoqués au début de ce chapitre (connaissance sensible et affective, connaissance sensori-motrice, consciente, connaissance symbolique et sociale) mais la distinction opérée par Peirce est avant tout philosophique et cette catégorisation n'est donc pas strictement de même nature. Nous reviendrons sur ces distinctions à la fin de ce chapitre.

²⁷⁰ Nous suivons ici l'interprétation de Everaert-Demedt qui s'oppose sur ce point à celle de Deledalle.

Catégories dans le processus sémiotique (d'après Everaert-Demedt)

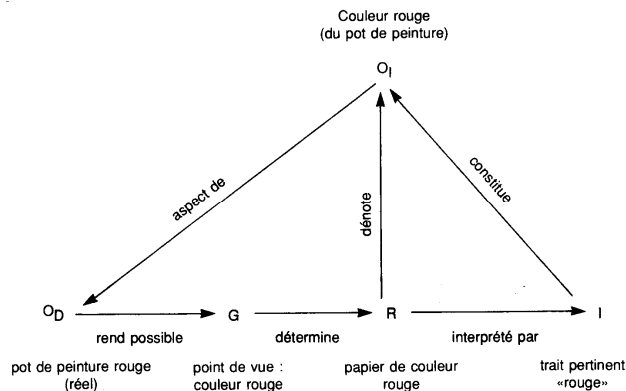
	1 (car potentialité)	2 (car contiguïté R-O)	3 (car règle)
	R Representamen (ou signe)	O Objet (ci-dessous relation R-O)	I Interprétant
1	Qualisigne Fondement = qualité	 Icône 1 Image : similarité de propriétés 2 Graphe : analogie de relations 3 Métaphore Similarité Immédiateté Fonction de prédication Décrit l'objet	Rhème Représente l'objet par ses caractéristiques Renvoie à des objets possibles (ex :est rouge)
2	Sinsigne Chose réelle Ici et maintenant	Indice Contiguïté (ex : girouette-vent) contingence Fumée-feu en particulier Fonction référentielle Désigne l'objet	Dicisigne Représente son objet par son existence Proposition logique
3	Légisigne Dont le fondement est une loi	Symbole Loi Ex : Fumée- feu en général Signifie son signe	Argument 1 abduction 2 induction 3 déduction

Dans l'exemple de signe repris par Everaert-Demedt - un échantillon de papier de couleur rouge qui peut être associé à la couleur rouge d'un pot de peinture - le representamen est un sinsigne, un objet du monde matériel et la relation entre ce representamen et l'objet immédiat est de type icône -image car il y a une similarité de propriétés entre les deux (la même qualité : être de couleur rouge) et l'interprétant en tant que ce qui permet de passer de R à O_i est un rhème car l'objet est représenté par ses caractéristiques.



R : representamen, I : interprétant, O_i : objet immédiat, O_d : objet dynamique

D'autre part, l'objet immédiat, c'est-à-dire celui qui est construit par le processus sémiotique n'est qu'un aspect d'un autre objet, l'objet dynamique [pot de peinture (rouge)]. C'est précisément parce que cet objet possède cette qualité particulière - la couleur rouge qu'il rend possible un point de vue particulier qui détermine le representamen [papier de couleur rouge] à la base du processus sémiotique décrit ci-dessous.



Veron – qui est assez critique sur l’interprétation faite par Deledalle des écrits de Peirce – pointe que « *l’objet dynamique est par définition cet objet que l’on connaît par d’autres occasions signifiantes au moment ou un signe donné nous dit quelque chose de plus sur lui* ». Cette précision est importante car elle permet de comprendre que l’objet dynamique déborde du signe, qu’il implique des « *occasions signifiantes* » déjà produites dans le passé et la « *potentialité d’expériences signifiantes* » dans le futur (Veron²⁷¹, p. 73).

9.8 Un cadre sémiotique pour analyser les moments scolaires

Ce deuxième schéma nous semble très important pour comprendre comment un processus sémiotique peut être rendu possible dans un moment scolaire à visée scientifique. Pour qu’il y ait interprétation, il est nécessaire que soit présent un représentatèment qui puisse être interprété donc être le point de départ d’un processus sémiotique ; mais pour que ce représentatèment soit présent dans le moment scolaire, il faut que l’enseignant ait fait le choix d’introduire ce représentatèment dans le moment scolaire en tant que possibilité²⁷² d’aborder certaines caractéristiques d’un objet. Le processus sémiotique conçu par Peirce est un processus *a priori* illimité dans lequel un interprétant peut devenir à son tour un représentatèment. Cet un aspect tout à fait fondamental pour nous car il permet d’associer processus sémiotique et objectivation comme nous allons le montrer sur un exemple.

Nous prendrons pour illustrer notre propos l’exemple d’un moment sur les ballons de baudruche en maternelle que nous avons déjà discuté sur d’autres aspects. Nous allons ici examiner les relations qui peuvent s’instaurer entre œuvre, signes et objets. De ce point de vue, le moment scolaire sur les ballons de baudruche met en jeu plusieurs types d’œuvres :

²⁷¹ VERON E. (1980). La sémosis et son monde. In : *La sémiotique de C.S Peirce. Langages*, 58. pp. 61-74.
url : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/lgge_0458-726x_1980_num_14_58_1847 Consulté le 26 02 2011

²⁷² Pour Theureau (2004/ 1992) qui reprend la sémiotique de Peirce dans sa théorie du cours d’action, l’objet initial du processus sémiotique est un « *champ de possibles pour l’acteur* ». Cependant, il ne prend pas le terme « objet » dans le sens substantiel mais dans celui d’une « direction d’intérêt » et dans sa visée ergonomique, c’est moins l’objet-signe qui l’intéresse comme dans notre approche que « l’activité-signe ». Dans ces conditions, il juge insuffisante l’analyse de l’activité à partir des œuvres telle qu’elle est proposée par Meyerson. Nous estimons que cette critique, justifiée pour une approche ergonomique de l’activité l’est beaucoup moins dans notre approche curriculaire.

THEUREAU, J. (2004). Postface, in J. Theureau, *Le cours d’action : Méthode élémentaire, seconde édition remaniée et postfacée de (1992) Le cours d’action : analyse sémio-logique*, Toulouse : Octares.

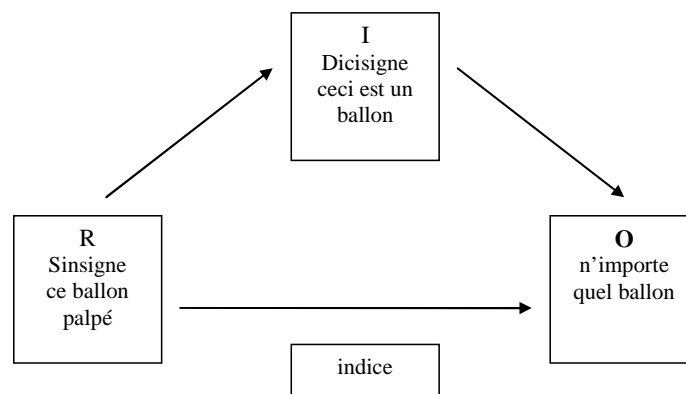
- une première œuvre, connue des élèves dans leur vie quotidienne, le ballon de baudruche en tant que catégorie d'objets matériels désignée par un même nom (ballon) et associée à des usages divers,
- une deuxième œuvre, connue de l'enseignant, les propriétés de l'air (« œuvre scientifique scolaire » en tant qu'élément du curriculum scientifique de l'école primaire).

Nous avons déjà montré (cf. chapitre 6) que d'autres œuvres interviennent de façon « parasite » dans ce moment, en particulier la couleur (« œuvre scolaire » à l'école maternelle) liée aux opérations logico-mathématiques de classification d'objets. Les deux premières œuvres sont reliées par le fait que le ballon dans son utilisation ordinaire nécessite d'être gonflé donc rempli de la substance air. Bien entendu, l'utilisation de ce ballon ou même sa fabrication n'exige nullement la conceptualisation de ce phénomène mais dans ce moment scolaire c'est une première conceptualisation²⁷³ qui est visée par l'enseignant. Cette visée se traduit par une « mise en scène » appropriée dans laquelle des ballons plus ou moins gonflés (et de couleurs différentes) enfermés dans un grand sac sont d'abord appréhendés par le toucher puis observés visuellement, comparés et ensuite gonflés et dégonflés. L'analyse des processus sémiotiques mis en jeu dans ce moment scolaire est présentée en annexe. Nous présentons dans l'extrait ci-dessous deux des processus triadiques que nous avons identifiés ainsi que la conclusion de cette analyse.

Extraits de l'annexe (analyse sémiotique d'un moment scolaire en maternelle)

Premier extrait

Le premier « signe²⁷⁴ » proposé aux élèves est le ballon caché dans un sac parmi un ensemble d'autres ballons. Il est immédiatement identifié en tant que ballon, donc avec un interprétant de type dicisigne (ceci est un ballon). C'est probablement la perception globale de l'objet qui convoque des expériences sensibles antérieures et qui active directement l'interprétation en terme d'objet ballon sans explicitation des qualités perceptives ; cette perception est donc pour nous un « indice » de la présence du ballon dans le sens défini par Peirce :

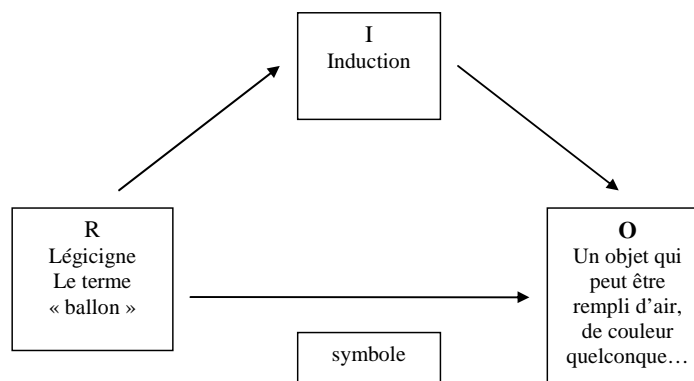


²⁷³ Nous avons déjà souligné au chapitre 6 qu'il n'y avait pas à proprement parler une conceptualisation de l'air mais plutôt une élaboration conceptuelle fortement rattachée au ballon.

²⁷⁴ Dans la suite de cette analyse, nous utilisons le terme « signe » comme équivalent au terme « representamen » et non pour désigner l'ensemble representamen-objet-interprétant.

Deuxième extrait

Dans la succession des processus sémiotiques individuels et dans les échanges entre les élèves et l'enseignant se construisent en parallèle deux objets dynamiques : le ballon comme objet « remplissable » et le vent (qui sera ultérieurement désigné par le terme « air ») comme entité remplissante du ballon. Tout au long de la séance différents ballons sont mis en scène et intient des processus sémiotiques. Leur succession rapide fait comprendre implicitement que chaque ballon n'est pas là en tant qu'être individuel mais qu'il est la réplique, l'actualisation d'un objet générique²⁷⁵ (le ballon de baudruche) toujours évoqué par le même terme (« le ballon ») et doté de propriétés qui s'enrichissent progressivement pour former un faisceau d'objet (Grize, 1990, *op. cit.*) : le ballon est un objet de couleur quelconque, de forme variable, qui peut être rempli d'air et dont la quantité d'air influe sur l'apparence extérieure...



On peut aussi constater au cours de ces sémosis successives, un changement de niveau de l'interprétation qui passe de la désignation globale d'objets à l'identification de propriétés liées à des perceptions (niveau de l'action dans le réel) jusqu'à un niveau plus symbolique (tiercéité, expression d'une connaissance générale). Dans cette succession des sémosis, on a bien le même objet dynamique (ballon) qui évolue ou qui est approché par différents objets intermédiaires mais il n'y a pas pour autant de processus en cascade (le premier interprétant devenant le R de la sémosis suivante) car l'enseignant apporte en permanence de nouveaux signes-objets. En revanche, dans la mesure où des objets immédiats ont été créés on peut dire que, d'une certaine manière, chaque nouvelle sémosis se fait avec un objet dynamique enrichi des expériences précédentes par incorporation des anciens objets immédiats²⁷⁶.

Le moment scolaire est donc la rencontre des élèves avec des objets qui peuvent être considérés comme des œuvres scientifiques scolaires, cette rencontre matérielle et symbolique organisée par l'enseignant croise d'autres œuvres liées à des moments scolaires ou familiaux. Ces objets-œuvres peuvent être les points de départ de différents processus sémiotiques engagés par chaque élève, en lien avec ses expériences antérieures, ses connaissances explicites ou implicites (et ses œuvres personnelles) conduisant à d'autres objets-œuvres construits par la classe à l'issue d'une activité empirique et dialogique. De ce point de vue chaque moment scolaire peut être vu comme une construction de nouvelles significations et plus globalement à une construction de sens dans le rapport au monde matériel et symbolique.

²⁷⁵ Par exemple, quand un élève évoque la nécessité d'associer le ballon et le gonfleur, il dit « il faut mettre un ballon » (et non « ce ballon là »). Tous les ballons manipulés ou vus sont donc des répliques d'objets plus génériques.

²⁷⁶ C'est à notre avis un point commun avec la démarche de modélisation telle que nous la concevons à la suite des travaux de Martinand (2000, *op. cit.*) – démarche dans laquelle une connaissance construite en tant que modèle par rapport à un premier référent empirique peut être incorporée en tant que connaissance empirique faisant l'objet d'un nouveau processus de modélisation.

9.9 Signe, signification et sens

Rastier²⁷⁷ associe la distinction entre signification et sens à deux problématiques sémantiques liées à deux conceptions du langage : comme moyen de représentation ou comme moyen de communication. La première problématique de tradition logique et grammaticale définit le sens comme une relation entre le sujet et l'objet alors que la seconde problématique de tradition rhétorique ou herméneutique définit le sens comme une relation entre sujets. Pour Rastier, la première position a montré ses limites et il propose de « *placer la problématique de la signification sous la recton de celle du sens* » ce qui revient à supposer que le local est déterminé par le global dans l'interprétation d'un texte :

« Convenons que la signification est une propriété assignée aux signes, et le sens une propriété des textes. La notion transitoire de contexte peut servir à opposer ces deux problématiques. Si l'on approfondit la distinction entre sens et signification, un signe, du moins quand il est isolé, n'a pas de sens, et un texte n'a pas de signification. La signification résulte en effet d'un processus de décontextualisation, (...) En revanche, le sens suppose une contextualisation maximale aussi bien par la langue (...) que par la situation (qui se définit par une histoire et une culture, (...)).

La conception de l'interprétation qu'il défend est conçue comme un « *un parcours dans un texte ou une performance sémiotique* » qui suppose « (i) un sujet interprète situé, (ii) une pratique sociale, et donc (iii) une action et (iv) une temporalité ». Si Rastier déclare s'opposer à une ontologie, en proposant une « *sémiotique sans ontologie* » c'est à notre avis à une ontologie statique (basée sur l'idée de référence²⁷⁸) qu'il s'oppose et non à une ontologie dynamique telle que nous la concevons. La position de Rastier²⁷⁹ nous semble d'une portée beaucoup plus large que son utilisation aux seuls textes et nous ne partageons pas la position de certains auteurs (Morand, 1997²⁸⁰) qui la jugent contradictoire avec celle de Peirce.

9.10 Nos significations du terme « objet »

Les différentes contributions théoriques que nous avons présentées dans ce chapitre nous amènent à considérer de nombreuses significations²⁸¹ du terme « objet » correspondant à des processus de construction très différents. Ces significations semblent parfois incompatibles et pourtant la réunion de ces différentes significations dans un même terme nous semble conférer un grand pouvoir heuristique à ce concept dans l'analyse des moments scolaires à visée scientifique. Nous pensons que sa signification complexe et multiple rend totalement compte de la complexité des moments scolaires et de leurs dimensions multiples. Nous avons pu rencontrer dans ces différentes approches théoriques différentes distinctions portant sur les connaissances associées à ces objets et sur leur origine :

²⁷⁷ RASTIER, F. (2003). De la signification au sens. Pour une sémiotique sans ontologie. *Texto !* juin-sept. 2003 [en ligne]. Disponible sur : http://www.revue-texto.net/Inedits/Rastier/Rastier_Semiotique-ontologie.html

²⁷⁸ Rastier propose de mettre en avant non la référence comme dans les théories logiques, ni l'inférence comme dans les théories pragmatiques mais la différence.

²⁷⁹ La problématique du sens et de la signification est semble-t-il l'objet d'un débat actuel assez vif comme en témoignent les colloques récents (colloque de Lille 2006 : http://www.fabula.org/actualites/entre-sens-et-signification_12608.php) ou à venir (colloque « le français et la construction discursive du concept de « francophonie » dans l'espace Francophone », de Nantes de 2012 dont le premier volet est intitulé « « Sens et signification dans les espaces francophones » : http://www.fabula.org/actualites/sens-et-signification-dans-les-espaces-francophones_45475.php)

²⁸⁰ Morand qui s'intéresse principalement à la conception de systèmes d'information semble parfois confondre la notion d'interprétant de Peirce avec celle d'interprète. (MORAND, B. (1997). Les sens de la signification. Pour une théorie a priori du signe. *Intellectica, Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive*, Vol. 2, n°25.) <http://www.iut3.unicaen.fr/~morandb/sensign1.html#sens>

²⁸¹ Nous parlons ici des significations pour la recherche en éducation et non de la signification pour les élèves comme dans d'autres parties de ce chapitre.

- distinction entre connaissance implicite et explicite,
- entre sensoriel et affectif,
- entre conscient et non conscient,
- entre langagier et non langagier,
- entre culturel et sensori-moteur,
- entre inné et acquis.

Sur ces dernières distinctions, les travaux de Meyerson et Guillaume ont bien montré la différence entre ce qui est inscrit dans le patrimoine génétique de chaque individu, ce qui est construit dans l'expérience sensible de chaque individu et ce qui se construit dans l'expérience culturelle au sein d'un groupe social. Ces catégorisations ne sont pas totalement étanches et se recouvrent partiellement (conscient et explicite par exemple) sans pour autant se confondre. Guillaume note ainsi que l'opposition entre connaissance implicite et explicite « *ne se ramène pas à celle de l'action et du langage, mais elle répond à deux modalités différentes soit de l'action, soit du langage, qui traduisent des différences plus profondes dans la pensée elle-même* » (Guillaume, 1968, *op. cit.*, p. 60). L'usage du terme objet est parfois fluctuant, même chez les auteurs qui définissent l'objet avec précision. Ainsi, Meyerson semble osciller entre deux utilisations personnelles du terme « objet », la première héritée sans doute de son usage traditionnel en psychologie est réduite à une entité matérielle perceptible :

« *L'objet, tel que le voit et comprend l'homme, est caractérisé par une unité structurale et une cohérence interne de ses parties. Il possède un volume, un poids. Il est délimité par une surface enveloppante, continue ou pas, diversement colorée* ». (Meyerson 2000, *op. cit.*, p. 415)

À d'autres moments, elle est beaucoup moins restrictive et d'avantage liée au concept d'objectivation développé par cet auteur, par exemple quand il déclare :

« *L'homme produit et laisse des résultats de son activité, des œuvres : objets matériels, outils instruments, objets ou constructions productrices, œuvres d'art, des institutions* » (p. 108)

L'objet n'est plus alors le point de départ d'une perception humaine mais l'aboutissement d'un processus d'objectivation. Ces distinctions sont à mettre en relation avec les registres d'actions qu'elles rendent possibles. Meyerson distingue ainsi trois plans de comportement opératoires de l'homme

- le « comportement automatique » (de nature biologique) qui est un fond sur lequel l'éducation imprime les données de la tradition,
- le « comportement machinal » correspondant à des chaînes opératoires acquises par l'expérience et l'éducation (geste²⁸², langage...),
- le « comportement lucide » dans lequel le langage intervient de façon prépondérante.

Ces distinctions sont pour nous assez proches de la distinction opérée par Peirce entre qualisigne (de l'ordre de la pure possibilité), sinsigne (et en particulier indice) en tant que réalité perceptible et légicigne - symbole en tant que règle partagée socialement. Elles sont également compatibles avec les distinctions reprises par Lenoir (1996, *op. cit.*, p. 238) à partir des travaux de Freitag : il associe trois types de signes à trois types de rapport d'objet : le « signe » qu'il situe au « niveau zéro du réel naturel (de l'être étant) », « marqué par l'irréversibilité, le déterminisme pur et l'absence de tout arbitraire », le « signe-signal » lié à

²⁸² Le terme « geste » est utilisé ici dans sa signification réduite contrairement à une signification beaucoup plus large telle qu'elle apparaît par exemple dans le concept récent de geste professionnel (Bucheton). Meyerson distingue le mouvement physiologique et le geste à signification psychologique : le geste est un mouvement dans le vide qui ne s'exerce sur aucune matière, il n'accomplit aucune tâche technique. Cette définition exclue donc a priori certains « gestes » tels que celui du chirurgien ou celui de l'artiste. Sans contester cette distinction de principe, elle nous semble difficilement applicable dans le domaine qui nous concerne à cause de la superposition permanente des aspects matériels et symboliques.

un « rapport réel avec un objet » dans lequel entre un « sujet organique » (opérations sensori-motrices) et le « signe-symbole » « comme une opération symbolique où le symbole apparaît indépendant matériellement de l'objet ».

Nous avons résumé les principales distinctions dans le tableau suivant que nous avons conçu selon un schéma peircien en distinguant trois catégories fondamentales : la priméité (possibilité et qualités pures), de la secondéité (réalité sensible) et de la tiercéité (construction sociale et symbolique). Cette catégorisation ne correspond pas pour nous à des catégories disjointes et il est nécessaire de considérer la possibilité de certains recouvrements. Si dans un souci de simplification nous avons désigné par expérientiel ce qui relève de l'expérience sensible, l'expérience individuelle de chaque individu est aussi une expérience des autres qui ne se réduit pas à une dimension matérielle. Nous n'avons pas tenu compte dans ce tableau du symbolisme formel qui correspond à un stade ultérieur d'objectivation (Lenoir, 1996, *op. cit.*) qui n'interviennent pas (selon nous) dans les moments scolaires à visée scientifique à l'école primaire. De façon symétrique, la première catégorie du tableau correspond à un niveau d'élaboration qui est antérieur aux moments scolaires, voire antérieur à toute éducation : ce sont surtout les deux dernières catégories que nous allons considérer dans notre modélisation des moments scolaires.

Catégories fondamentales (selon Peirce)	Priméité (possibilité et qualités pures)	Secondéité (réalité sensible)	Tiercéité (construction sociale et symbolique)
Objet	Comme discrétisation d'un flux continu de sensations variables	Comme instrument de perception et d'action dans le monde	Comme œuvre témoignant d'une histoire, d'une culture
Nature de l'objectivation	Sensible	Sensori-motrice	Symbolique
Caractéristiques de la connaissance	Inconsciente Sensation immédiate	Consciente en actes matériels Anticipation représentation	Consciente en mots, en symboles Expression communication
Comportement	automatique	machinal	lucide
Mode d'élaboration	Phylogénétique Résultat de l'évolution de l'espèce incorporé dans chaque individu	Expérientiel Résultat de l'action individuelle dans un environnement matériel	Social Résultat d'une « inter - action » ou action conjointe dans un groupe social
Intervention dans un moment scolaire	Action réflexe	Action empirique	Action dialogique (par exemple action langagière)
Signe	Qualisigne Des sens physiologiques	Sinsigne – indice Des objets- signes (en particulier matériels)	Légisigne - symbole Des signes –objets (en tant que ce qu'une culture donne à voir)

10 Une modélisation des moments scolaires à visée scientifique

10.1 Un modèle curriculaire pour l'éducation scientifique à l'école primaire

Nous proposons de penser le curriculum comme un ensemble de moments scolaires en interrelation. En considérant qu'un curriculum est un ensemble d'activités désignées ou encouragées dans une structure pour promouvoir les développements intellectuel, personnel, social et physique des élèves (Ross, 2000²⁸³), nous distinguons deux aspects complémentaires des moments scolaires :

- en tant qu'espace où peuvent se développer certaines de ces activités, chaque moment comporte un certain nombre de caractéristiques internes (objets, tâches, environnement de travail...) permettant une contribution partielle à certaines visées éducatives,
- en tant qu'unité d'un curriculum plus global chaque moment doit être considéré comme un nœud d'un réseau dans lequel l'ensemble des activités contribue globalement à l'ensemble des visées éducatives.

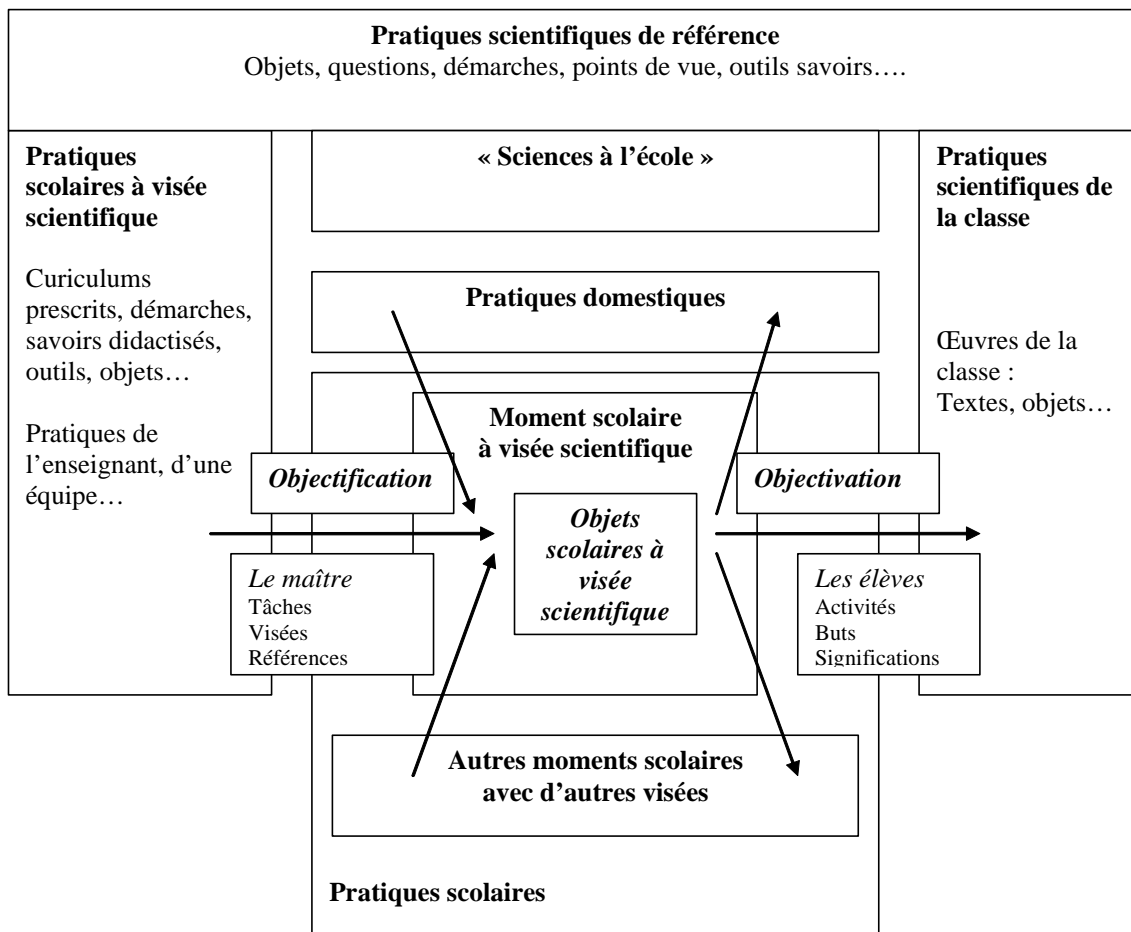
Ce curriculum ne peut donc être réduit à une somme de moments scolaires indépendants (ou une somme de curriculums disciplinaires) ; il constitue au contraire un tout indissociable, ce qui n'exclut pas certaines ruptures entre les unités constitutives de ce curriculum. Contrairement à d'autres approches didactiques, nous ne considérons pas que chaque moment correspond nécessairement à une visée éducative unique (disciplinaire par exemple) ni qu'il soit expressément pensé par le professeur sur le plan didactique. Certains de ces moments ont des visées d'éducation scientifique – ce sont celles qui nous intéressent plus particulièrement ici - combinées éventuellement à d'autres visées éducatives ; c'est la raison pour laquelle nous utilisons le terme moment scolaire (en particulier moment scolaire à visée scientifique) et non le terme moment didactique (ou situation didactique). Cette conception curriculaire s'applique à chaque curriculum actualisé coproduit par un enseignant et ses élèves, curriculum qui peut être décomposé en phases pré actives, active et post active (Lenoir, 2006²⁸⁴) mais nous allons le considérer ici plutôt en tant que curriculum possible

Nous avons montré dans la première partie de ce mémoire, à partir d'une analyse des curriculums prescrits, construits ou effectifs que l'éducation scientifique à l'école mettait en jeu de multiples mises en relation intentionnelles ou « accidentelles » au niveau des enseignants comme à celui des élèves. Nous avons identifié ces relations à différentes échelles d'analyse : à celle des moments (entre moments scolaires à visée scientifique et d'autres moments) mais aussi à une échelle beaucoup plus large (par exemple entre pratiques scientifiques scolaires et pratiques scientifiques...). Du côté des enseignants nous avons observé que ces mises en relation permettaient de penser et construire les « moments scolaires à visée scientifique » (MSVS) à partir de ce que nous avons appelé un processus d'objectification permettant la prise en compte de diverses références (scolaires, scientifiques, domestiques) et aboutissant à des « objets scolaires à visée scientifique » (OSVS). Pour les élèves, ces moments scolaires sont – de façon symétrique – ce qui permet d'enclencher à partir de ces objets scolaires et des tâches qui leur sont associées un processus d'objectivation

²⁸³ ROSS, A. (2000). *Curriculum : construction and critique*. London : Routledge Falmer.

²⁸⁴ LENOIR, Y (2006) « Du curriculum formel au curriculum enseigné : comment des enseignants québécois du primaire comprennent et mettent en œuvre le nouveau curriculum de l'enseignement primaire » in Audigier F., Crahay M., Doz J (éds). *Curriculum, enseignement et pilotage* (119-142). Bruxelles, De Boeck.

« scientifique » processus qui nécessite un détachement à partir de deux « références familières » (quotidien domestique et quotidien scolaire). Ces processus d'objectification et d'objectivation construisent, transforment ou visent des « objets » très variés. Nous allons reprendre ici de façon plus systématique ces différentes caractéristiques des moments scolaires afin de proposer un modèle général des moments scolaires à visée scientifique. En proposant ce modèle nous voulons d'une part rendre compte de façon synthétique des pratiques d'éducation scientifique que nous avons observées et d'autre part permettre de penser des pratiques possibles. Notre démarche est donc ici plus spéculative et « théorique » ; nous allons reprendre en particulier certaines élaborations que nous avons présentées dans le chapitre précédent. Le schéma ci-dessous montre une vue synoptique de ce modèle.



Modèle des moments scolaires à visée scientifique

Nous postulons que la dynamique interne de chaque moment à visée scientifique repose sur deux processus : l'« objectification », prise en charge par l'enseignant, qui conduit à des « objets » appréhendables par les élèves et l'« objectivation », prise en charge principalement par les élèves qui conduit à différentes élaborations à partir de ces objets et des tâches associées. L'objectification est la concrétisation de différentes influences (références externes ou internes à l'école, ressources professionnelles diverses...) et, à partir de cette objectification, l'objectivation est un processus susceptible de se développer dans différentes directions selon les visées éducatives du maître et selon l'interprétation de la tâche par les

élèves. L'objectification n'est donc pas une réification qui engagerait une attitude contemplative sans participation active aux actions sur le monde environnant et qui s'opposerait à toute possibilité de construction de la part des élèves confrontés à ces objets : dans l'objectification, l'objet n'est pas une fin constituée en tant qu'objet immuable et figé mais bien une entité qui n'a de sens que dans sa possibilité d'être modifiée donc remise en question et dépassée par chaque élève qui s'en empare.

10.2 Une dualité objectification-objectivation

La partie gauche du schéma précédent décrit le processus pris en charge essentiellement par le l'enseignant – processus que nous appelons « objectification » ; de façon symétrique, la partie droite décrit le processus pris en charge principalement par les élèves que nous appelons « objectivation ». Pour autant, comme nous allons le voir, ces deux processus ne sont pas indépendants l'un de l'autre, de la même façon que l'activité des élèves n'est pas dissociable de celle du maître. Par ailleurs, l'activité que nous considérons est pour nous une activité collective qui se nourrit des actions individuelles de chaque élève mais nous ne nous intéressons pas directement à ces actions individuelles ²⁸⁵si ce n'est parce qu'elles nous renseignent sur l'activité possible. Pour ces différentes raisons, nous ne retiendrons pas dans notre modèle la distinction « classique » - dans les recherches en éducation comme dans la formation des enseignants - entre enseignement et apprentissage (Houssaye, 1993²⁸⁶) qui nous paraît peu appropriée pour analyser les processus qui nous intéressent.

Nous pouvons remarquer dans le document précédent que ce modèle présente une certaine « symétrie » formelle entre le processus d'objectification et le processus d'objectivation. En effet, l'objectification comme l'objectivation sont des processus mettant en relation un moment scolaire à visée scientifique avec trois types de pratiques : les pratiques scientifiques, les pratiques scolaires et les pratiques domestiques. Pour autant, cette symétrie n'est qu'apparente car les problèmes soulevés sur ces deux « versants » du modèle ne sont pas identiques. La différence est particulièrement importante pour la relation aux pratiques scientifiques. Pour le maître, c'est une référence présente en tant que connaissance personnelle, prescription curriculaire ou culture professionnelle (rarement en tant que pratique scientifique personnelle) : même si ce n'est pas tout à fait la même « science », il y a bien une « entité science » présente dans l'univers de chaque enseignant. Pour l'élève, au contraire, cette entité est *a priori* très faiblement constituée : pas du tout en maternelle, un peu ensuite par la vulgarisation extérieure à l'école et par ce qui s'est constitué scolairement (réduit souvent ce qui a été fait par le même maître dans la même classe). On peut donc dire que cette entité « sciences » est pour le maître un « déjà là », alors que pour les élèves elle se situe plutôt comme un « horizon » de ce moment et plus généralement de l'ensemble des moments qui peuvent contribuer à cette éducation scientifique tout au long de la scolarité primaire. C'est pour cette raison que nous avons distingué dans notre schéma les pratiques scientifiques de référence, les pratiques scolaires à visée scientifique et les pratiques scientifiques de la classe. Les premières, extérieures au « monde scolaire » peuvent être à la fois considérées comme une référence des pratiques scolaires à visée scientifique et un horizon des pratiques scientifiques de la classe – qui sont le plus souvent embryonnaires comme nous venons de le voir.

Nous avons pu constater que, pour de nombreux élèves de l'école primaire, les pratiques scientifiques - qu'elles soient scolaires ou non scolaires - ne sont pas des pratiques familières

²⁸⁵ Nous avons développé ces questions au chapitre 6.

²⁸⁶ HOUSSAYE, J. (dir.) 1993. *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris : ESF.

contrairement aux autres pratiques scolaires ou aux pratiques domestiques. C'est pour cette raison que dans les schémas d'objectivation que nous avons élaborés sur différents exemples, la visée scientifique apparaissait comme le résultat d'un double arrachement/renoncement à ces pratiques familières - ce que nous symbolisons ci-dessous de façon plus générale.

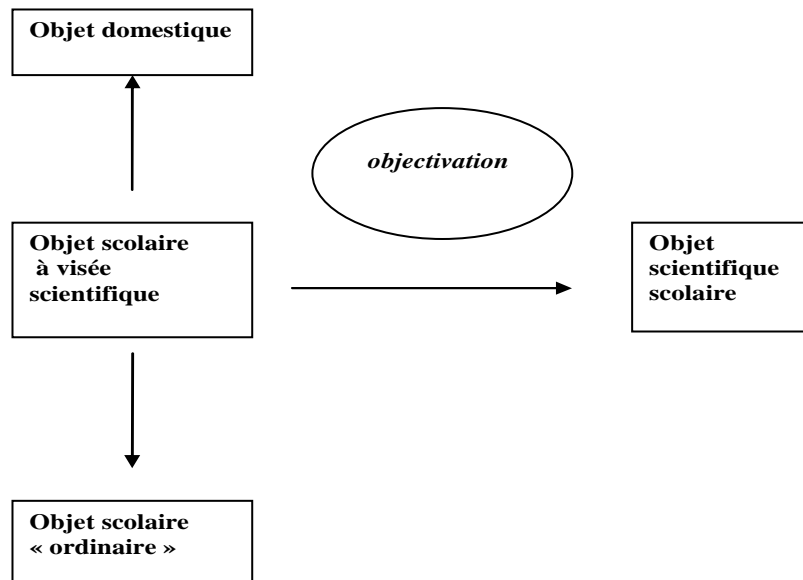


Schéma général de l'objectivation

Ce schéma fait apparaître trois objectivations possibles correspondant à autant de constructions et de points de vue possibles selon que l'objet scolaire à visée scientifique est considéré comme un objet domestique, un objet scolaire « ordinaire » (non scientifique) ou un objet scientifique scolaire. Seule la dernière objectivation peut être qualifiée de scientifique ; pour autant, les deux autres objectivations peuvent très bien s'inscrire dans d'autres visées éducatives. Il faut alors distinguer *a priori* le cas où de telles visées sont effectivement prévues (explicitement ou implicitement) par l'enseignant dans le moment scolaire et le cas où elles apparaissent plutôt comme un effet indésirable – à la suite d'une interprétation du moment par les élèves qui ne correspond pas à l'interprétation souhaitée. Dans les deux cas, on peut envisager que plusieurs objectivations différentes puissent se réaliser successivement ou simultanément à partir du même moment scolaire, éventuellement par des élèves différents. La question qui se pose alors est celle de la compatibilité de ces différentes objectivations au sein d'une même classe ou chez un même élève. Dans les moments que nous avons analysés, les objectivations étaient peu compatibles entre elles et leur présence simultanée apparaissait comme une source de difficulté pour les élèves (ou pour les enseignants) mais nous n'avons aucune raison de penser que c'est toujours le cas.

Chaque moment scolaire de science pris en charge par les élèves (et le maître) contribue à constituer une pratique scientifique de la classe qui a elle-même comme « horizon » les pratiques des scientifiques. Ce qui revient à dire que ce moment contribue à l'appropriation d'une culture scientifique qui peut être dans un premier temps une culture scientifique de la classe (texte 21) cultures qui sont – comme nous l'avons déjà souligné - des terrains relativement vierges pour les élèves. En revanche, pour le maître, les pratiques scientifiques

sont bien une des références à partir des quelles sont conçus les moments scolaires ce qui ne veut pas dire que sont toujours les mêmes éléments de cette référence qui sont privilégiés (savoirs, points de vue, démarches, outils, objets, rôles sociaux) ni que cette référence est forcément explicite. D'autre part, cette référence peut être directe²⁸⁷ (connaissance de ces pratiques par l'enseignant) ou indirecte (par exemple par l'utilisation de prescriptions curriculaires ou d'outils professionnels eux-mêmes inspirés de cette référence) Le schéma général du processus d'objectification peut donc être représenté comme ci-dessous.

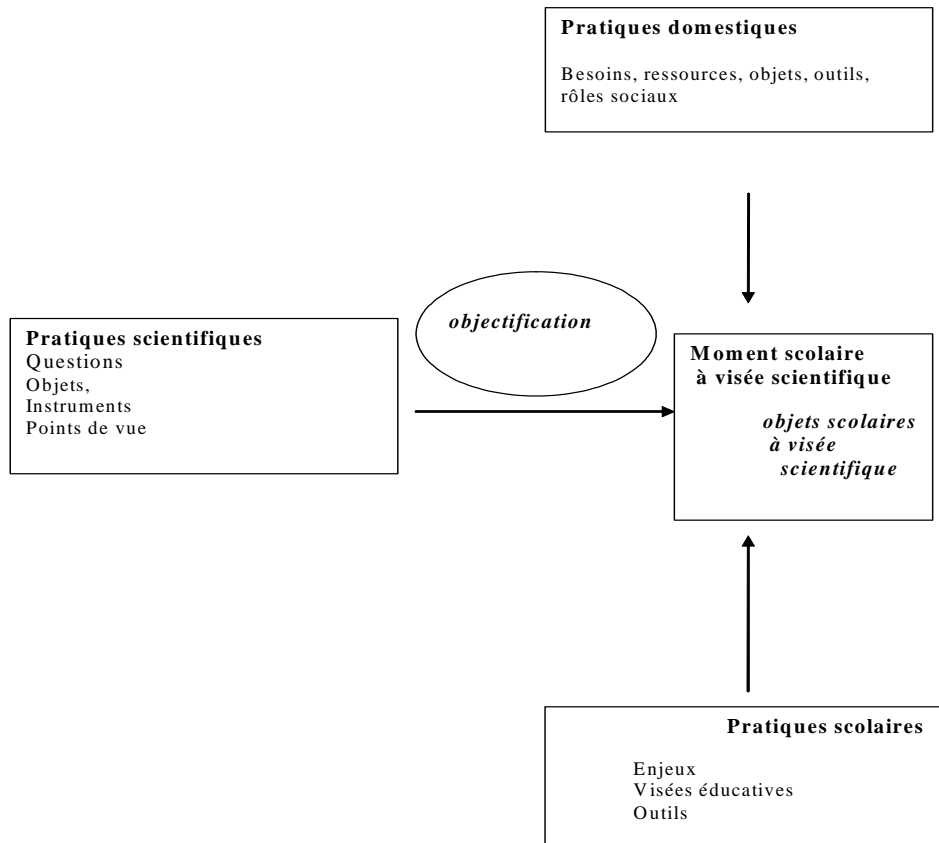


Schéma général de l'objectification

Après avoir insisté sur les différences entre les processus d'objectification et d'objectivation, nous allons maintenant revenir sur les aspects qui leur sont communs, en particulier la mise en relation entre le moment considéré et d'autres moments ou d'autres « mondes ». Pour l'enseignant comme pour les élèves, le moment scolaire n'est pas un moment « isolé » mais plutôt un nœud d'un réseau complexe comportant des éléments curriculaires²⁸⁸ et des

²⁸⁷ Au chapitre 8, nous avons analysé un moment scolaire pour lequel l'enseignant avait une connaissance « directe » de certains éléments de pratique scientifique (classification animale) alors que pour les autres, cette connaissance était plus indirecte : éléments de formation professionnelle (digestion), vulgarisation scientifique (isolation thermique). L'influence des pratiques scientifiques de référence sur les pratiques scolaires à visée scientifique peut donc se manifester de différentes façons comme l'influence des curriculums prescrits sur les moments effectifs. On peut distinguer un rapport personnel de chaque enseignant avec ces différentes pratiques et un rapport plus collectif à travers ce qui constitue une culture professionnelle. Nous avons toutes les raisons de penser que cette culture, en tout cas les éléments de cette culture qui peuvent influencer les moments scolaires à visée scientifique, est largement indépendante des prescriptions officielles. De ce point de vue, le schéma général du moment scolaire que nous proposons est extrêmement simplificateur.

²⁸⁸ Nous parlons ici d'éléments du curriculum effectif (moments effectifs de cette classe) ou du curriculum prescrit – ce curriculum pouvant concerner ou non les sciences.

éléments non curriculaires comme nous allons le voir maintenant. Pour le maître ces deux types d'éléments interviennent plutôt comme des ressources pour la conception des moments - ressources qui trouvent leur origine dans les prescriptions officielles ou dans la culture professionnelle (texte 4). Pour les élèves, ces éléments interviennent plutôt comme un « environnement » dans lequel se situe ce moment et qui conditionne donc leur vision possible de ce moment. Nous avons déjà montré que les liens entre ces moments et d'autres moments pouvaient parfois poser des difficultés aux élèves à cause des changements radicaux de points de vue que nécessitaient parfois le passage d'un moment à un autre. Nous voulons insister ici sur le fait que cette difficulté n'est pas tant dans une incompréhension conceptuelle que dans une ambiguïté de certaines tâches. Alors que l'enseignant connaît en général le rôle possible de chaque objet ou de chaque tâche dans une visée scientifique, les élèves doivent au contraire « extraire » ces objets et ces tâches de certaines de leurs caractéristiques pour pouvoir leur donner une signification scientifique. Il y a là un élément essentiel pour bien comprendre les potentialités (positives ou négatives) des moments scolaires à visée scientifique : leur « dimension scientifique » n'est qu'une dimension parmi bien d'autres et ce n'est pas forcément celle à laquelle les élèves pensent en premier.

Notre modèle décrit donc les différentes relations entre un moment considéré comme unité élémentaire d'analyse curriculaire et d'autres éléments (moments, pratiques...). Certains de ces éléments appartiennent à d'autres éléments curriculaires effectifs correspondant à d'autres visées éducatives (moments de « français », de « mathématique » par exemple), d'autres sont extra curriculaires comme les pratiques scientifiques ou les pratiques domestiques mais peuvent influencer le moment scolaire à visée scientifique. Inversement, les éléments qui sont mis en relation avec le moment à travers le processus d'objectivation sont en quelque sorte « activés » par ce moment. On peut donc considérer qu'il existe une influence réciproque entre chaque moment et différents éléments extérieurs. Nous ne parlerons pas de « détermination » car ces influences sont avant tout des influences potentielles et comme nous l'avons déjà montré pour le processus d'objectivation, les moments scolaires à visée scientifique présentent une forte indétermination. Notre conception curriculaire est donc assez éloignée de celle développée par Chevallard (1994, *op. cit.*) dans sa théorie de la transposition didactique²⁸⁹. En effet, cette théorie réduit d'une part, la problématique éducative à celle des savoirs et, d'autre part, cette problématique des savoirs à un mécanisme de transposition linéaire qui part des savoirs savants aux savoirs enseignés en passant par les savoirs à enseigner et qui peut se poursuivre par les savoirs à apprendre et les savoirs appris. Cette double réduction nous semble inappropriée pour rendre compte de la richesse et de la complexité inhérente aux moments scolaires à visée scientifique, en tout cas tels que nous les concevons. Nous reviendrons sur cette question dans la partie 10-6.

10.3 Des objets appréhendables à l'interface de deux types de constructions

Après avoir développé quelques aspects généraux de notre modèle, nous voulons à présent revenir sur un problème plus théorique : celui des constructions qui interviennent dans les processus d'objectivation-objectivation. Comme nous l'avons explicité dans le chapitre précédent, le terme « objectivation » est généralement utilisé avec le sens d'une construction intellectuelle détachée du monde perceptible (Meyerson, 1948, *op. cit.* ; Lenoir, 1996, *op. cit.*), en particulier d'une élaboration conceptuelle. Au contraire, nous avons introduit le terme

²⁸⁹ Comme Caillot, on peut se demander si la théorie de la transposition didactique est transposable. (CAILLOT, M. (1996). La théorie de la transposition didactique est-elle transposable ? In C. Raiky et M ; Caillot (éds), *Au-delà des didactiques, le didactique* (pp. 19-35). Paris-Bruxelles : De Boeck.)

« objectification » pour un processus qui conduit à une entité perceptible, « manipulable ». Si on considère l'opposition classique entre objet et sujet (Lebahar, 2009, *op. cit.*), on peut dire que l'objectivation est une mise à distance des objets par des sujets alors qu'au contraire, l'objectification est le rapprochement des objets pour des sujets. Cette opposition nous permet de comprendre pourquoi ces deux termes sont utilisés dans des domaines très différents et avec des connotations pratiquement opposées. Le terme « objectivation » est couramment utilisé pour désigner et valoriser ce que produit la pensée humaine que ce soit d'un point de vue philosophique, psychologique ou éducatif. En revanche, le terme « objectification » est généralement utilisé²⁹⁰ avec une connotation négative pour désigner le processus qui conduit à considérer l'homme – et tout spécialement la femme – comme un objet. Le processus d'objectification, parfois appelé « objectisation²⁹¹ » est ainsi mentionné quand la femme est réduite à un objet de désir voire à un objet de consommation (pornographie) – ce que le langage courant désigne par la « femme-objet ». Le processus d'objectification a donc nécessairement une dimension « négative » si on l'applique à un être humain : « négative » devant être pris à la fois dans le sens d'un jugement de valeur mais aussi dans le fait d'enlever certaines caractéristiques qui fondent l'humanité. En revanche si on applique ce processus à des êtres conceptuels dans une visée éducative, on peut considérer une dimension positive puisque l'objectification consiste à rendre accessible aux élèves des êtres qui les dépassent en partie au besoin en leur ajoutant de nouvelles caractéristiques qui les rendent appréhendables. On peut aller un peu plus loin en considérant que cette objectification consiste à rendre désirables certains objets de savoir – aspect que nous avons déjà évoqué dans le chapitre précédent à la suite des travaux de Lenoir (1996, *op. cit.*). Nous pouvons faire aussi le rapprochement avec l'idée d'apprêter les objets de savoirs de Chevallard (2007²⁹²), mais nous tenons à préciser que les « objets » que nous étudions ne sont pas de même nature que ceux qui sont considérés par Chevallard.

On peut donc dire que les processus d'objectification et d'objectivation tels que nous les avons esquissés font intervenir les objets scolaires à visée scientifique de façon très différente. L'objectivation réalisée dans chaque moment scolaire s'appuie sur ces objets pour en produire d'autres en particulier des objets symboliques (cf. chapitre précédent). L'objectification, au contraire est le processus qui aboutit à ces objets scolaires qui doivent être appréhendables, désirables²⁹³ et dont la matérialité est un aspect fondamental (cf. chapitre précédent). Ces deux aspects sont importants pour décrire ce qui peut se passer effectivement dans un moment scolaire à visée scientifique. Dans notre modèle, l'enseignant conçoit et prépare le moment

²⁹⁰ Il est d'avantage utilisé en langue anglaise, également avec une connotation négative ; par exemple, dans sa théorie de la sémantique générale, Korzybski considère qu'il y a « objectification » quand nous attribuons une réalité objective à des termes sans référent. Il prend l'exemple des termes « espace » et « temps » pour lesquels la physique moderne a remis en question la correspondance avec une « réalité ».

KORZYBSKI, A. (1994). *Science and Sanity : An Introduction to Non Aristotelian Systems and General Semantics*. New York : Institute of General Semantics (première édition : 1933).
<http://esgs.free.fr/uk/art/sands.htm>

²⁹¹ Le terme « objectisation » est utilisé aussi en informatique en lien avec la « programmation objet », avec le sens d'aboutir à une entité manipulable. Il est également mentionné dans les métiers médicaux : le personnel soignant, les chirurgiens évitent généralement de s'attacher aux personnes car s'ils ne le faisaient pas, ils seraient confrontés à des problèmes émotifs pouvant nuire à leur efficacité professionnelle.

²⁹² CHEVALLARD, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Éd.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica* (pp. 705-746). Universidad de Jaén.

²⁹³ Le soin apporté à cette dimension est un élément particulièrement visible chez certains enseignants du primaire (Cf chapitre 4, corpus digestion par exemple), ce qui est à rapprocher du concept de « care » développé initialement dans le monde anglo-saxon (PAPERMAN, P. & LAUGIER, S. (éds.), (2006). *Le souci des autres. Éthique et politique du care*. Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.)

scolaire en mettant en œuvre un processus d'objectification multiple qui consiste à produire et « mettre en scène » un ensemble d'objets scolaires à visée scientifique (OSVS) qui seront appréhendés par les élèves (par une perception, une action motrice, une action langagière...). Cela inclut notamment des objets matériels, des objets langagiers (des textes) et plus généralement des objets symboliques. Pendant le moment scolaire, les élèves « manipulent » ces objets de différentes façons, par le biais d'activités matérielles ou langagières partagées. Ces activités collectives modifient ces objets ou en produisent d'autres (notamment des textes et des objets matériels). Chacune des actions individuelles constitutives de ces activités sollicitent ou construisent des connaissances ou des compétences diverses mais cette fois ci au niveau de chaque élève. Ce qui est attendu des élèves relève donc d'une objectivation (collective et individuelle) à partir des activités réalisées pendant le moment scolaire – objectivation qui s'appuie en particulier sur les objets qui ont été mis à leur disposition par l'enseignant. D'une autre manière, on peut dire que le processus d'objectification est une construction d'objets par l'enseignant et l'objectivation est une construction d'autres objets à partir de ces premiers objets. Les objets scolaires à visée scientifique (OSVS) apparaissent donc à la fois comme des objets à construire (pour l'enseignant) et des objets pour construire (pour les élèves) ; la première construction se situe pendant la préparation de ce moment scolaire et la seconde a lieu pendant le déroulement effectif de ce moment. Les termes « objet » et « construction » peuvent correspondre à des réalités variées selon les moments scolaires considérés : la construction effective n'est évidemment pas du même ordre pour une élaboration essentiellement conceptuelle et pour une fabrication d'un objet matériel. D'autre part, ce que nous appelons « construction » n'est pas nécessairement une création *ex-nihilo* ; une part essentielle de cette construction (pour le maître, comme pour les élèves) est assurée par la mise en relation de ce moment scolaire avec d'autres moments ou d'autres pratiques humaines. Nous avons déjà montré dans les chapitres précédents que de nombreux objets présents dans les moments étaient « importés » à partir de pratiques extérieures (scientifique, familiale, scolaire...).

Les objets scolaires à visée scientifique que nous étudions sont des entités multiformes (matérielle, langagière, abstraite...) combinant plusieurs références (scientifique, scolaire, quotidienne) mais aussi des entités dynamiques. On peut en effet considérer ces objets comme des états d'avancement des processus d'objectification-objectivation ; cette caractéristique les rapproche des « objets intermédiaires » identifiés par Vinck dans le travail des chercheurs (Vinck, 2009²⁹⁴). Sur le plan didactique, ces objets interviennent à la fois comme contenus éducatifs des moments scolaires mais aussi comme des moyens mis en œuvre dans ces moments sans qu'il soit toujours possible de distinguer les deux dans une relation voisine de la dialectique objet-outil théorisée par Douady dans un autre domaine (Douady, 1986²⁹⁵). Notre positionnement didactique est donc différent de celui développé dans l'approche de didactique curriculaire de Dolz, Jacquin et Schneuwly avec le concept « d'objet d'enseignement ». Cet objet d'enseignement - considéré de façon dynamique au travers des multiples transformations qu'il subit lors d'un processus d'enseignement -apprentissage²⁹⁶ - est un contenu du curriculum enseigné et non un outil de cet enseignement. Par ailleurs cet

²⁹⁴ VINCK, D. (2009). De la question de l'objet intermédiaire à la question de l'équipement. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires des de Grenoble.

²⁹⁵ DOUADY, R. (1986), Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 7.2, 5-31. Grenoble : La Pensée Sauvage.

²⁹⁶ Deux types de contenus ont été analysés de façon précise par ces auteurs dans le domaine du français, un relevant plus de la « grammaire » (la subordonnée relative) et l'autre de la composition écrite (le texte d'opinion) (DOLZ J., JACQUIN M., & SCHNEUWLY B. (2006). Le curriculum en classe de français en secondaire : une approche à travers des objets enseignés. In Audigier F., Crahay M., Doz J (éds). *Curriculum, enseignement et pilotage* (pp.143-164). Bruxelles : De Boeck.)

objet est exclusivement symbolique et les transformations successives de cet objet sont le résultat d'une activité scolaire qui est uniquement langagière. Dans notre modélisation des moments scolaires à visée scientifique, nous sommes au contraire amenés à considérer la notion d'objet de façon très ouverte en envisageant d'autres modalités de cette activité scolaire et d'autres rapports entre cette activité et les objets. Nous allons préciser ce positionnement en nous intéressant, dans un premier temps, aux objets scolaires résultant du processus d'objectification – objets que nous allons caractériser progressivement en les abordant par différentes facettes - avant de considérer, dans un deuxième temps, les processus d'objectivation qui en résultent.

10.4 L'objectification comme superposition de plusieurs constructions humaines

Rabardel (1995, *op. cit.*) propose d'utiliser le terme « artefact »²⁹⁷ pour le résultat de toute activité de production humaine qu'elle soit matérielle ou immatérielle ; cela permet de dépasser le sens commun du terme « objet », habituellement limité aux objets matériels. Il distingue l'objet utilisé en tant que moyen de l'action pour un sujet humain – cet objet devenant instrument une fois associé à des schèmes d'utilisation - et le résultat (l'objet final) de cette action. Pour Rabardel, cette distinction est avant tout une distinction fonctionnelle car une même entité (l'homme par exemple) peut occuper selon les points de vue adoptés les trois pôles du schéma sujet-instrument-objet, parfois de façon simultanée (p. 75). Rabardel cite aussi l'exemple du fichier informatique (p. 196) qui peut être en même temps, outil, matière d'œuvre, et produit de l'activité (l'outil faisant partie du pôle instrument alors que matière d'œuvre et produit sont du côté de l'objet). Cependant, Rabardel, en cohérence avec son point de vue ergonomique et psychologique s'intéresse avant tout à l'élaboration de l'instrument - ce qu'il appelle la « genèse instrumentale » - élaboration qui concerne tout autant l'artefact constitutif de cet instrument que ses schèmes d'utilisation. Dans notre approche curriculaire ce n'est pas tant cette genèse qui nous intéresse que la genèse de l'objet visé par l'activité – ce que nous appelons objectivation - activité rendue possible par d'autres objets issus eux-mêmes d'une première genèse - ce que nous avons appelé objectification. Si nous voulions prolonger la terminologie de Rabardel, nous pourrions donc avancer que sont en jeu deux « genèses objectuelles » successives (l'objectification et l'objectivation) et que ces genèses sont liées entre elles par des « artefacts scolaires » (objets scolaires à visée scientifique). Pour autant, cette terminologie soulève plusieurs problèmes : le même terme « genèse objectuelle » pourrait suggérer une certaine identité des processus alors que l'objectification et l'objectivation sont deux processus radicalement différents comme nous l'avons déjà souligné. D'autre part, l'idée d'artefact sous entend un processus bien identifié de production (qu'il soit matériel ou symbolique) ; ce terme est adapté à la technologie ou à l'informatique mais est trompeur dans notre cas car il y a en fait plusieurs artefacts qui se superposent dans un même objet scolaire à visée scientifique : l'artefact purement scolaire construit par le maître dans une visée éducative se rajoute à un artefact déjà existant dans un autre usage (familial, scientifique...). Par exemple, un thermomètre utilisé dans le cadre d'un moment scolaire sur l'isolation thermique (cf. chapitre 6) est à la fois un artefact finalisé vers le relevé de température (usage scientifique ou familial) mais peut être finalisé sur le plan scolaire comme un moyen d'obtenir des données mathématiques qui feront l'objet d'un traitement ultérieur. De la même façon, un jeu électrique « questions-réponses » récupéré par le maître (par exemple dans une brocante) et apporté en classe comme objet d'étude dans le cadre des « objets électriques » est à la fois un artefact matériel (produit industriellement pour être

²⁹⁷ « Chose susceptible d'un usage, élaborée pour s'inscrire dans des activités finalisées » (p 59). Pour Rabardel, c'est la finalisation qui est à l'origine de l'existence de cette chose (p 60).

manipulé par des utilisateurs), un artefact éducatif (dans la mesure où la mise en relation des questions et des réponses concerne des champs du savoir humain) mais devient aussi un artefact didactique scientifique si l'intention du maître est d'explorer le circuit électrique qui intervient dans son fonctionnement. Inversement, une feuille ramassée en forêt n'est pas un artefact matériel – du moins à première vue²⁹⁸ mais devient un artefact scolaire une fois associée à une intention éducative. Nous préférons donc le terme objet au terme artefact : chaque objet, en tant qu'entité pouvant superposer plusieurs types de construction (matérielle, scolaire...). On peut alors considérer que le maître construit un objet scolaire après avoir construit ou importé un artefact matériel ou une autre entité pouvant jouer ce rôle. Cet objet scolaire peut conduire à autant d'instruments psychologiques que d'élèves susceptibles de s'en emparer mais comme nous l'avons déjà indiqué ce n'est pas le point central de notre problématique contrairement à Rabardel.

L'objet scolaire à visée scientifique est donc le résultat de deux processus générateurs combinés : celui qui aboutit à un objet matériel ; celui qui place cet objet avec d'autres objets dans un même moment scolaire avec des visées éducatives et qui lui donne donc une dimension symbolique. Dans certains cas, le premier processus est antérieur à l'objectification (si l'artefact matériel est déjà disponible), mais il peut aussi en faire partie si la production matérielle est réalisée par le maître avec une finalité éducative (par exemple construction préalable d'un jeu électrique pour le moment scolaire). L'objet scolaire à visée scientifique peut donc être considéré comme le résultat d'une « pensée humaine cristallisée », pensée technique ou scientifique en premier lieu, pensée éducative en second lieu.

10.5 L'objectification comme cristallisation d'une pensée humaine

Cette idée de cristallisation de la pensée humaine dans les réalisations de l'activité humaine est pointée par Rabardel qui cite à ce sujet les propos de Léontiev: « *l'homme doit effectuer (à l'égard des instruments ou outils de la vie quotidienne) une activité pratique ou cognitive qui réponde de façon adéquate à l'activité humaine qu'il incarnent, c'est-à-dire qu'elle doit reproduire les traits de l'activité cristallisée (cumulée) dans l'objet.* » (Rabardel, 1995, *op. cit.*, p. 38). Cet aspect de l'objet le constitue en tant que fait culturel ce qui distingue fondamentalement les acquis de l'espèce humaine de ceux des espèces animales. Rabardel cite aussi le point de vue de Wallon : « *Le milieu auquel réagit l'enfant n'est pas seulement physique, c'est le milieu que l'homme s'est créé par son activité. Un milieu social dont l'enfant dépend d'autant plus fortement qu'il est plus jeune. Les techniques, les artefacts, les instruments sont, comme le langage ou les coutumes, constitutifs de ce milieu social, par lequel, pour Wallon, l'homme en transformant ses conditions de vie se transforme aussi lui-même* » (p. 38). Cette approche culturelle des objets est également au cœur des préoccupations de Meyerson dans une approche de « psychologie historique ». Pour Meyerson, « *les états mentaux ne restent pas états, ils se projettent, prennent figure, tendent à se consolider à devenir des objets* » (Meyerson, 1948, *op. cit.* p. 10). D'une façon plus générale, Meyerson analyse l'activité humaine à partir de ce qu'elle produit : « *les actes de l'homme aboutissent à des institutions et à des œuvres* » (p. 9). Les acquis de l'espèce humaine ne sont donc pas fixés uniquement d'un point de vue biologique sous forme d'un patrimoine génétique (comme pour l'ensemble des animaux) ils le sont également sous forme d'un patrimoine culturel. Pour Meyerson, les objets sont l'incarnation d'une culture : « *les objets constituent ainsi des mondes médiateurs qui forment des écrans successifs entre*

²⁹⁸ En effet, on peut tout au contraire considérer que l'existence d'un arbre et plus généralement d'une forêt est tout autant le résultat d'une activité humaine (exploitation forestière) que d'un phénomène naturel (reproduction et croissance végétale).

l'homme et la nature (p. 39). Bien sur, la « distance à la nature » n'est pas la même selon les objets: si on prend l'exemple de la vache laitière, véritable « objet technique »²⁹⁹, la distance à la nature est sans doute plus grande pour un texte sur cette vache que pour la vache en « chair et en os, même si dans les deux cas, l'action de l'homme est nécessaire.

Ces objets ne sont donc pas seulement manipulables matériellement ils sont aussi porteurs d'un savoir antérieur qu'ils permettent d'une certaine manière de « montrer » aux élèves ; ce phénomène d'ostension a été mis en évidence par Chevallard pour les objets mathématiques qui sont appréhendables dans le cadre scolaire par l'intermédiaire « d'objets ostensifs » (Chevallard, 2007, *op. cit.*). Cependant, la séparation entre objets ostensifs et objets du savoir disciplinaire est sans doute moins pertinente en sciences qu'en mathématiques. En effet, si de nombreux didacticiens des mathématiques considèrent que les objets mathématiques sont distincts des objets du monde perceptible (Duval, 2009³⁰⁰), cette position est beaucoup plus discutable pour les sciences dites expérimentales, en particulier pour le niveau scolaire qui nous intéresse. Nous avons montré dans le chapitre précédent que les dimensions matérielle et symbolique des objets étaient difficilement séparables pour les problèmes que nous étudions. En tout état de cause nous considérons que les objets scolaires à visée scientifique sont « appréhendables » par les élèves - ce terme devant être pris à la fois dans son acception « matérielle » mais aussi dans une acception plus large. Il nous faut donc maintenant préciser les enjeux de cette (ap)préhension des objets.

10.6 Des moments pour construire une œuvre collective et pour se construire

Après avoir décrit les processus qui conduisent à l'élaboration du moment scolaire par l'enseignant, nous allons nous intéresser maintenant aux processus de construction que ce moment scolaire rend possible au niveau des élèves – ce que nous appelons dans notre modèle le processus d'objectivation. Ce processus d'objectivation est à première vue paradoxal si on considère que la classe dans son ensemble doit aboutir à des objets décentrés des sujets (des savoirs par exemple), alors que chaque élève doit au contraire les construire en tant que connaissances ou compétences personnelles donc internes à chaque sujet. Il faut donc distinguer les objets construits (et partagés) par la classe et les objets construits cognitivement par chaque élève. Nous avons déjà rencontré un problème voisin dans la comparaison entre communauté de jeunes chercheurs et communauté scientifique (cf chapitre 3). Pour une communauté scientifique, la production d'énoncés objectifs est une fin en soi et l'individu n'a à la limite de rôle que dans sa contribution à une œuvre collective. Au contraire, pour la classe, l'œuvre collective, n'est qu'un moyen, une étape dans une construction qui est au bout du compte individuelle du moins si on pense que le métier de professeur est de faire apprendre - ce qui n'est pas une évidence car on peut considérer au contraire que son rôle est de produire un savoir médiatisé, la tâche d'apprentissage individuel revenant à chaque apprenant.

Le moment scolaire vise à la fois une objectivation donc une prise de distance avec la réalité sensible et subjective et d'autre part il doit contribuer à construire chez chaque élève si ce n'est du subjectif, du moins du personnel. En fait, le paradoxe n'est qu'apparent si on se

²⁹⁹ Ce que nous appelons le monde naturel est en fait un monde largement construit par l'homme, que ce soit la vache laitière, les arbres de nos forêts voire les paysages de nos campagnes. Bien entendu, dans le cas des êtres vivants, le processus d'intervention humaine se rajoute ou contrôle un processus spécifiquement biologique.

³⁰⁰ DUVAL, R. (2009). « Objet » : un mot pour quatre ordres de réalité irréductibles ? In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

réfère à la notion d'œuvre telle qu'elle a été développée par Meyerson dans son approche de psychologie historique (Meyerson, 1948, *op. cit.*). Pour Meyerson, une œuvre n'est pas une entité abstraite, elle est au contraire « incarnée » dans des entités concrètes (matérielles ou langagières) : c'est le cas en religion avec les objets de culte qui sont à la fois abstraits et concrets (des statues, des icônes...). D'autre part, toujours pour Meyerson, la construction de l'œuvre transforme également les sujets qui contribuent à cette construction. Si nous appliquons ce point de vue aux moments scolaires, nous pouvons donc dire que l'objectivation dans la classe produit une œuvre collective qui n'est pas une pure abstraction ; cette œuvre collective est matérialisée³⁰¹ par différentes entités qui la représentent et qui peuvent être partagées (et manipulées) par la classe. En retour, la construction collective de cette œuvre contribue à transformer chaque élève qui a participé à cette construction.

Bien entendu cette œuvre est dépendante des œuvres déjà disponibles ; on pourrait dire aussi que cette nouvelle œuvre de la classe alimente le fond culturel de la classe. Cependant, cette « production patrimoniale » est fortement dépendante du patrimoine extérieur à la classe, en particulier de ce que l'activité humaine a produit depuis des millénaires (les savoirs scientifiques en particulier). Les œuvres produites par la classe doivent donc être considérées à la fois comme une production originale de la classe si on considère la dynamique interne du moment scolaire et comme une représentation – voire une (re) présentation - d'une œuvre existante si on considère l'interaction du moment scolaire avec son environnement extérieur. On peut penser qu'à une échelle de temps suffisamment large, l'enjeu essentiel est l'appropriation d'une œuvre déjà disponible mais à l'échelle du moment scolaire, la production « interne » peut prendre le pas sur cette appropriation, notamment si on se place du point de vue des élèves. Comme nous l'avons déjà remarqué auparavant en comparant une « communauté scolaire » et une communauté de chercheurs, le rapprochement entre l'activité de la classe et une véritable pratique sociale ne peut être que partiel.

Après avoir examiné la nature de ce que peut produire l'activité des élèves dans un moment scolaire, nous allons examiner maintenant le rapport entre cette activité productive (l'objectivation) et les conditions sociales de sa réalisation ce que Lenoir appelle la médiation (cf. chapitre précédent). Pour Lenoir, traiter de médiation, c'est poser le postulat que « *le savoir est une production humaine socialement déterminée qui requiert un processus cognitif d'objectivation s'établissant grâce à un système médiateur entre un sujet et un objet de connaissance qu'il produit et qui le produit en retour* » (Lenoir, 1996 *op. cit.*). L'objectivation est pour Lenoir à la fois un processus de constitution du sujet et de la réalité objectivée qu'il produit ; cette réalité objectivée est un construit, circonscrit et défini comme objet d'étude et le rapport cognitif entre le sujet et cet objet est assuré par l'intermédiaire de la médiation qu'il considère comme un système objectif de régulation. Il est clair qu'en parlant de « sujet » et de « rapport cognitif », Lenoir adopte une terminologie de psychologie. Pour notre part, c'est moins le sujet que l'élève qui nous intéresse, en tant qu'acteur d'un moment scolaire.

Lenoir (1996, *op. cit.*) distingue deux niveaux emboîtés de médiation dans la relation entre le sujet et l'objet. Le premier niveau est celui de la « médiation cognitive » liée à l'activité intrinsèque du sujet alors qu'à un deuxième niveau intervient un autre type de médiation, externe au sujet et assurée par « l'intervention éducative » de l'enseignant : Lenoir appelle « médiation didactique » ce deuxième niveau de médiation. Cette distinction est intéressante pour différencier ce qui relève de l'apprentissage à proprement parler et de ce qui peut

³⁰¹ Nous préférons le terme « matérialisation » au terme « incarnation » utilisé par Meyerson – terme qui pourrait prêter à confusion dans notre problématique éducative.

faciliter ou rendre possible cet apprentissage. Dans notre perspective curriculaire, c'est le deuxième aspect que nous avons considéré. Pour autant, le qualificatif « didactique » est pris par Lenoir dans un sens très général (existence d'un enjeu de savoir) sans être rattaché à des objets de savoirs particuliers ; l'objectivation est ainsi conçue par Lenoir comme un processus générique d'élaboration de savoir. De plus, même s'il ne le dit pas explicitement, l'objectivation considérée par Lenoir est bien celle qui vise le sujet : si on reprenait les termes qu'il utilise pour la médiation, on pourrait dire que l'objectivation est plus considérée sur le niveau cognitif que sur le niveau didactique. Pour notre part, nous adoptons une position plus « externe »³⁰² et plus « contextualisée » : sur le premier point, c'est sur une objectivation collective que nous centrons notre regard ; sur le second plan, ce n'est pas un processus générique que nous cherchons à mettre à jour mais, plus modestement, le processus singulier qui intervient dans certains moments scolaires dont nous avons déjà décrit quelques caractéristiques. Nous considérons donc une « objectivation didactique » en associant ce dernier terme à la singularité des contenus des moments scolaires à visée scientifique – contenus qui comme nous l'avons vu ne se limitent pas à des savoirs scientifiques. Notre conception collective de l'objectivation s'appuie sur la conception historico-culturelle de Meyerson que nous avons déjà mentionnée à propos de la notion d'œuvre : l'objectivation est pour nous un processus qui conduit à une « œuvre » collective qui n'est pas une pure abstraction ; cette œuvre est matérialisée par différentes entités qui la représentent et qui peuvent être partagées et appréhendées par la classe. En retour, la construction collective de cette œuvre contribue à transformer chaque élève qui a participé à cette construction. Bien entendu cette œuvre est dépendante des œuvres déjà disponibles ; celles de la classe mais aussi celles que l'activité humaine a produit depuis des millénaires (les savoirs scientifiques en particulier) : les œuvres produites par la classe doivent donc être considérées à la fois comme une production originale de la classe et comme une représentation – voire une (re)présentation - d'une œuvre existante.

Pour décrire l'objectivation à la fois en tant que processus individuel et collectif, nous devons prendre en compte différentes voies par lesquelles elle peut passer – voies qui correspondent à autant de formes possibles pour des objets qui sont à la fois les points de départ et les produits de cette objectivation, le « donné » de l'objet se transformant en « tâche » de l'objectivité :

- l'objectivation peut passer par l'expérience sensible, la perception individuelle (Guillaume, 1968, *op. cit.*), en particulier la perception d'objets matériels,
- l'objectivation peut se réaliser de façon plus collective par l'activité langagière dans laquelle des objets sont évoqués ou construits en tant qu'objets de pensée (Grize, 1990 *Op. cit.*),

Loin de s'exclure, la perception individuelle et l'activité langagière peuvent se combiner dans un processus sémiotique *a priori* illimité (Peirce, 1978, *op. cit.*) reposant sur une relation triadique entre signe (*representatem*), interprétant et objet construit par le signe. D'une façon plus générale, nous considérons que l'objectivation nécessite et produit des formes symboliques (Cassirer, 1923-1929³⁰³) à la fois parties de l'environnement des élèves et moyens grâce auxquels ils peuvent porter un jugement sur cet environnement. Nous avons déjà noté au chapitre 2 que pour pouvoir prétendre à l'objectivité, cette objectivation doit répondre à deux ensembles de conditions : un accord avec les « faits » étudiés et un accord entre individus ce qui exige donc pour les élèves à la fois un rapport au monde physique et un

³⁰² Nous renonçons à l'étude des processus cognitifs « internes » pour porter notre regard sur des problèmes curriculaires se posant à une autre échelle, en particulier à celle des relations entre les différents moments scolaires.

³⁰³ CASSIRER, E. (1923-1929). *La Philosophie des formes symboliques* 3 tomes, Paris, Éditions de Minuit, 1972. T. I : Le langage (1923), t. II : La pensée mythique (1925), t. III : La phénoménologie de la connaissance (1929).

rapport au monde social ou, en reprenant les termes utilisés par Sensevy, deux types de « transactions », les transactions « intramondaines » et les transactions « intersubjectives » (Sensevy, 2007, *op. cit.*).

Pour illustrer notre point de vue sur ce processus d'objectivation- sémiotisation dans le chapitre précédent, nous avons pris l'exemple d'un moment scolaire portant sur l'étude des ballons de baudruche en maternelle. Le ballon de baudruche est à la fois l'objet matériel sur lequel porte l'investigation des élèves mais il est aussi en quelque sorte l'objet « conceptuel » visé par le moment scolaire. En effet, ce n'est pas à proprement parler la conceptualisation de l'air qui est en jeu ici mais plutôt le passage d'un objet familier à un objet considéré sous un regard plus scientifique. Le ballon en tant qu'objet scientifique n'est plus un objet singulier, coloré, joli, jouable mais est un objet générique dont la paroi est élastique et qui change de forme selon l'état de gonflement - ce gonflement étant assuré par la présence d'air. Il y a bien une élaboration conceptuelle mais elle est encore très limitée, très « adhérente » à cet objet matériel et elle « exprimée » d'avantage par les actions successives que par un texte élaboré. Nous parlerons de « *concept-objet* » (Martinand, 1994, *op. cit.*) pour désigner cette construction, modeste d'un point de vue scientifique mais qui représente pourtant un grand pas pour de très jeunes élèves. Au chapitre 5, dans un moment scolaire sur l'aspirateur, nous avons proposé le terme de « modèle d'objet » pour désigner le résultat de l'objectivation scientifique. Ces deux types d'élaborations, très voisines dans leur nature sont pour nous représentatives des élaborations scientifiques spécifiques de l'école primaire qui n'ont pas de rapport trivial avec les savoirs disciplinaires en jeu dans l'enseignement secondaire.

10.7 Des moments dans un réseau curriculaire et extra curriculaire complexe

Nous avons montré que la dynamique des moments scolaires pouvait être décrite par les processus d'objectification et d'objectivation. Comme nous l'avons déjà esquissé au début de ce chapitre, ces processus sont à la fois des processus internes aux moments scolaires et des processus qui relient ces moments à d'autres moments. Il faut donc penser chaque moment comme un nœud d'un réseau complexe – ce réseau comprenant des moments scolaires à visée scientifique, d'autres moments scolaires et des moments non scolaires. Deux types de problèmes se posent pour définir les relations au sein de ce réseau. En premier lieu, qu'est-ce qui permet de relier de proche en proche un nœud du réseau à d'autres nœuds, autrement dit qu'est-ce qui assure la « cohésion » de ce réseau en assurant une relation de continuité entre deux moments distincts ? En second lieu, qu'est ce qui assure la « cohérence » d'ensemble de ce réseau, c'est-à-dire qu'est-ce qui permet à un ensemble de moments distincts de contribuer à une même visée ? Avant de définir le sens que nous donnons à ces deux termes, nous voulons rappeler que chaque moment – que nous allons considérer ici comme un nœud d'un réseau - est pour nous une unité de découpage relativement arbitraire contenant au moins un objet et une tâche associée, unité qui est incluse dans un ensemble plus large de moments à visée scientifique eux mêmes constitutifs à une échelle encore plus large d'une matière scolaire.

En nous intéressant aux relations entre un moment et d'autres unités curriculaires ou extracurriculaires, nous avons considéré jusqu'ici le terme « moment » pour différentes échelles : à l'échelle de la totalité d'une séance, à l'échelle d'une partie seulement de cette séance. L'échelle à laquelle se fait ce découpage a des conséquences importantes sur l'analyse curriculaire qui pourra en être faite. Le problème se pose en particulier à l'école maternelle où la visée scientifique n'est pas forcément présente pendant l'ensemble d'une séance de classe. Le problème se pose également si on considère la superposition de visées aux temporalités

différentes. Par exemple une tâche d'écriture peut à la fois avoir une visée immédiate pour répondre aux questions posées dans la séance (remplir la fiche), une visée scientifique scolaire (fournir des éléments de réponse qui alimenteront la recherche scolaire), une visée d'élaboration théorique méta scientifique (notion de démarche, de preuve...), une visée d'apprentissage langagier ; chacune de ces visées possédant sa propre temporalité.

Si on considère alors comme moment à visée scientifique, une partie seulement d'une séance de classe, on aura alors à analyser la relation de ce moment avec d'autres moments inclus dans la même séance de classe (donc pendant la même unité pédagogique globale) mais qui ont d'autres visées (d'apprentissage langagier par exemple). Au contraire, si on considère comme moment l'ensemble d'une séance, on aura à analyser la relation de ce moment avec d'autres moments nettement séparés dans le temps pédagogique mais qui peuvent s'inscrire dans une grande continuité curriculaire (par exemple, une séance qui constitue une suite mais qui a lieu plusieurs jours après la première séance). Il faut donc analyser chaque moment comme un élément dynamique relié à chaque instant à d'autres moments ou références dans une « chaîne » temporelle de moments à visée scientifique – moments contigus ou non et éventuellement emboîtés.

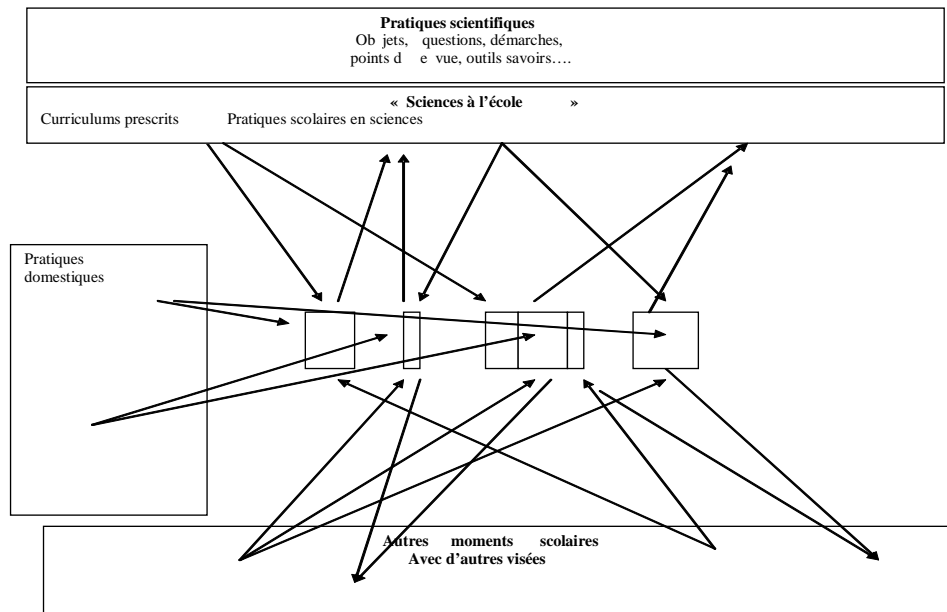
Le passage d'un moment à un autre est caractérisé dans notre modèle par une évolution de l'ensemble « objets/tâches... » susceptible de produire un changement radical des moments et références associés. Le passage d'un moment à l'autre même s'il s'inscrit dans une même visée éducative pour l'enseignant peut donc fort bien conduire à des ruptures fortes au niveau des élèves à la suite de la modification des éléments qui constituent le moment scolaire. A titre d'exemple, l'introduction d'une tâche d'écriture d'un compte-rendu après une tâche de mesure entraîne une mise en relation avec d'autres pratiques d'écriture scolaire alors que cette relation n'était pas « activée » dans le moment précédent. Contrairement à d'autres approches curriculaires plus macroscopiques³⁰⁴, nous nous intéressons moins à la succession de ces moments sur une longue période (l'année scolaire par exemple) qu'à l'interaction de quelques uns de ces moments avec d'autres moments qui n'ont pas les mêmes visées. Nous nous limiterons donc à une chaîne temporelle de quelques moments successifs. Si nous prenons en compte à la fois la succession des différents moments à visée scientifique et les liens possibles de chacun de ces éléments au travers des processus d'objectification/objectivation, le nombre de relations à considérer peut être très élevé.

Chaque moment scolaire à visée scientifique fait donc partie d'une chaîne temporelle de moments successifs contribuant à cette même visée. D'autre part, comme nous l'avons vu, chacun de ces moments est lui même en relation avec d'autres moments (domestiques, scolaires...) qui n'appartiennent pas à cette chaîne temporelle. Si nous voulons analyser les relations d'un moment particulier par rapport à d'autres moments, nous devons donc distinguer les relations dans deux « directions » différentes constituant une sorte de tissage³⁰⁵

³⁰⁴ Nous signalons ici les travaux de Fillon, Peterfalvi et Szterenbarg (2007, *op. cit.*) portant sur le collège ou ceux de Lebeaume sur les leçons détachées, et sérielles qui ont analysé l'organisation temporelle à l'échelle de l'année scolaire. (LEBEAUME, J. (2008). *Les sciences à l'école, des leçons de choses aux sciences expérimentales et technologie*. Paris : Delagrave.)

³⁰⁵ Cette mise en relation des moments scolaires par des relations de cohésion et de cohérence est à rapprocher du « tissage » évoqué par Bucheton (2009, *op. cit.*, p. 60) pour les gestes des professeurs à destination des élèves : « Il s'agit d'aider les élèves à faire des liens avec le dedans et le dehors de l'école, l'avant et l'après de la leçon, la leçon de physique, de géographie avec celle de mathématiques. Ces gestes de tissage amènent l'enseignant à articuler concrètement, par des gestes « entrées en matière » et des gestes de « transition » les différentes tâches proposées aux élèves, non à simplement les juxtaposer. Il s'agit en effet d'aider les élèves à comprendre la continuité cognitive des tâches, leur cohérence et finalité d'ensemble. ». Nous parlons donc bien

avec une « chaîne » diachronique (scientifique) et une « trame » synchronique (extra scientifique) qui permet de relier pour chaque instant un moment à visée scientifique avec d'autres moments. La métaphore du tissage nous amène naturellement à poser la question de la nature des « fils » qui assurent le tissage en distinguant le fil de chaîne et le fil de trame. Nous avons déjà montré que la « trame » était constituée en particulier des objets qui permettent de relier des moments entre eux par les processus d'objectification et d'objectivation, ce dernier processus ne se réduisant pas en général à une objectivation scientifique. Ces objets interviennent aussi dans la « chaîne » si on considère cette fois-ci le phénomène d'objectivation sur le plan scientifique : on peut alors rechercher les transformations³⁰⁶ d'un même objet dans des moments scolaires successifs.



Comme nous le résumons dans le schéma ci-dessus, les moments scolaires que nous avons considérés ne sont pas isolés les uns des autres; ils forment un tout dont la cohésion est assurée – en partie au moins – par les objets contenus dans ces moments. Ces problèmes de cohésion sont assez voisins de ceux que l'on peut rencontrer en linguistique dans la construction de textes. Un texte n'est pas une juxtaposition de mots ou de phrases, il est aussi le résultat de différents procédés qui assurent de façon plus ou moins visible le lien entre ses différents constituants. La cohésion d'un texte assurée en particulier par les connecteurs (marque³⁰⁷ qui relie explicitement deux segments de texte) et les anaphores (marque interne à

du même « tissage » mais, pour notre part, nous cherchons moins à décrire « l'agir professionnel » que les caractéristiques d'un curriculum dans lequel cet agir professionnel (ou l'agir des élèves) peut se déployer.

³⁰⁶ Nous avons explicité au chapitre précédent sur quelles caractéristiques pouvaient porter ces transformations.

³⁰⁷ Charolles insiste sur la sous-détermination de ces marques : « ces marques fonctionnent en effet comme des instructions invitant l'auditeur ou le lecteur à mettre en rapport certains éléments du contexte. La sélection de ces constituants n'est cependant que partiellement déterminée par le contenu sémantique de ces marques, de sorte que leur résolution implique toujours un calcul sur le contexte. (CHAROLLES M., (1988). Les études sur la cohésion, la cohésion et la connexité textuelles depuis la fin des années 1960. *Modèles linguistiques*, X, 2, 45-66.) . Cette sous-détermination est également un problème majeur pour le contenu des moments scolaires : elle peut expliquer des interprétations multiples du même moment de la part d'élèves différents (Cf chapitres 6, 7 et 8).

un élément d'un énoncé qui indique que cet élément appartient aussi à un autre énoncé) (Charolles, 1988). Si on fait le rapprochement entre enchaînement de moments scolaires et un texte, on peut alors faire le parallèle entre les objets qui peuvent se retrouver partiellement transformés dans des moments successifs et les anaphores dans un texte. L'équivalent d'un connecteur textuel serait alors un moment assurant explicitement le lien entre deux moments qui se suivent : on peut penser par exemple au moment « classique » de rappel de la séance précédente au début d'une nouvelle séance ; on peut aussi penser à un moment de présentation de résultats expérimentaux qui peut assurer la transition entre un moment « manipulatoire » et un moment d'écriture dans une même séance. Que les moments à relier soient contigus ou non, nous pouvons donc envisager une cohésion assurée par des « moments connecteurs ». Nous avons pu observer dans les pratiques effectives des enseignants, le rôle clé joué par certains moments de discussion dans les écrits de préparation des enseignants (texte 4).

Si nous continuons à explorer l'analogie linguistique, nous devons dépasser les questions de cohésion pour aborder la question de la cohérence. La distinction entre les notions de cohésion et de cohérence fait l'objet d'un certain consensus parmi les linguistes : la cohésion concerne les marques de relations entre énoncés ou constituants d'énoncés et la cohérence est un problème qui se pose au niveau de l'interprétabilité des textes (Charolles, 1988, *op. cit.*). Alors que la cohésion est un phénomène local qui se manifeste phrase à phrase, la cohérence est un phénomène plus global qui se manifeste au niveau de l'ensemble du texte et plus globalement du discours si on considère que l'interprétation se fait nécessairement dans un contexte particulier : c'est cette interprétation qui conduit ou non à considérer qu'un texte constitue un ensemble construit dont chaque partie contribue à l'ensemble. Il est clair que la cohésion d'un texte n'est pas une condition suffisante de sa cohérence et qu'inversement un texte peu cohésif peut apparaître cohérent. Les mécanismes linguistiques assurant la cohérence sont plus difficiles à délimiter que ceux qui assurent la cohésion. Pour Charolles, la cohérence n'est pas liée à l'occurrence de « relateurs linguistiques » mais implique plus fondamentalement la mise en œuvre « d'inférences de liaison » portant conjointement sur le contenu du donné discursif, la situation dans laquelle il est communiqué et les connaissances d'arrière plan des sujets (Charolles, 1988, *op. cit.*).

En transposant ces considérations dans notre étude des moments scolaires, nous devons donc considérer qu'au contraire de la cohésion qui peut apparaître comme une propriété liée intrinsèquement aux moments eux-mêmes, la cohérence est à rechercher au niveau de celui qui interprète ces moments. On peut donc *a priori* envisager plusieurs résultats de cette recherche de cohérence selon l'acteur de cette interprétation : l'enseignant qui a conçu ces moments, les élèves qui les vivent ou le chercheur qui les analyse. Il faut aussi envisager plusieurs interprétations selon l'étendue du « contexte » que l'on considère : on peut en effet se limiter à examiner la cohérence du seul point de vue des visées scientifiques ou considérer au contraire un contexte plus large. Il est donc tout à fait possible que ce qui apparaît fortement cohérent d'un certain point de vue apparaisse incohérent avec un autre point de vue. Par exemple, dans une analyse de pratiques d'enseignants de maternelle nous avons pu noter une très grande cohérence sur le plan des choix professionnels transversaux alors que ces mêmes choix apparaissaient plus incohérents du seul point de vue de la didactique des sciences (Cf. chapitre 7). Cette question est très importante pour les professeurs des écoles car la cohérence de la visée scientifique n'est pas la seule cohérence professionnelle possible. La question de la cohérence rejoint donc celle de la pertinence, dans notre cas comme dans le cas des discours (Charolles, 1988, *op. cit.*)

10.8 Une construction incomplète, floue, et incertaine

La question de la pertinence dépasse clairement l'analyse du moment scolaire lui-même et interroge finalement au travers de ce moment scolaire, l'activité de l'enseignant qui l'a conçu. Nous sortons donc ici des limites que nous avons fixées pour notre modèle. Nous nous contenterons donc de suggérer quelques pistes de réflexion.

Le détour par la linguistique nous a permis de pointer la sous-détermination d'un moment scolaire : pas plus que le contenu d'un texte saurait assurer à coup sûr une interprétation unique, le contenu d'un moment scolaire est *a priori* compatible avec de nombreuses interprétations possibles. On pourrait supposer que cette sous-détermination pourrait être réduite voire annulée par une meilleure préparation de la part des enseignants et finalement considérer qu'elle relève d'une carence professionnelle. Nous pensons à l'inverse qu'elle est nécessaire au fonctionnement de ces moments et que loin d'être la manifestation d'une carence, ces moments scolaires très ouverts sont au contraire la manifestation d'une réelle expertise professionnelle. De ce point de vue, le moment scolaire à visée scientifique n'est pas une unité didactique déterminant un seul type d'apprentissage – comme dans le modèle des situations didactiques de Brousseau (1998, *op. cit.*) par exemple – mais plutôt une « unité scolaire » rendant possible différents types de constructions qui devront être prises en charge par les acteurs.

Nous rejoignons ici la position de Rabardel (1995, *op. cit.*) si nous considérons le moment scolaire comme une « représentation » de l'action du professeur. Rabardel estime en effet que « *l'incomplétude de la représentation ne serait pas seulement une conséquence d'une élaboration « économique » de la fonctionnalité et de l'opérativité des représentations. Elle serait également une condition de l'adaptation fine de l'action à la singularité des situations. La représentation en quelque sorte devrait être incomplète, floue, incertaine pour laisser la place, le « jeu » nécessaire à la mise en œuvre des mécanismes de gestion de la singularité* ». (p. 160). Nous prenons totalement à notre compte cette idée de construction floue, incertaine et incomplète qui ne détermine pas totalement les processus à venir. Pour Rabardel, l'incomplétude ne relève pas du « *non encore construit* », ou du « *mal construit* », destiné progressivement à disparaître, comme par exemple chez un sujet débutant ; il s'agit bien au contraire « *d'une incomplétude construite, recherchée, gérée et maintenue, en tant que telle, par un sujet compétent, voire expert, en tant que moyen de gestion de la complexité des situations* » (p. 160). En reprenant la position de Morin pour lequel la gestion de l'incertitude implique la nécessité du jeu³⁰⁸, il considère ainsi l'incertitude, l'incomplétude, le flou doivent être comme des « *caractéristiques fonctionnelles constitutives des représentations pour l'action en situation d'activité* ».

Les processus d'objectivation et d'objectification que nous avons explicités dans ce chapitre sont pour nous plus fondamentaux que les objets qu'ils font intervenir, il n'en demeure pas moins que ces derniers jouent un rôle important au niveau des élèves et des professeurs. Au-delà de la dimension « objective » que nous avons développée, l'objet est, de façon plus subjective, ce qui fixe l'attention des élèves et leur donne envie d'aller plus loin, il est « objet de désir », comme nous l'avons souligné à plusieurs reprises à partir des travaux de Lenoir (1996, *op. cit.*). Pour les professeurs, chaque caractéristique de ces objets met en jeu des relations spécifiques entre l'objet et les élèves (perceptive, affective, langagière, sémiotique, culturelle, cognitive...) qui peuvent être développées pour elles-mêmes ou articulées entre elles ; ces objets permettent donc d'assurer une solidarité entre différentes caractéristiques

³⁰⁸ Nous avons déjà évoqué l'importance du jeu (Cf. 3.3).

dynamiques des moments scolaires. Certains objets apparaissent ou disparaissent au cours du moment scolaire et jouent ainsi le rôle « d'objets intermédiaires » (Vinck, 2009³⁰⁹) : dans cette conception curriculaire, les objets sont à la fois des objets *pour* enseigner-apprendre et des objets *à* enseigner-apprendre (texte 20). Dans notre ébauche d'élaboration curriculaire, chaque moment à visée scientifique est une « rencontre », en un lieu et un temps donné, entre un enseignant, des élèves, des objets, des questions et des préoccupations diverses dont certaines relèvent d'une éducation scientifique. Cette rencontre est dépendante d'autres rencontres qui la précèdent ou la côtoient dans le curriculum mais aussi de diverses influences « extra curriculaires ». Nous pensons que cette conception curriculaire « ouverte » est adaptée pour penser les prémices d'une éducation scientifique à l'école primaire et ouvre des pistes pour renouveler la problématique de la formation des enseignants.

³⁰⁹ VINCK, D. (2009). De la question de l'objet intermédiaire à la question de l'équipement. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

11 Références et bibliographie

- ADAM, J.M. (1992). *Textes : types et prototypes*. Paris : Nathan Université.
- ALBE V. & ORANGE C.(2011). Sciences des scientifiques et sciences scolaires. *Recherches en didactique des sciences et des techniques*, 2, 19-26.
- ALLIEU –MARY, N., BISAULT, J., LE BOURGEOIS, R. & VÉRILLON, P. (2004). Études de pratiques argumentatives : vers l’appréhension de postures disciplinaires en histoire-géographie, sciences et technologie. In Douaire, J. (coord.), *Argumentation et disciplines scolaires*. Paris : INRP.
- ASTOLFI J.P., PETERFALVI B. & VERIN A. (1991). *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.
- AUDIGIER, F., CRAHAY, M., DOZ, J (éds) (2006). *Curriculum, enseignement et pilotage*. Bruxelles : De Boeck.
- AUDIGIER, F. & TUTIAUX-GUILLON, N. (2004). *Regards sur l’histoire, la géographie et l’éducation civique à l’école élémentaire*. Paris : INRP.
- BAILLAT, G. ESPINOZA, O. (2006). L’attachement des maîtres de l’école primaire à la polyvalence : le cœur a ses raisons... *Revue des Sciences de l’Éducation*, 32-2, 283-305.
<http://id.erudit.org/iderudit/014409ar>
- BAUTIER, E. (1995). *Pratiques langagières, pratiques sociales : de la sociolinguistique à la sociologie du langage*. Paris: L'Harmattan.
- BAUTIER, E. (2006). *Apprendre à l’école. Apprendre l’école*. Lyon : Chronique sociale.
- BAUTIER, E. & GOIGOUX, R. (2004). Difficultés d’apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle. *Revue Française de Pédagogie*, 148, 89-100.
- BERNIÉ, J.-P. (2002). L’approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de communauté discursive : un apport à la didactique comparée. *Revue Française de Pédagogie*, 141. 77-88.
- BERNIÉ, J.-P., JAUBERT, M., & REBIÈRE, M. (2008). Du contexte à la construction du sujet cognitif : l’hypothèse énonciative. In M. Brossard et J. Fijalkow (coord.), *Vygotski et les recherches en éducation et en didactiques*. Bordeaux : PUB.
- BERTHELOT, J.-M. (1996). *Les vertus de l’incertitude. Le travail de l’analyse dans les sciences sociales*. Paris : PUF.
- BERTHELOT, J.-M. (2003). *Figures du texte scientifique*. Paris : PUF.
- BOYER, C. (2000). Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale. *ASTER*, 31, 149-172. Paris : INRP.
- BOYER, C., COHEN-AZRIA, C., EGGINGE, R J.-G. & ZAID, A. K. (2010, septembre). Place et rôle du Carnet d’expériences et d’observation en sciences : Pratiques de classe et Professionnalité de maîtres en cycle 2. In *Symposium « éducation scientifique à l’école primaire et professionnalité des enseignants »*, Bisault, J. (Resp.), Communication présentée au *Congrès international AREF 2010 - Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation*. Genève –septembre 2010.

- BRONCKART, J.P. (1985). *Le fonctionnement des discours*. Neuchâtel. Delachaux et Niestlé.
- BRONCKART, J.P. (1996). *Activité langagière, textes et discours : pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne – Paris : Delachaux et Niestlé.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- BRU, M., PASTRÉ, P. & VINATIER, I. (2007). Les organisateurs de l'activité enseignante : perspectives croisées. *Recherche et formation*, 56, 5-14.
- BRUGUIÈRE, C. & LACOLLE, J. (2001). Fonctions du cahier d'expériences et rôle de la médiation enseignante dans un dispositif " La Main à la Pâte " au cycle 3. *Aster*, 33, 135-161.
- BUCHETON, D. (2009). *L'agir enseignant : des gestes professionnels ajustés*. Toulouse : Octarès.
- CAILLOT, M. (1996). La théorie de la transposition didactique est-elle transposable ? In C. Raiky et M ; Caillot (éds), *Au-delà des didactiques, le didactique* (pp. 19-35). Paris-Bruxelles : De Boeck.
- CANTOR, M. (1995). À la conquête des germes. In F. Balibar & M.-L. Prévost (dir.), *Pasteur cahiers d'un savant*. 121-136. Paris : CNRS éditions.
- CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J. & WEIL-BARAIS A. (1983). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.
- CHAIGUEROVA, L. (2010). Léontiev, source de la psychologie ergonomique. In F. Yvon & F. Saussez, *Analyser l'activité enseignante – des outils méthodologiques et théoriques pour l'intervention et la formation* (pp. 159-179). Québec : Presses de l'université Laval (Canada).
- CHARLES, F. (2010). Spécificités de la composition des moments scolaires à l'école maternelle. *Deuxième colloque international de l'ARCD, « Les contenus disciplinaires »* Villeneuve d'Ascq, janvier 2011.
- CHAROLLES M., (1988). Les études sur la cohérence, la cohésion et la connexité textuelles depuis la fin des années 1960. *Modèles linguistiques*, X, 2, 45-66.
- CHARTRAND, S.-G., BLASER, C. & GAGNON, M. (2006) ; Fonction épistémique de l'écrit et genres disciplinaires. Enquête dans les classes d'histoire et de sciences du secondaire québécois. *Revue suisse des sciences d'éducation*, 28(2), 275-293.)
- Col., (1983). Éveil scientifique et modes de communication. *Recherches pédagogiques*, 117. Paris : INRP.
- CHEVALLARD, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In : Arzac, G., Chevallard, Y., Martinand, J.-L. et Tiberghien, A. *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble : La pensée Sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. Javier García (Éd.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica* (pp. 705-746). Universidad de Jaén.
- COLLETTA, J.-M. (2004) *Le développement de la parole chez l'enfant âgé de 6 à 11 ans - corps, langage et cognition*. Sprimont : Mardaga (Belgique).
- COQUIDÉ, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *ASTER*, 26, 109-132.

- COQUIDÉ, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris XI, Orsay. 198 pages. [en ligne]
<http://www.stef.ens-cachan.fr/docs/coquide.pdf>
- COQUIDE, M.; BOURGEOIS-VICTOR, P.; DESBEAUX-SALVIAT, B. (1999). « Résistance du réel » dans les pratiques expérimentales. *ASTER*, 28, 57-77.
- COQUIDÉ, M. & STALLAERTS, M. (2005). Des coins en maternelle : pour quoi ? Comment ? ce qu'en disent des enseignants. *Colloque « Former des enseignants-professionnels, savoirs et compétences »*. Nantes février 2005.
- DELL'ANGELO – SAUVAGE, M. (2009). *La construction d'un rapport au vivant : un autre regard sur les enseignements relatifs aux vivants à l'école et au collège*. Paris : Delagrave.
- DE LA VEGA, J.-F. (2000). *La communication scientifique à l'épreuve de l'Internet*. Villeurbanne : presses de l'ENSSIB.
- DEPECKER, L. (2002). *Entre signe et concept - éléments de terminologie générale*. Paris: Presses Sorbonne Nouvelle.
- DOLZ J., JACQUIN M., & SCHNEUWLY B. (2006). Le curriculum en classe de français en secondaire : une approche à travers des objets enseignés. In Audigier F., Crahay M., Doz J (éds). *Curriculum, enseignement et pilotage* (pp.143-164). Bruxelles : De Boeck.
- DOUADY, R. (1986), Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 7.2, 5-31. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- DROUIN, A.- M. (1987). Des images et des sciences. *ASTER*, 4, 1-32.
- DUCANCEL, G. (1988). Écrire en sciences à l'école élémentaire : référents théoriques pour une didactique. *Aster*, 6, 167-190.
- DUCANCEL, G. (1995). Apprentissages langagiers, apprentissages scientifiques : problématiques didactiques. *Repères*, 12, 5-20.
- DUCRET, J.-J.(2009). Préambule In *Construction intra intersubjective des connaissances et du sujet connaissant – Actes du 3^{ème} colloque « Constructivisme et Éducation »* (pp. 13-18). Genève : SRED.
- DUVAL, R. (2000). Écriture, raisonnement et découverte de la démonstration en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 20(2), 135-177.
- DUVAL, R. (2009). « Objet » : un mot pour quatre ordres de réalité irréductibles ? In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- EVERAERT-DESMEDT, N. (1990). *Le processus interprétatif - introduction à la sémiotique de Ch. S. Peirce*. Liège: Pierre Mardaga
- FAYOL, M. (1997). *Des idées au texte, psychologie cognitive de la production verbale orale et écrite*. PUF.
- FILLIETTAZ, L. (2006). Asymétrie des engagements et accommodation aux circonstances locales : les apports d'une sémiologie de l'action à l'analyse d'une leçon de langue seconde. In M.- C. Guerrier, V. Durand-Guerrier & J.-P. Sautot (dir.), *Interactions verbales, didactiques et apprentissages : recueil, traitement et interprétations didactiques des données langagières en contextes scolaires* (pp. 73-95). Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté.
- FILLON P., PETERFALVI B. & SZTERENBARG M. (2007) « L'organisation annuelle par les enseignants : problèmes de temporalités et variations didactiques » *Aster* 45 (139-164).

- FRANÇOIS, F. (1993) : *Pratiques de l'Oral*. Paris : Nathan
- FRANÇOIS, F. (1996). Communication, interaction, dialogue. Remarques et questions. *Le français aujourd'hui*, 113, 11-23.
- FOUREZ, G. (1985). Pour une éthique de l'enseignement des sciences. Lyon : Chronique Sociale.
- GARCIA-DEBANC, C. (1995). Interaction et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, 12, 79-103.
- GILLY, M. ROUX J.-P. & TROGNON A. (Eds.) (1999). *Apprendre dans l'interaction*. Nancy : Presses Universitaires de Nancy.
- GIORDAN, A., HENRIQUES A. & BANG V. (1989). *Psychologie génétique et didactique*.
- GIORDAN, A. et MARTINAND, J.L., (1983). *L'élève et les connaissances scientifiques*. Berne : Peter Lang.
- GIVRY, D. (2005). Analyse vidéo de l'apprentissage des sciences par les élèves : l'apport des gestes et des éléments saillants de la situation. *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*. [en ligne]
www.inrp.fr/ardist2005/ressources/contributions/31.pdf
- GOLDIN-MEADOW, S. (1997). When gestures and words speak differently. *Current Directions in Psychological Science*, 6,5. 138-145.
- GRANDATY, M. & TURCO, G. (coord.). (2001). *L'oral dans la classe : discours, métadiscours, interactions verbales et construction de savoirs à l'école primaire*. Paris : INRP.
- GRIZE, J.-B. (1990). *Logique et langage*. Orphys.
- GUEUDET, G. & TROUCHE L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires, Chapitre 3. In G. Gueudet et L. Trouche (éds), *Ressources vives* (pp 21-37). Collection "Paideia", Editions PUR.
- GUILLAUME, P. (1968). *Introduction à la psychologie*. Paris : Vrin (4^{ème} édition).
- GUILLAUME, P. (1969). *Manuel de psychologie*. Paris PUF (1^{ère} édition 1932).
- HABERMAS, Y. (1987). *Théorie de l'agir communicationnel* (trad. fr.). Paris : Fayard. (publication originale :1981).
- HOMINAL, M. (1995). La polyvalence ou l'alliance de l'un et du multiple. *Former des maîtres*, 47, 5-6.
- HOUSSAYE, J. (dir.) 1993. *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris : ESF.
- JAUBERT M. & REBIERE M. (2000)°. *Le rôle la construction de savoirs en biologie – Comment permettre aux élèves d'entrer dans une communauté discursive scientifique scolaire*. Rapport de la recherche INRP « SCIENSCRIT » l'écriture en sciences.
- JAUBERT, M. & REBIERE M. (2000) Observer l'activité langagière des élèves en sciences, *ASTER*, 31, 173-195.
- JOUIN, B. (2005). Les sciences physiques dans leur fonction de service par rapport à la technologie au lycée professionnel. *Actes des 4èmes rencontres de l'ARDIST*. [en ligne]
www.inrp.fr/ardist2005/ressources/contributions/65.pdf
- KAHN P. (2000). L'enseignement des sciences de Ferry à l'éveil, *Aster*, 31, 9-35.

- KORZYBSKI, A. (1994). *Science and Sanity: An Introduction to Non Aristotelian Systems and General Semantics*. New York : Institute of General Semantics (première édition : 1933). <http://esgs.free.fr/uk/art/sands.htm>
- LARCHER, C. (2003). Contribution à la table ronde « cadres théoriques autour de la modélisation ». In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Eds.), *Actes des 3es rencontres scientifiques de l'ARDIST « Recherches en didactique des sciences et des techniques : Questions en débat »* (pp. 305-308). Toulouse : ENFA.
- LATOUR, B. (1995). *Le métier de chercheur, regard d'un anthropologue*. Paris : INRA.
- LATOUR, B. & WOOLGAR, S. (1988). *La vie de laboratoire*. Paris : Ed. La découverte.
- LAVARDE A. (1994). La genèse de l'acte graphique. *Communication et langages*, 99, 74-87.
- LAVARDE, A. (1998) La flèche, le signe qui anime les schémas. *Communication et langages*. 109. 51-62.
- LAUGIER, S. (2008) Introduction. In *Quine, Relativité de l'ontologie et autres essais*. Paris : Aubier (traduit par Largeault) ; (édition originale 1978)
- LEBAHAR, J.-C. (2009). Les deux modes d'existence de l'artefact : objet et système. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires des de Grenoble.
- LEBEAUME, J. (1995). La transformation des travaux d'aiguille en leçons de couture ou la constitution d'un réseau de pratiques scolaires cohérentes. *Spirale*, n° 14, 103-136.
- LEBEAUME, J. (2000). "Découverte du monde" "Sciences et technologie" : des matières scolaires à l'école élémentaire - le point de vue des élèves. Rapport de recherche multigraphié. INRP, IUFM Orléans Tours.
- LEBEAUME, J. (2000). Jeux d'étiquettes, jeux de kim, jeux de familles, puzzles ou devinettes à l'école. Découverte du monde, sciences et technologie aux cycles II et III. *Aster*, 31, 197-215.
- LEBEAUME, J. (1999). *Perspectives curriculaires en éducation technologique*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches. Université Paris Sud.
- LEBEAUME J. (2005). L'industrie humaine mise en mots pour l'école - In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *par les mots et par les choses, actes des XXVIIèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*, [CDROM]. Paris, D.I.R.E.S.
- LEBEAUME, J. (2005, décembre). A l'école maternelle, quel(s) monde(s) à découvrir. Conférence présentée à la *réunion régionale de l'AGIEM*, La Londe des Maures.
- LEBEAUME, J. (2008). *Les sciences à l'école, des leçons de choses aux sciences expérimentales et technologie*. Paris : Delagrave.
- LEBEAUME, J. (2009). Quand la chose devient objet technique. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet* (pp. 49-61). Grenoble : Presses Universitaires des de Grenoble.
- LEBEAUME, J. (2011). Les choses et les mots à l'école primaire. Exploration de la connexité des enseignements de français et de sciences (1880-2000). *Carrefours de l'éducation*, HS 1, 87-100.
- LECOINTRE, G. (2007, septembre). *La classification en sciences naturelles à l'école et ses enjeux*. Conférence au Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

- LEDRAPIER, C. (2007). *Le rôle de l'action dans l'éducation scientifique à l'école maternelle – Cas de l'approche des phénomènes physiques*. Thèse de doctorat en sciences de l'Éducation, École Normale Supérieure de Cachan, Cachan.
- LEDRAPIER, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? *Recherches en didactiques des sciences et des technologies*, 2, 79-102. Lyon : INRP.
- LEGENDRE, M.-F. (2009). Piaget et Vygostki en contexte éducatif : complémentarité ou opposition? In Construction intra intersubjective des connaissances et du sujet connaissant – Actes du 3^{ème} colloque « Constructivisme et Éducation » (pp. 181-192). Genève : SRED.
- LENOIR, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. In C. Raisky et M. Caillot (éds). *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs* (pp. 223-251). Bruxelles : De Boeck Université.
- LENOIR, Y. (2006) « Du curriculum formel au curriculum enseigné : comment des enseignants québécois du primaire comprennent et mettent en œuvre le nouveau curriculum de l'enseignement primaire » in Audigier F., Crahay M., Doz J (éds). *Curriculum, enseignement et pilotage* (119-142). Bruxelles, De Boeck.
- LEPLAT, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail, contribution à la psychologie ergonomique*. Paris, PUF.
- LERAT, P. (1995). *Les langues spécialisées*. Paris : PUF
- LIDAR, M.; LUNDQVIST, E. & ÖSTMAN, L. (2005). Teaching and Learning in the Science Classroom. *Science Education*, 90, 148 – 163.
- MARIOTTI, M. & MARACCI, M. (2010), Un artefact comme instrument de médiation sémiotique : une ressource pour le professeur, Chapitre 5. In, G. Gueudet et L. Trouche (eds), *Ressources vives* (pp 21-37). Collection "Paideia", Editions PUR.
- MARQUEZ, C, IZQUIERDO, M, & ESPINET, M. (2006). Multimodal Science Teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, 90, 202-226.
- MARTINAND, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne : Peter Lang.
- MARTINAND, J.-L. (1987). Quelques remarques sur les didactiques des disciplines, *Les Sciences de l'Éducation*, 1-2, pp.23-35.
- MARTINAND, J.-L. (1994) Les sciences à l'école primaire : questions et repères. In : B. Andries & I. Beigbeder, *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*. CNDP, Hachette.
- MARTINAND, J.-L. (1994). Observer-agir-critiquer, l'enseignement des sciences à l'école primaire. In : *Actes des Journées Paul Langevin 94*. Brest, 13-18.
- MARTINAND, J.-L. (1995). Pour la pratique des sciences et de la technologie. In J.-L. Martinand (coord.) *Découverte de la matière et de la technique*. Paris : Hachette.
- MARTINAND, J.-L. (2000). Rapport au savoir et modélisation en sciences. In A. Chabchoub (dir.), *Rapports aux savoirs et apprentissage des sciences*. Actes du 5e colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences, tome 1 (pp. 123-135). Tunis.
- MARTINAND, J.-L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire. In A., Terrisse (éd.). *Didactique des disciplines, les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck.

- MARTINAND, J.-L. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France : problèmes de didactique curriculaire, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3, 101-106.
- MARTINAND, J.L. (2009). Risques et vertus de l'implicite. In C. COHEN-AZRIA & N. SAYAC (éds.). *Questionner l'implicite. Les méthodes de recherche en didactiques*, vol. 3. Villeneuve d'Ascq : Septentrion.
- MEYERSON, I. (1948). *Les fonctions psychologiques et les œuvres*. Paris : Vrin.
- MEYERSON, I. (2000). *Existe-t-il une nature humaine ? La psychologie historique, objective, comparative*. Paris : Sanofi - Synthelabo.
- MORAND, B. (1997). Les sens de la signification. Pour une théorie *a priori* du signe. *Intellectica, Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive*, 2 (25). <http://www.iut3.unicaen.fr/~moranb/sensign1.html#sens>
- NEWTON, P., DRIVER, R. & OSBORNE, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- NONNON, E. (1999). Enseignement de l'oral et interactions verbales champs de référence et problématiques. Note de synthèse. *Revue Française de Pédagogie*, 129. 87-131.
- NONNON, E. (1999). La notion de point de vue dans le discours. *Pratiques*, 99.
- NONNON, E. (2001). La construction d'objets communs d'attention et de champs notionnels à travers l'activité partagée de description, in : M. GRANDATY et G. TURCO. (coord.), *L'oral dans la classe : discours, métadiscours, interactions verbales et construction de savoirs à l'école primaire*. Paris, INRP.
- ORANGE, C., FOURNEAU, J.-C. & BOURBIGOT, J.-P. (2001). Écrits de travail, débats scientifiques et problématisation à l'école élémentaire. *ASTER*, 33, 111-134.
- ORANGE-RAVACHOL, D. & TRIQUET, E. (2007). Sciences et récits, des rapports problématiques. *ASTER*, 44, 7-22.
- OSBORNE, J. (2001). Promoting Argument in the Science Classroom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(3), 271-290.
- PAPERMAN, P. & LAUGIER, S. (éds.) (2006). *Le souci des autres. Éthique et politique du care*. Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales.
- PASSERON, J.C. (1991). *Le Raisonnement sociologique. L'espace non-poppérien du raisonnement naturel*, Paris : Nathan.
- PEIRCE, C.S. (1978). Écrits sur le signe rassemblés, traduits et commentés par Gérard Deledalle. Paris : éditions du seuil.
- PETERFALVI, B. (1988). Outils graphiques, anticipation de la tâche, raisonnement. *ASTER*, 6, 47-90.
- PIAGET, J. & INHELDER, B. (1966). *La psychologie de l'enfant*. Paris : PUF.
- PLANE S. & SCHNEUWLY B. (2000) Regards sur les outils d'enseignement du français : un premier repérage. *Repères*, 22, 3-17.
- PLÉ, E. (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. *ASTER*, 24, 203-229.
- POPPER, K. R. (1985). *Conjectures et réfutations : la croissance du savoir scientifique* (trad. fr.). Paris : Payot. (publication originale 1969).

- POPPER, K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier [1^{ère} édition 1972].
- PRAIRAT, E. & RÉTORNAZ, A. (2002). La polyvalence des maîtres en France : une question en débat. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 28-3, 587-615.
<http://id.erudit.org/iderudit/008335ar>
- PROST, A. (1996). *Douze leçons pour l'histoire*. Paris : Le Seuil.
- RABARDEL, P. (1995). *Les Hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- RAISKY C. (2001). Référence et système didactique. In : A.Terrisse. *Didactique des disciplines : les références au savoir* (pp. 25-47) Bruxelles : De Boeck.
- RASTIER, F. (2003). De la signification au sens. Pour une sémiotique sans ontologie. *Texte !* juin-sept. 2003 [en ligne]. http://www.revue-texto.net/Inedits/Rastier/Rastier_Semiotique-ontologie.html
- REBIÈRE, M. (2000). *Langage, posture et cognition : enjeux et obstacles de l'activité langagière dans la classe de sciences à l'école élémentaire*. Université de Bordeaux 2, thèse de doctorat (sous la direction de M. Brossard et J.P. Bernié.)
- ROSS, A. (2000). *Curriculum : construction and critique*. London: Routledge Falmer.
- SCHNEEBERGER, P. & PONCE, C. (2003). Tirer parti des échanges entre pairs pour construire des apprentissages en sciences. *Aster*, 37, 53-82.
- SENSEVY, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy et A. Mercier (dir.) *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes : presses universitaires de Rennes.
- SENSEVY, G., FOREST, D., RUBIN, E., SALAM, L., SALOU., TURCO, G. & VIGOUROUX, J.-M. (2000). Polyvalence et action du professeur. In *Travaux des équipes et résumés des résultats. Journées d'étude « Polyvalence des maîtres et formation des professeurs des écoles - Bilan de recherches 1997-2000 »*. INRP Paris 22 Septembre 2000.
<http://www.inrp.fr/rencontres/je/2001/polyv.htm>
- SENSEVY, G. & QUILO, S. (2002). Les discours du professeur, vers une pragmatique didactique. *RFP*, 141, 47-56.
- SÉRÉ, M.-G. (1982). A propos de quelques expériences sur les gaz : étude des schèmes mécaniques mis en œuvre par des enfants de 11 à 13 ans. *Revue Française de Pédagogie*, (60)1, 43-49.
- SIMONDON G. (1958). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris : Aubier.
- SITRI, F. (2003). L'autonymie dans la construction des objets de discours. in *Parler des mots, Le fait autonymique en discours*, textes réunis par J. Auhier-Revuz, M. Doury, S. Reboul. Paris, Presses de la Sorbonne Nouvelle.
<http://www.cavi.univ-paris3.fr/ilpga/autonymie/theme4/sitrif.pdf>
- SUTTON C (1995). Questions sur l'écriture en sciences : une vue personnelle d'outre manche. *Repères*, 12, 37-52.
- THEUREAU, J. (2004). Postface, in J. Theureau, *Le cours d'action : Méthode élémentaire, seconde édition remaniée et postfacée de (1992) Le cours d'action : analyse sémio-logique*, Toulouse : Octares.

TIBERGHIEU, A., BUTY, C. & LE MARÉCHAL, J.-F. (2003). La modélisation, axe prioritaire d'une approche théorique sur les relations entre apprentissage et enseignement. In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Eds.), *Actes des 3es rencontres scientifiques de l'ARDIST « Recherches en didactique des sciences et des techniques : Questions en débat »* (pp. 309-314). Toulouse : ENFA.

TOULMIN, S.E. (1958). *Les usages de l'argumentation*. Paris : PUF.

VAUSE, A. (2009). Les croyances et connaissances des enseignants à propos de l'acte d'enseigner. *Les cahiers de recherche en éducation et formation*, 66.

<http://www.i6doc.com/fr/livre/?GCOI=28001100781670>

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10 (2/3), 133-170.

VERGNAUD, G. (2008). Culture et conceptualisation ; l'une ne va pas sans l'autre, *Carrefours de l'éducation*, 2-26, 83-98,

VESLIN, J. (1988). Quels textes scientifiques espère-t-on voir les élèves écrire ?. *ASTER*, 6, 91-127.

VERIN, A. (1988). Apprendre à écrire pour apprendre les sciences. *Aster*, 6, 15-46.

VERIN, A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12, 21-36.

VERON E. (1980). La sémiotique et son monde. In : *La sémiotique de C.S Peirce. Langages*, 58. pp. 61-74. url : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/lgge_0458-726x_1980_num_14_58_1847 Consulté le 26 02 2011

VINATIER, I ; (2009). *Pour une didactique professionnelle de l'enseignement*. Rennes : PUR.

VINCK, D. (1995). *Sociologie des sciences*. Paris : Armand Colin.

VINCK, D. (2009). De la question de l'objet intermédiaire à la question de l'équipement. In J. Baillé (Dir) *Du mot au concept : objet*. Grenoble : Presses Universitaires des de Grenoble.

WEIL-BARAIS, A. & BOUDA, N. (2004). Contexte social et interactionnel d'activités expérimentales à l'école primaire. *ASTER*, 38, 211-236.

WICKMAN, P. - O. (2004). The practical epistemologies of the classroom: A study of laboratory work. *Science Education*, 88, 325-344.

12 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

► : publications principales reprises dans le mémoire

■ : Publications sélectionnées dans le dossier

Articles dans des revues internationales avec comité de lecture (ACL)

► ■ (1) BISAULT, J. & REBIFFÉ C. (2011). Découverte du monde et interactions langagières à l'école maternelle : construire ensemble un objet d'investigation scientifique. *Carrefours de l'éducation, HS 1*, 13-28.

► ■ (2) BISAULT, J. (2010). Des moments de sciences à l'école primaire : quelles références pour quelles constructions scolaires ? *Recherches en didactiques des sciences et des technologies, 2*, 53-77.

► ■ (3) BISAULT, J. & BERZIN, C (2009). Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire. *Éducation et didactique, vol. 3(2)*, 81-103.

► ■ (4) BISAULT, J., BOYER, C. DEGRET, P. & LEDRAPIER C. (2009). Des moments de sciences à l'école primaire : textes officiels et documents de préparation des enseignants. *Spirale, 43*, 41-73.

(5) BISAULT, J. (2008). Interactions verbales, investigation expérimentale et conceptualisation en sciences à l'école primaire. *Carrefours de l'éducation, 25*, 17-31.

► ■ (6) BISAULT, J. & LE BOURGEOIS, R. (2006). Les enjeux disciplinaires et transversaux de l'argumentation à l'école. L'exemple de l'histoire et des sciences. *Les sciences de l'éducation. Pour l'ère nouvelle, vol.39 (3)*, 101-139.

► ■ (7) BISAULT, J. (2005). Langage, action et apprentissage en sciences à l'école maternelle. *Spirale, 36*, 123-138.

► (8) BISAULT, J., & FONTAINE, V. (2004). Constituer une communauté scientifique scolaire pour susciter l'argumentation entre élèves. *Aster, 38*, 91-122.

► ■ (9) BISAULT, J., REBIFFÉ C., LAVARDE, A., et FONTAINE, V. (2000). Communiquer en sciences à l'école : des élèves cyber - chercheurs. *Aster, 31*, 121-148.

(10) BISAULT, J., RYSCHENKOW, G. & FAIVRE, G. (1991). Spherulitic branching in the crystallization of liquid selenium. *Journal of crystal growth, 110, 4*, 889-909.

Ouvrages scientifiques (ou chapitres) (OS)

(11) BISAULT, J. (2009). Histoire du rapport entre sciences et langage dans les programmes de sciences. In P. Schneeberger et A. Vérin, *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 37-47). Paris : INRP.

► (12) BISAULT, J. (2009). Les activités langagières des chercheurs : une référence pour les activités de classe ? In P. Schneeberger et A. Vérin, *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 29-36) Paris : INRP.

► ■ (13) BISAULT, J (2009). Constituer une communauté scientifique scolaire pour favoriser l'argumentation entre élèves. In C. Buty et C. Plantin : *l'argumentation dans l'apprentissage des sciences* (pp. 153-192). Paris : INRP.

(14) BISAULT, J & REBIFFÉ, C. (2009). Communiquer et argumenter pour apprendre par des cyber-écrits : l'air et la respiration au cycle 3. In P. Schneeberger et A. Vérin, *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 169-195). Paris : INRP.

► (15) REBIFFÉ, C. & BISAULT, J. (2009). Espace de jeu dans le discours oral : fécondité et difficulté. In P. Schneeberger et A. Vérin, *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences : quels enjeux pour les apprentissages à l'école ?* (pp. 319-326). Paris : INRP.

(16) BISAULT, J., ISIDORE-PRIGENT, J., ORANGE, C., PLANE, S., REBIERE, M., WEISSER, M. (2004). Quelques éléments de cadrage de cette recherche. In J. Douaire (coord.), *Argumentation et disciplines scolaires* (pp. 13-43). Paris : INRP.

(17) ALLIEU-MARY, N., BISAULT, J., LE BOURGEOIS, R., et VÉRILLON, P. (2004). Vers l'appréhension de postures disciplinaires : études de pratiques argumentatives en histoire-géographie, sciences et technologie. In J. Douaire (coord.), *Argumentation et disciplines scolaires* (pp. 113-199). Paris : INRP.

Communications avec actes (ACT)

- internationales

► (18) BISAULT, J. (2010). Des objets organisateurs des pratiques enseignantes en sciences à l'école primaire. *Colloque International « les didactiques en question »*. Université de Cergy -Pontoise– octobre 2010.

► (19A) BISAULT, J. (2010). Objectivations et convergences dans les moments scolaires de sciences au cycle 3. In *Symposium « éducation scientifique à l'école primaire et professionnalité des enseignants », Bisault, J. (Resp.), Congrès international AREF 2010 - Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation*. Genève –septembre 2010.

► (19B) BISAULT, J. (Resp.) (2010). Éducation scientifique à l'école primaire et professionnalité des enseignants (symposium soutenu par l'ARDIST). *Congrès international AREF 2010 - Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation*. Genève –septembre 2010.

► (20) BISAULT, J. (2010). Moments d'éducation scientifique à l'école primaire, « objets à » et « objets pour » enseigner-apprendre. *Deuxième colloque international de l'ARCD, « Les contenus disciplinaires » Villeneuve d'Ascq, janvier 2011*.

► (21) BISAULT, J. (2009). Moments de découverte du monde et culture scientifique à l'école maternelle. In *Actes du Symposium international École(s) et Culture(s) : quels savoirs ? Quelles pratiques ?* [Cédérom]. Lille : Université Lille3.

(22) BERZIN, C & BISAULT, J. (2009). Activité et interactions inter-individuelles dans le cadre de l'apprentissage des sciences à l'école élémentaire : quelle contribution de la part du maître ? In *Construction intra intersubjective des connaissances et du sujet connaissant – Actes du 3^{ème} colloque « Constructivisme et Éducation »* (pp. 193-200). Genève : SRED.

(23) BISAULT, J. & REBIFFÉ C. (2007). Analyser l'activité de lecture de manuel en sciences : un exemple au cycle 3 de l'école primaire. In *Actes du colloque international: IOSTE meeting 2007 – critical analysis of school science textbooks*, [Cédérom]. Hammamet, Tunisie.

(24) BISAULT, J.& BERZIN, C. (2007). Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école. In *Actes du Congrès international AREF 2007 - Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation*. [Cédérom].

- (25) BISAULT, J. (2005). Le langage en sciences à l'école : quelles références et quels enjeux pour quelles pratiques scolaires ? In *actes du Colloque international « didactiques : quelles références épistémologiques »* - Bordeaux mai 2005. [Cédérom]. IUFM d'Aquitaine.
- (26) BISAULT, J. (2005). Faire des sciences pour apprendre à parler, lire et écrire ou parler, lire et écrire pour apprendre les sciences? table ronde « leçons de mots, leçons de choses ». In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *par les mots et par les choses, actes des XXVIIèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*, [Cédérom]. Paris : DIRES.
- (27) BISAULT, J., et REBIFFÉ, C. (2004). Parler, agir et conceptualiser en sciences à l'école maternelle. In *Actes du colloque international "Faut-il parler pour apprendre ?"* Arras – Mars 2004. [Cédérom]. IUFM Nord-Pas de Calais.
- (28) BISAULT, J. (2004). *Argumenter en sciences à l'école élémentaire : des pratiques des chercheurs aux pratiques scolaires*. In actes du 9^{ème} colloque international de l'AIRDF « Le français : discipline singulière, plurielle ou transversale », [en ligne : <http://www.colloqueairdf.fse.ulaval.ca/>]. Québec, Canada.
- (29) BISAULT, J. (2003). Chercher, communiquer et apprendre en sciences à l'école primaire. In M. Jaubert, M. Rebière & J.P. Bernié (Éds.), *Actes du colloque pluridisciplinaire international « Construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement »*. [Cédérom]. Bordeaux : IUFM.
- (30) BISAULT, J. (2003). Expérimentation, communication et conceptualisation à l'école primaire. In : *Actes du colloque international sur l'enseignement des sciences*. Charleville-Mézières : IUFM.
- (31) BISAULT, J. (1999). Internet et communication scientifique : des élèves « cyber – chercheurs » à l'école et au collège. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *technologies – Technologie, actes des XXIèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles*, (pp. 227 - 232). Paris : DIRES.
- (32) BISAULT, J. (1998). Enseignement scientifique et pratiques sociales de référence : former des maîtres directeurs de recherche. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *Formation à la médiation et à l'enseignement, actes des XXèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles*, (pp. 237 - 242). Paris : DIRES.
- (33) BISAULT, J. (1997). Former des élèves citoyens de la science - organisation du premier congrès des jeunes chercheurs de l'Oise. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *Formation à la médiation et à l'enseignement, actes des XIXèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles*, (pp. 211-216). Paris : DIRES.
- (34) BISAULT, J., FONTAINE, V et LAVARDE, A. (1996). Enseigner ou ne pas enseigner les sciences et la technologie. In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg (Eds), *Formation à la médiation et à l'enseignement, actes des XVIIIèmes Journées Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles*, (pp. 245-250). Paris : DIRES.
- (35) BISAULT, J., RYSCHENKOW, G. & FAIVRE, G. (1992). Étude du branchement sphérolitique dans la cristallisation du sélénium. In *actes du Congrès de la société Française de Physique*. Lille.

(36) RYSCHENKOW, G., FAIVRE, G. & BISAULT, J. (1989). Spherulitic crystallisation in pure liquid selenium. *In actes de la 5^{ème} conférence internationale sur la croissance cristalline*. Sendai (Japon).

(37) BISAULT, J., FAIVRE, G. & RYSCHENKOW, G (1988). La cristallisation sphérolitique d'un liquide peu polymérisé, le sélénium. *In actes du Congrès COMET*. Aix - en - Provence.

(38) BISAULT, J., FAIVRE, G. & RYSCHENKOW, G (1987). Cristallisation du sélénium liquide. *In Actes du Congrès de la Société Française de Physique*. Strasbourg.

- Nationales

(39) BISAULT, J. (2005). Une « communauté scientifique scolaire » pour argumenter et apprendre à l'école. *In Actes du séminaire GRIEST*. [en ligne]. Amiens : IUFM.

http://www.amiens.iufm.fr/Administration/recherche/griest_seminaire.htm

(40) BISAULT, J. (2003). Communication et collaboration en sciences à l'école. *In Actes du colloque « Les communautés virtuelles éducatives »*. Guéret.

(41) BISAULT, J. (2003). Argumentation, expérimentation et apprentissage scientifique à l'école élémentaire. In V. Albe, C. Orange & L. Simonneaux (Éds.), *Actes des 3es rencontres scientifiques de l'ARDIST « Recherches en didactique des sciences et des techniques : Questions en débat »* (pp. 261-268). Toulouse : ENFA.

(42) BISAULT, J. (2001). Chercher, écrire et communiquer en sciences à l'école : des élèves "cyber - chercheurs". *In Actes du colloque Carry le Rouet 2001 « Actualité de la recherche en didactique des sciences expérimentales et des techniques »*. *Skholê numéro hors série*, 53-67.

(43) BISAULT, J. (2001). Écriture et communication électronique en sciences à l'école : des élèves "cyber chercheurs". In J. Lebeaume & Y. Cartonnet (Éds.), *Actes du séminaire LIREST : Recherches en IUFM* (pp. 41-57). Cachan : association tour 123.

(44) BISAULT, J. (2000). Écriture et communication électronique en sciences à l'école. *In Actes du séminaire du GRIEST : L'écriture en sciences à l'école élémentaire*, 12-22. Amiens : IUFM.

(45) BISAULT, J. (1999). Communiquer en sciences et technologie à l'école : des élèves jeunes chercheurs. *Actes des 1ères rencontres de l'ARDIST*, (pp 21 – 26). Paris : ARDIST.

(46) BISAULT, J. & LAVARDE, A. (1997). Les ambiguïtés du mémoire professionnel. *In le mémoire professionnel dans la formation initiale des enseignants, actes 2^{ème} école d'été des I.U.F.M. du pôle grand Est* (pp. 71-74). Dijon : IUFM.

(47) BISAULT, J., & LAVARDE, A. (1996). Le mémoire professionnel - un outil d'analyse de pratiques. *In Actes de la 1^{ère} école d'été des I.U.F.M. du pôle grand Est*. (pp.35-51). Reims : IUFM.

(48) BISAULT, J. (1995). Approfondissements optionnels et polyvalence. *In Actes des Journées d'étude sur la formation initiale des professeurs d'école en sciences et technologie*. (pp. 31-32). Paris : I.N.R.P..

Communications sans actes (COM)

(49) BISAULT, J., LEGRAND, P., REBIFFÉ, C. et FONTAINE, V. (2010, mars). Moments scolaires et écrits du maître en sciences. Communication présentée *au séminaire du GRIEST « Écrits de la classe, écrits pour la classe »*. IUFM de l'Académie d'Amiens. Beauvais, 24 mars 2010.

► (50) LE BOURGEOIS, R. & BISAULT, J. (2009, janvier). Langage et rapport au monde en histoire et en sciences. Une approche comparative au cycle 3. Communication présentée au *1^{er} colloque international de l'ARCD : où va la didactique comparée ?* Genève, 15-16 janvier 2009.

(51) BERZIN, C & BISAULT, J. (2007, octobre). Contribution des modèles de développement de l'enfant à l'évolution des contenus et des modalités d'apprentissage dans le cadre de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire : intérêts et limites. Communication présentée au *Colloque international francophone « Psychologie et psychopathologie de l'enfant 30 ans de clinique, de recherches et de pratiques »*. Paris, 11 – 13 octobre 2007.

(52) BERZIN, C & BISAULT, J. (2007, septembre). Activité et interactions inter-individuelles dans le cadre de l'apprentissage des sciences à l'école élémentaire : quelle contribution de la part du maître ? Communication présentée au *3^{ème} colloque Constructivisme et Éducation*. Genève, 10 - 12 septembre 2007.

(53) BISAULT, J. (2004, octobre). *Constituer une « communauté scientifique scolaire » pour favoriser l'argumentation*. Communication présentée au colloque de l'INRP « argumentation et disciplines scolaires », Lyon, France.

(54) BISAULT, J. (1995, avril). *Méthodologie du mémoire et démarche expérimentale*. Communication présentée au colloque « le mémoire professionnel dans la formation des enseignants », organisé par l'IUFM Nord Pas-de-Calais, Lille, France.

Ouvrages de vulgarisation (ou chapitres) (OV)

(55) BISAULT, J. (2011, à paraître). Des objets organisateurs des pratiques enseignantes en sciences à l'école primaire. In *Les didactiques en questions : état des lieux et perspectives pour la recherche et la formation*. Bruxelles : De Boeck.

(56) BISAULT, J. (2010). Une activité d'investigation et de communication à partir d'un objet familier : l'aspirateur. In C. Passerieux, *Des pratiques pour réussir en maternelle* (pp.223-230). Ivry sur Seine : GFEN.

(57) BISAULT, J. (2001). Communiquer en sciences avec Internet. In J. Crinon, & C. Gautelier, (Éds), *Apprendre avec le multimédia et Internet* (pp. 119-135). Paris : Retz.

Autres publications (AP)

► ■ (58) BISAULT, J. (2011). Moments et objets scolaires à visée scientifique : des pistes pour penser l'éducation scientifique à l'école primaire. *Grand N*, 87, 93-113.

► (59) BISAULT, J., BOYER, C. DEGRET, P. & LEDRAPIER C. (dir) (2010). Analyse didactique des moments scolaires de découverte du monde à l'école primaire. Rapport de la recherche. 39313 INRP-STEF. Lyon : INRP, 55 pages.

► (60) BISAULT, J. (coord.). (2010). *Objets et ressources professionnelles à l'école primaire : quelles références et quels usages pour les enseignants?* Projet de recherche IUFM (2010-2013). Amiens : IUFM.

(61) BISAULT, J. (coord.). (2007). *Analyse didactique des moments scolaires de découverte du monde à l'école primaire*. Projet de recherche (2007-2010) financée par l'INRP dans le cadre des programmes « didactiques et curriculum » et « professionnalité enseignante ».

(62) FONTAINE, V., VERIN, A. et BISAULT, J. (2005). Le brouillard au cours moyen : une investigation empirique pour construire des connaissances. *Grand N*, 76, 83-98.

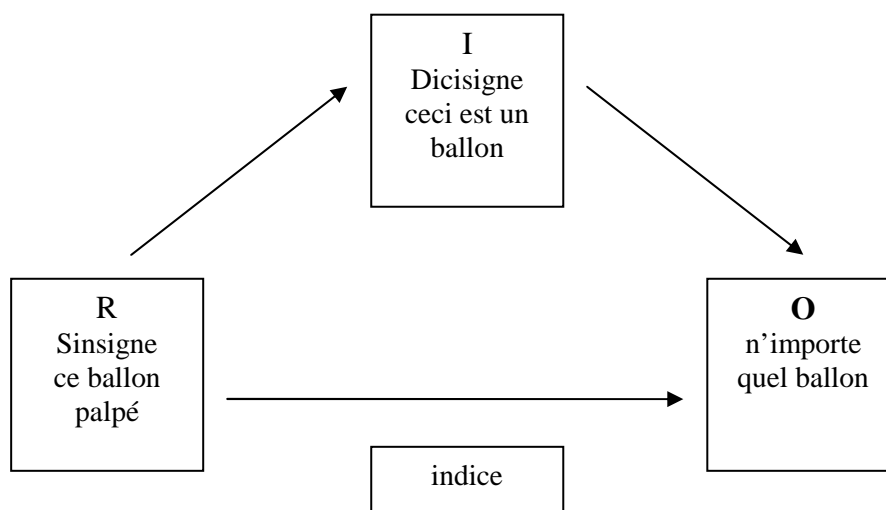
- (63) BISAULT, J., FONTAINE, V., LE BOURGEOIS, R., LAVARDE, A., et REBIFFÉ, C. (2003). *L'argumentation dans la classe* (rapport de recherche INRP-IUFM). Amiens : IUFM, 80, 65 pages.
- (64) BISAULT, J. (2000). Écrire et communiquer en sciences avec Internet. *Cahiers pédagogiques*, 388, 52-54.
- (65) BISAULT, J., DORMOY, D., FONTAINE, V., HOCHEDÉ, M., MAUNY, B., LAVARDE, A., et REBIFFÉ, C. (2000). *Chercher, écrire et communiquer en sciences* (rapport de recherche INRP-IUFM). Amiens : IUFM, 80, 142 pages.
- (66) BISAULT, J., LAVARDE, A. et FONTAINE, V. (1998). *La pratique expérimentale à l'école*. Rapport final de la recherche associative I.N.R.P. – I.U.F.M. (1995-1998), « la pratique expérimentale dans la classe », Paris : I.N.R.P.
- (67) BISAULT, J. (coord.). (1997). *Actes du congrès des jeunes chercheurs*. Beauvais : CDDP de l'Oise.
- (68) BISAULT, J., et LAVARDE, A. (1995). *Le mémoire en I.U.F.M. - théorie et pratique*. Beauvais : C.D.D.P. de l'Oise.
- (69) BISAULT, J. (1991). Étude du branchement sphérolitique dans la cristallisation du sélénium. Thèse de doctorat. Université Paris XIII.

13 Annexe : une analyse sémiotique d'un moment scolaire

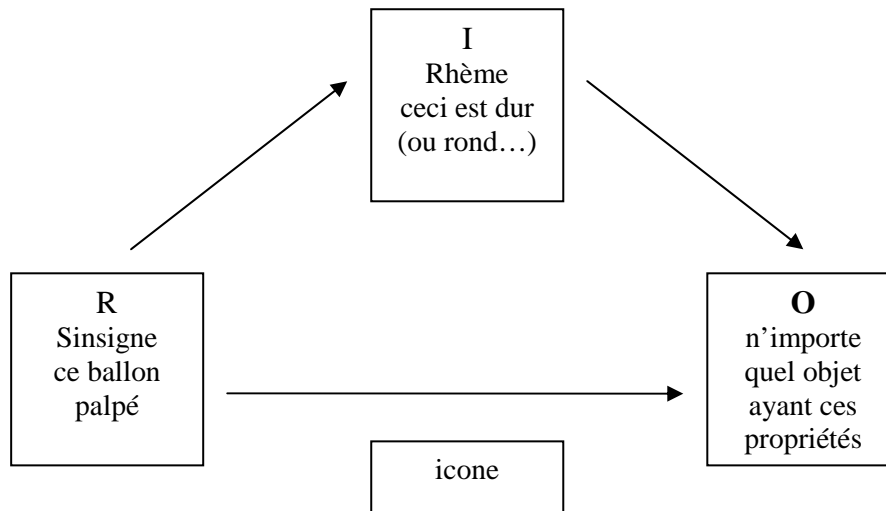
Nous présentons ici l'analyse sémiotique d'un moment sur les ballons de baudruche en maternelle que nous avons déjà discuté sur d'autres aspects. Cette analyse sémiotique utilise les catégories définies par Peirce. Nous allons examiner ici les relations qui peuvent s'instaurer entre œuvres, signes et objets. De ce point de vue, le moment scolaire sur les ballons de baudruche met en jeu deux types d'œuvres : une œuvre connue des élèves dans leur vie quotidienne : le ballon de baudruche en tant qu'usages divers d'une catégorie d'objets matériels désignée par un même nom (ballon), une œuvre connue de l'enseignant, les propriétés de l'air (« œuvre scientifique scolaire ») en tant qu'élément du curriculum scientifique. Nous avons déjà montré que d'autres œuvres interviennent de façon « parasite » dans ce moment : la couleur, « œuvre scolaire » à l'école maternelle, liée aux opérations logico-mathématiques de classification d'objets. Les deux premières œuvres sont reliées par le fait que le ballon dans son utilisation ordinaire nécessite d'être gonflé donc rempli de la substance air. Bien entendu, l'utilisation de ce ballon ou même sa fabrication n'exige nullement la conceptualisation de ce phénomène mais dans ce moment scolaire c'est une première conceptualisation qui est visée par l'enseignant. Cette visée se traduit par une « mise en scène » appropriée dans laquelle des ballons plus ou moins gonflés (et de couleurs différentes) enfermés dans un grand sac sont d'abord appréhendés par le toucher puis observés visuellement, comparés et ensuite gonflés et dégonflés.

Hypothèse d'analyse : Notre hypothèse d'analyse est qu'un premier « objet dynamique » (en tant qu'objet qui se construit progressivement) est constitué par le ballon de baudruche en général. Un deuxième objet dynamique, l'air, intervient ensuite, d'abord comme composante de l'objet ballon, puis autonome, il est dénommé « vent » au début de la séance. Chacun de ces objets dynamiques est approché par différentes sémosis avec à chaque fois un objet immédiat déterminé par chaque signe successif. Dans l'analyse qui suit, nous utilisons le terme « signe » au lieu du terme representamen.

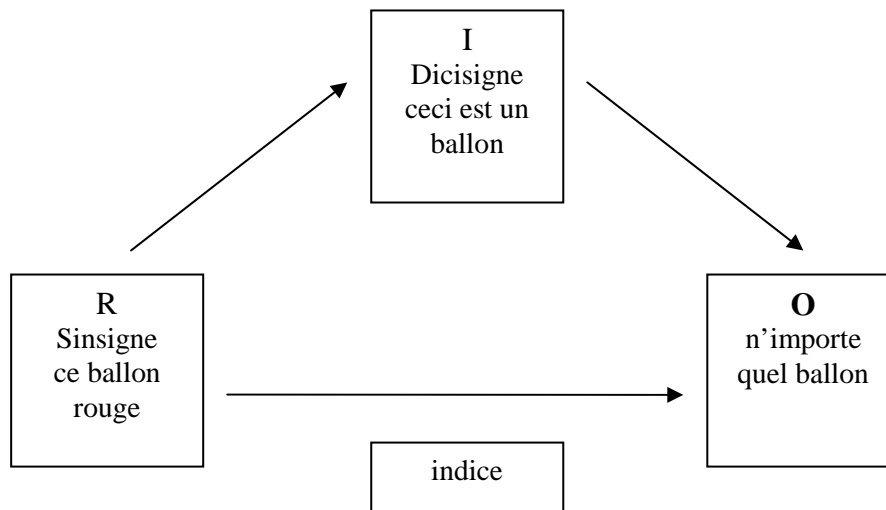
Le premier « signe » proposé aux élèves est le ballon caché dans un sac parmi un ensemble d'autres ballons. Il est immédiatement identifié en tant que ballon, donc avec un interprétant de type dicisigne (ceci est un ballon). C'est probablement la perception globale de l'objet qui convoque des expériences sensibles antérieures et qui active directement l'interprétation en terme d'objet ballon sans explicitation des qualités perceptives ; cette perception est donc pour nous un « indice » de la présence du ballon dans le sens défini par Peirce :



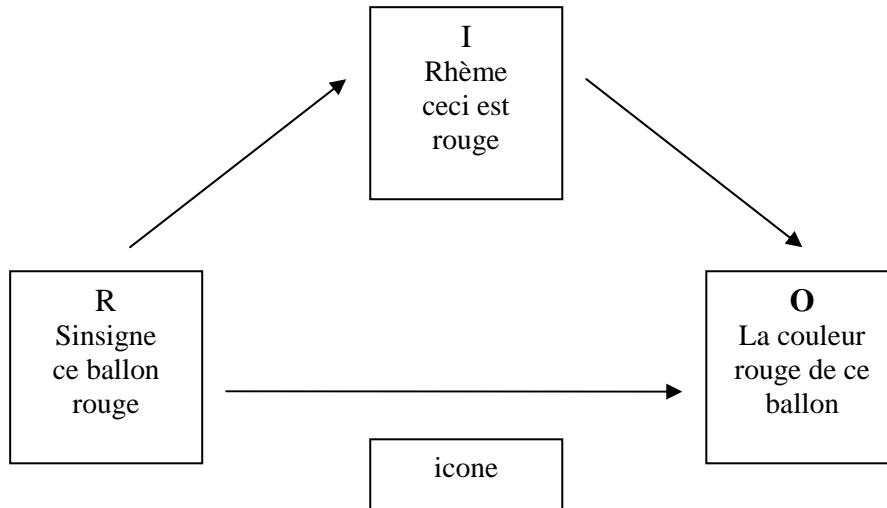
L'enseignant avait au contraire prévu une autre interprétation en termes de qualités exprimables par les élèves (dur, rond...) qui aurait permis par similarité de représenter l'objet ballon par ses propriétés avant de l'identifier et de le désigner en tant qu'objet possédant justement ces qualités (donc avec une relation de type icône-rhème à partir du même signe) :



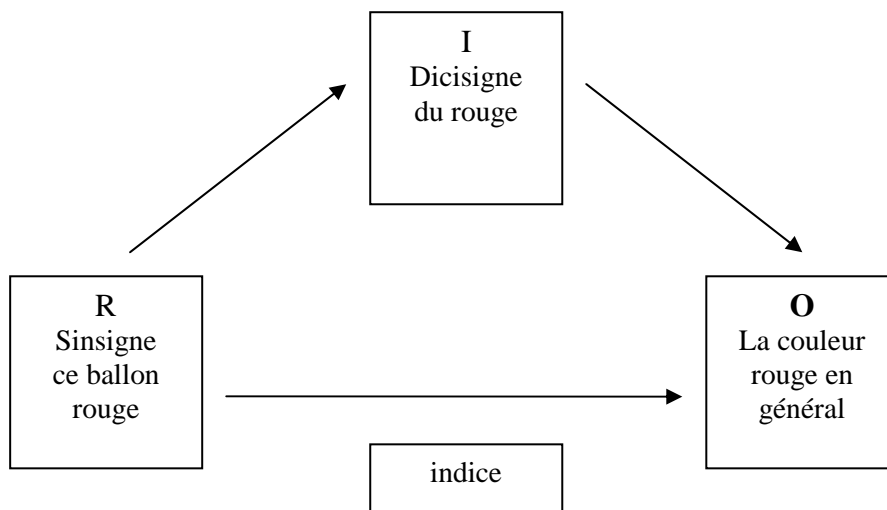
Un ballon rouge sorti du sac, fournit un deuxième signe (sinsigne toujours) qui est d'abord interprété comme ballon, très probablement selon un processus sémiotique identique au premier c'est à dire à une identification de l'objet dans sa globalité perceptive :



Dans un deuxième temps, ce même signe est interprété comme « ballon rouge » ; cela veut donc dire que la perception globale (probablement largement inconsciente) est suivie d'une perception plus analytique qui conduit à un processus de même nature que celui qui était prévu par l'enseignant mais cette fois avec l'usage de la vue et non du toucher :

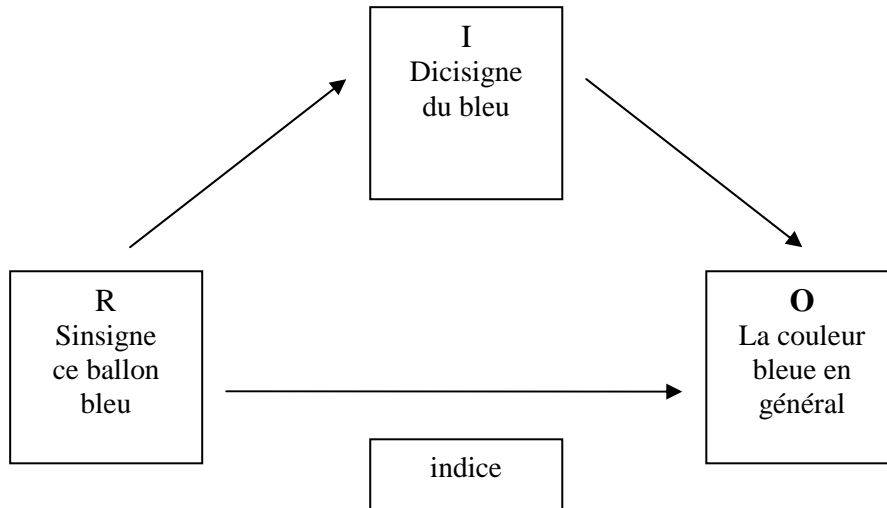


Une autre interprétation possible (interprétation par l'élève mais aussi interprétation de ce processus sémiotique dans notre analyse) conduisant au même résultat serait le suivant où la couleur rouge n'est pas associée au ballon³¹⁰ mais à une qualité plus générique :

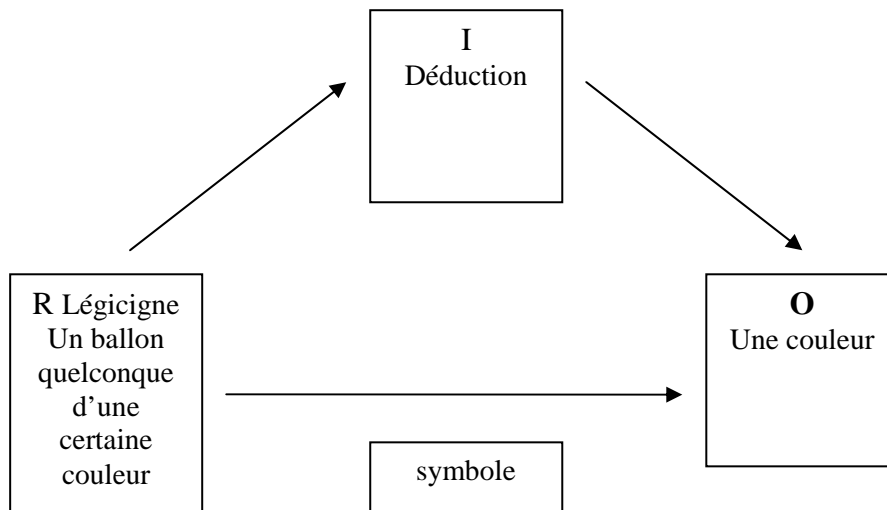


A la demande de comparaison de deux ballons (un ballon bleu gonflé, ballon bleu dégonflé) prévue par l'enseignant pour « montrer » l'état différent de gonflement, les élèves l'interprètent au contraire comme une identité (« c'est le même ») et justifient ensuite cette interprétation « c'est bleu et bleu ». C'est donc probablement une sémosis du même type que la précédente qui est déclenchée (mais pour le bleu cette fois)

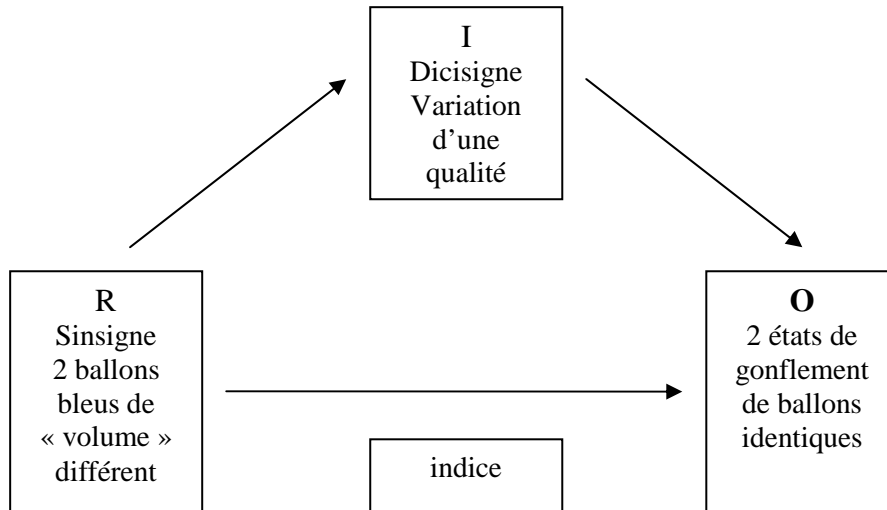
³¹⁰ Ce qui revient dans la formulation « ballon rouge » à considérer que rouge ne qualifie pas le terme ballon mais est simplement une énonciation ultérieure simplement collée dans la succession temporelle des énoncés sans relation de cohésion « ballon/ .../ rouge ».



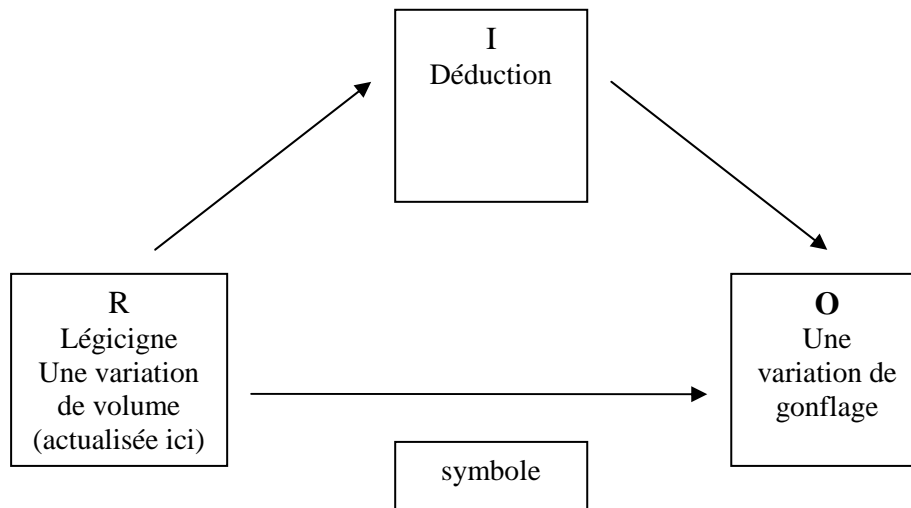
Dans une leçon sur les couleurs, l'enseignant aurait pu choisir de représenter les couleurs à partir de ballons, dans ce cas chaque ballon serait une réplique d'un légisigne symbolique construit par déduction (chaque couleur sera représentée par un ballon) ce qui aurait pu entraîner un tout autre processus sémiotique :



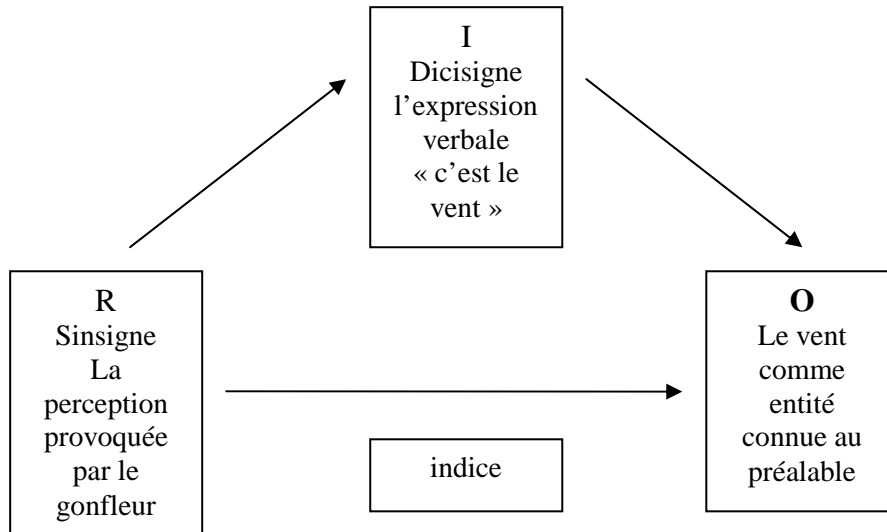
L'insistance sur la différence entre les ballons qui, d'une certaine manière, réfute la première interprétation déplace l'interprétation vers l'état de gonflement « gonflé et pas bien gonflé » :



Pour l'enseignant, c'est en effet parce que le gonflage entraîne un volume différent (déduction) qu'il propose aux élèves ces deux ballons, ce qui suppose de son côté un processus sémiotique de plus haut niveau :



L'objet « vent » apparaît ensuite à partir de l'utilisation d'un gonfleur. La perception de l'air sortant du gonfleur est immédiatement associée au vent (« c'est du vent ») renvoyant une nouvelle fois à des expériences sensibles antérieures :



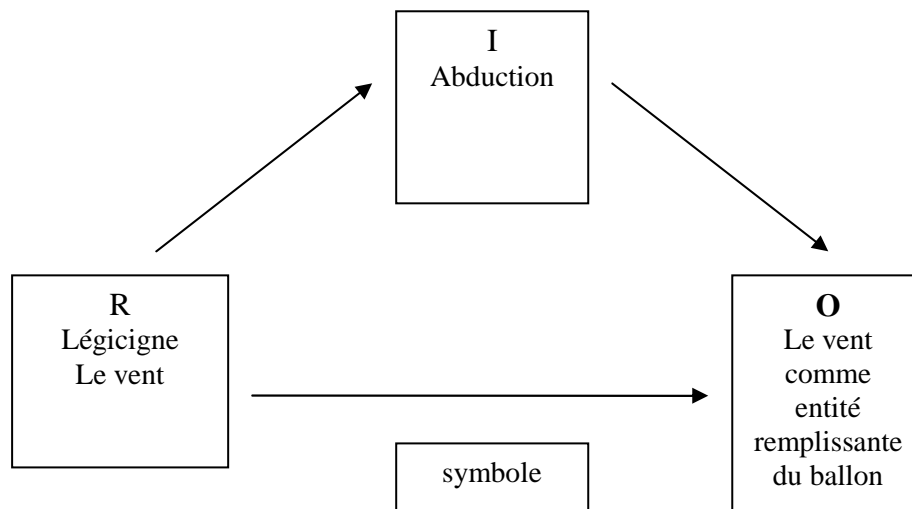
La même perception est obtenue avec l'air sortant du ballon provoquant une réponse analogue (« y a du vent ») correspondant à un processus sémiotique identique. Mais la juxtaposition des deux « faiseurs de vent » par une des élèves conduit à une autre interprétation en termes d'entrée et de sortie de vent. On peut relever ici un raisonnement par abduction lié à un événement surprenant :

Surprise : même effet entre gonfleur et ballon

Hypothèse : donc même cause (le vent) hypothèse construite sur une connaissance acquise (au moins implicite) : la répétition d'une même cause produit le même effet

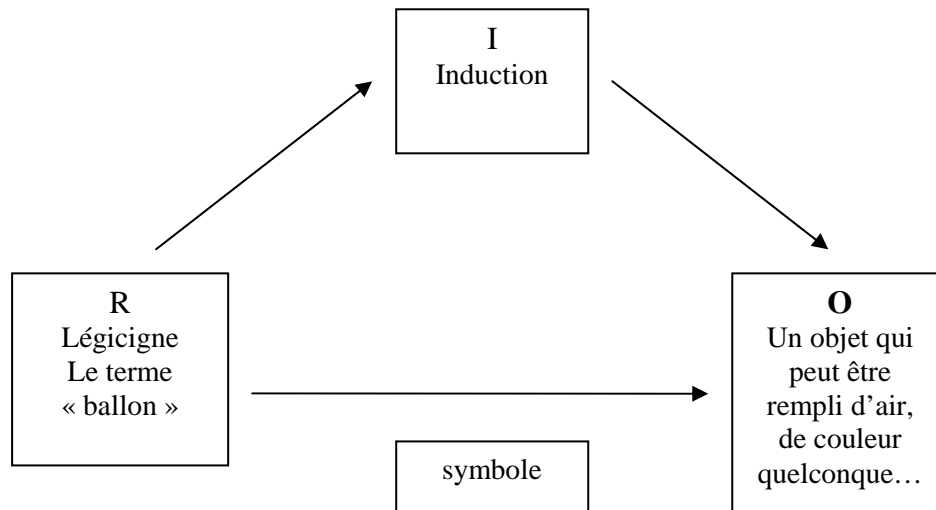
Déduction : le vent est rentré dans le ballon

Le vent ici et maintenant devient un légicigne « le vent » et on a donc en quelque sorte une réinterprétation de l'interprétant précédent (« c'est le vent » ou « y a du vent »). Plus précisément, les expressions verbales (« c'est le vent » ou « y a du vent ») sont interprétées comme des répliques du légicigne vent



« Le vent est rentré dans le ballon » devient un légicigne symbolique argumental dès que cette formulation est reprise et acceptée par le groupe. On peut donc remarquer que dans la succession des processus sémiotiques individuels et dans les échanges entre les élèves et

l'enseignant se construisent en parallèle deux objets dynamiques : le ballon comme objet « remplissable » et le vent (qui sera ultérieurement désigné par le terme « air ») comme entité remplissante du ballon. Tout au long de la séance différents ballons sont mis en scène et initient des processus sémiotiques. Leur succession rapide fait comprendre implicitement que chaque ballon n'est pas là en tant qu'être individuel mais qu'il est la réplique, l'actualisation d'un objet générique³¹¹ (le ballon de baudruche) toujours évoqué par le même terme (« le ballon ») et doté de propriétés qui s'enrichissent progressivement pour former un faisceau d'objet : le ballon étant un objet de couleur quelconque, de forme variable, qui peut être rempli d'air et dont la quantité d'air influe sur l'apparence extérieure...



On peut aussi constater au cours de ces sémosis successives, un changement de niveau de l'interprétation qui passe de la désignation globale d'objets puis à l'identification de propriétés liées à des perceptions (niveau de l'action dans le réel) jusqu'à un niveau plus symbolique (tiercété, expression d'une connaissance générale). Dans cette succession des sémosis, on a bien le même objet dynamique (ballon) qui évolue ou qui est approché par différents objets intermédiaire mais il n'y a pas pour autant de processus en cascade (le premier interprétant devenant le R de la sémosis suivante) car l'enseignant apporte en permanence de nouveaux signes-objets. En revanche, dans la mesure où des objets immédiats ont été créés on peut dire que, d'une certaine manière, chaque nouvelle sémosis se fait avec un objet dynamique enrichi des expériences précédentes par incorporation des anciens objets immédiats.

³¹¹ Par exemple, quand un élève évoque la nécessité d'associer le ballon et le gonfleur, il dit « il faut mettre un ballon » (et non « ce ballon là »). Tous les ballons manipulés ou vus sont donc des répliques d'objets plus génériques.

Contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire : modélisation des moments scolaires à visée scientifique

Habilitation à diriger des recherches

Joël Bisault

IUFM de l'Académie d'Amiens – Université de Picardie Jules Verne

Unité mixte de recherche « *Sciences Techniques Éducation Formation* » (STEF) – École normale supérieure de Cachan – Institut français de l'éducation

Résumé :

A l'école primaire dans laquelle les disciplines scientifiques ne constituent encore qu'un horizon, l'éducation scientifique ne peut pas prendre les formes conçues pour le secondaire. En premier lieu, la référence épistémologique aux sciences doit être pensée non seulement en termes de savoirs mais aussi de pratiques ; en second lieu, la conception psychologique de l'objectivation scientifique doit prendre en compte la continuité entre les trois « mondes » - intérieur, physique et social - où se manifeste la pensée et le rôle d'intermédiaire joué par les signes ; enfin, il est nécessaire de considérer l'interconnexion du curriculum à visée scientifique avec les autres curriculums de l'école primaire ainsi que la multiplicité des références, des visées et des constructions possibles à l'école primaire. Il s'agit donc de préciser les caractéristiques, les dynamiques et les relations des moments principalement scientifiques dans le flux des moments scolaires.

Nous proposons de penser le curriculum comme un ensemble de moments scolaires à visée scientifique reliés entre eux et avec d'autres moments par des relations de cohésion et de cohérence : la cohésion est ce qui permet d'assurer une relation de continuité entre deux moments distincts alors que la cohérence est ce qui permet à un ensemble de moments distincts de contribuer à une même visée. La dynamique de chaque moment à visée scientifique repose sur deux processus : l'« objectification », prise en charge par l'enseignant, qui conduit, à partir de différentes ressources ou références, à des objets à la fois matériels et symboliques appréhendables par les élèves et l'« objectivation », prise en charge principalement par les élèves qui conduit à différentes élaborations à partir de ces objets et des tâches associées.

Nous montrons que cette élaboration curriculaire ouvre des pistes pour renouveler la problématique de l'éducation scientifique à l'école primaire. Le rapprochement entre objet, signe et œuvre permet de concevoir un contenu dynamique des moments scolaires – contenu qui se transforme dans une activité à la fois empirique et dialogique. Par ailleurs, la capacité à gérer les relations de cohésion et de cohérence entre ces moments à visée scientifique et au sein d'un réseau curriculaire plus large apparaît comme un élément clé pour définir une spécialité des enseignants du premier degré.

Mots clés :

Didactique des sciences, curriculum, école primaire, moments scolaires à visée scientifique, objectivation, objectification.