HAL open science

Etude didactique des dynamiques intentionnelles de professeurs des écoles expérimentés : cas de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation

Muriel Blat

▶ **To cite this version:**

Muriel Blat. Etude didactique des dynamiques intentionnelles de professeurs des écoles expérimentés : cas de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Education. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2022. Français. NNT : 2022BRES0088 . tel-04088864

HAL Id: tel-04088864

https://theses.hal.science/tel-04088864v1

Submitted on 4 May 2023

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.

DOCTORAT BRETAGNE LOIRE / EDUCATION LANGAGES, INTERACTIONS COGNITION, CLINIQUE

UBO Université de Bretagne Occidentale

THESE DE DOCTORAT

L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

ECOLE DOCTORALE N° 603
Education, Langages, Interaction, Cognition, Clinique
Spécialité : *Sciences de l'éducation*

Par
Muriel BLAT

TOME 1 : texte

Étude didactique des dynamiques intentionnelles de professeurs des écoles expérimentés

Cas de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation

Thèse présentée et soutenue à Rennes, le 07 décembre 2022

Unité de recherche : Centre de Recherches sur l'Education, les apprentissages et la Didactique (CREAD)

Rapporteurs avant soutenance :

Manuel BÄCHTOLD	Maître de conférences HDR, Université de Montpellier
Laurent VEILLARD	Professeur de l'Enseignement Supérieur Agricole, AgroSup Dijon

Composition du Jury :

Présidente :	Isabelle KERMEN	Professeure des Universités, Université de Bretagne Occidentale
Examinateurs :	Manuel BÄCHTOLD	Maître de conférences HDR, Université de Montpellier
	Karine BECU-ROBINAULT	Maîtresse de conférences HDR, École Normale Supérieure de Lyon
	Catherine BOYER	Maîtresse de conférences, Université de Lille
	David CROSS	Maître de conférences HDR, Université de Montpellier
	Laurent VEILLARD	Professeur de l'Enseignement Supérieur Agricole, AgroSup Dijon
Dir. de thèse :	Jean-Marie BOILEVIN	Professeur Emérite, Université de Bretagne Occidentale
Co-dir. de thèse :	Patricia MARZIN-JANVIER	Professeure des Universités, Université de Bretagne Occidentale

Remerciements **11**
Introduction **13**

Partie 1 PROBLEMATIQUE **17**
Chapitre 1 ..... **19**
CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET SCIENTIFIQUE **19**
1.1 Enseignement scientifique et investigation 19
1.1.1 Enjeux de l'enseignement des sciences et des technologies 20
1.1.2 Place de l'investigation dans les curricula 21
1.2 Fondements épistémologiques 23
1.2.1 De quel constructivisme parle-t-on ? 23
1.2.2 Le questionnement en situation d'ESFI 27
1.2.3 Les conceptions initiales en situation d'ESFI 28
1.3 Mises en œuvre de situations d'ESFI 29
1.3.1 Du point de vue de l'enseignement 29
1.3.2 Du point de vue des apprentissages 31
1.3.3 Du point de vue institutionnel 32
1.4 Conclusion du chapitre 33
Chapitre 2 ..... **35**
PRATIQUES DES PROFESSEURS DES ECOLES EN SITUATION D'ESFI **35**
2.1 Pratique, activité, tâche, de quoi parle-t-on ? 36
2.1.1 Se positionner dans un contexte polysémique 36
2.1.2 Agir enseignant en situation d'ESFI 38
2.2 Réguler l'immédiat 40
2.2.1 Réguler, adapter ou ajuster ? 40
2.2.2 La question du guidage 42
2.3 De l'intention didactique 44
2.3.1 La question des intentions en didactique 45
2.3.2 Un détour par la philosophie 46
2.3.3 Un retour au didactique 47
2.4 Conclusion du chapitre et questions initiales 48
Chapitre 3 ..... **51**
VERS UNE ARTICULATION DP – DST **51**
3.1 Une évolution parallèle 51

3.1.1 Évolution de la DST 51
3.1.2 Evolution de la DP 52
3.2 Divergences et convergences 53
3.2.1 Une question d'objectif 53
3.2.2 Du concept de situation 54
3.3 Perspectives et écueils 56
Chapitre 4 59
DU CONCEPT DE SCHEME 59
4.1 À l'origine du concept 59
4.1.1 Un point de départ 59
4.1.2 Deux points de discussion 60
4.2 La description du schème par Vergnaud 61
4.2.1 Buts, sous-buts et anticipations 61
4.2.2 Règles d'action, prise d'information et contrôle 62
4.2.3 Invariants opératoires 62
4.2.4 Possibilités d'inférence 63
4.3 La re-description du schème par Jameau 64
4.3.1 Six composantes au lieu de quatre 64
4.3.2 Intérêt et limites 66
Chapitre 5 69
DE L'INTENTION EN DIDACTIQUE 69
5.1 De l'*Intentio* 69
5.1.1 I_o moteur de la transposition didactique 70
5.1.2 Caractéristiques épistémologiques 71
5.1.3 Un projet social contraint par de multiples institutions 73
5.1.4 Conditions de fonctionnement 76
5.2 De l'Intentionnalité 76
5.2.1 Caractéristiques de l'Intentionnalité 76
5.2.2 Dynamiques intentionnelles 77
5.3 Des intentions didactiques (i) 79
5.3.1 Intentions didactiques ou intentions pédagogiques ? 79
5.3.2 Différentes échelles d'analyse 79
5.3.3 Un espace des possibles 81
Chapitre 6 85
ARTICULATION DES MODELES 85

6.1 Un changement de paradigme 85
6.2 Présentation du modèle InDIS 86
Chapitre 7 91
OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE 91
7.1 Objectifs de cette recherche 91
7.2 Questions de recherche et présupposés 92

Partie 2 95
METHODOLOGIE 95
Chapitre 8 97
PROTOCOLE DE RECHERCHE 97
8.1 Méthodologie qualitative de type ascendant 97
8.2 Une approche ergonomique 98
8.3 Des situations de classe ordinaires 99
8.4 Un espace de cas 100
8.4.1 De l'étude de cas… 100
8.4.2 …à l'espace de cas 101
8.5 Constitution de l'espace de cas 103
8.5.1 Aspects pratiques 103
8.5.2 Contractualisation 104
8.5.3 Préoccupations légales et éthiques 106
Chapitre 9 109
RECUEIL DE DONNEES 109
9.1 Données primaires 109
9.1.1 La séance filmée 109
9.1.2 Les fiches de préparation de séance 112
9.2 Données primaires associées 113
9.2.1 De l'entretien ante-vidéo 114
9.2.2 De l'entretien-*post* vidéo 115
9.2.3 Des prescriptions institutionnelles 119
9.3 Organisation des données 120
Chapitre 10 123
TRAITEMENT DES DONNEES 123
10.1 Premier niveau d'analyse 124

10.1.1 Analyse des programmes d'enseignement 124
10.1.2 Traitement des fiches de préparation 126
10.1.3 Montage de la vidéo de la séance 131
10.1.4 Traitement des entretiens avec le logiciel Sonal 135
10.1.5 Réduire, condenser et présenter les données 142
10.1.6 Repérage des incidents critiques 148
10.2 Second niveau d'analyse 150
10.2.1 Reconstruction des invariants opératoires 150
10.2.2 Dynamiques intentionnelles 152
10.2.3 Retour à l'espace de cas 157
Chapitre 11 159
SYNTHESE 159

Partie 3 163
Résultats 163
Chapitre 12 165
Caractéristiques de l'espace de cas 165
12.1 De la constitution de l'espace de cas 165
12.2 Instaurer une relation de confiance 167
12.3 Présentation des enseignants impliqués 168
12.4 Tableau d'organisation des données 170
Chapitre 13 171
De l'Intentio 171
13.1 *Intentio* et transposition didactique 171
13.1.1 Le concept de matière 171
13.1.2 Des savoirs à enseigner sur la matière non vivante 172
13.1.3 Des savoirs à enseigner au cycle 2 173
13.1.4 Des savoirs à enseigner au cycle 3 176
13.2 Caractéristiques épistémologiques de l'*Intentio* 178
13.2.1 Du constructivisme 179
13.2.2 Du socioconstructivisme 179
13.2.3 De l'observation et de l'expérimentation 182
13.3 Enseigner-apprendre les sciences à l'école élémentaire 184
13.3.1 Qu'est-ce qu'apprendre les sciences ? 184

13.3.2 Comment les élèves apprennent-ils les sciences ? 185
13.3.3 Comment enseigner les sciences ? 186
13.4 Injonctions sociales de diverses institutions 192
13.4.1 Des finalités des programmes du cycle 2 193
13.4.2 Des finalités des programmes du cycle 3 194
13.4.3 Dimension locale de l'*Intentio* 194
13.5 Synthèse 200
Chapitre 14 203
DE L'INTENTIONNALITE 203
14.1 Sonder le prévu 203
14.1.1 Des fiches de préparation 203
14.1.2 Des buts visés 207
14.1.3 Modifications des tâches prescrites 209
14.1.4 Anticipations 214
14.2 Reconstruction des Intentionnalités 216
14.2.1 Catégorisation des Intentionnalités 216
14.2.2 Réseaux intentionnels 220
14.3 Synthèse 224
Chapitre 15 227
Dynamiques intentionnelles 227
15.1 Po et la course aux glaçons 227
15.1.1 Contexte 228
15.1.2 Synopsis du réalisé 229
15.1.3 Actualisation de I_{EXPL} 231
15.1.4 Dynamiques intentionnelles 234
15.1.5 Repérage d'un incident critique 236
15.1.6 Analyse de l'incident critique 239
15.1.7 Mise au travail du modèle InDIS 242
15.1.8 Le glaçon à l'eau chaude 247
15.1.9 Conclusion 249
15.2 P1 et les propriétés physiques de la matière 250
15.2.1 Contexte 250
15.2.2 Synopsis du réalisé 252
15.2.3 Reconstruction d'intentions didactiques 256
15.2.4 Repérage d'incidents critiques 260

15.2.5 De l'élasticité 261
15.2.6 De la vaporisation 270
15.2.7 Conclusion 278
15.3 P2 et les propriétés des solides et des liquides 281
15.3.1 Contexte 281
15.3.2 Synopsis du réalisé 282
15.3.3 Repérage d'incidents critiques 286
15.3.4 Les liquides et « les durs » 287
15.3.5 Du concept de solide 290
15.3.6 Reconstruction des dynamiques intentionnelles 293
15.3.7 Conclusion 300
Chapitre 16 303
Retour à l'espace de cas 303
16.1 Structure conceptuelle d'une situation d'ESFI 304
16.1.1 Questionnement 304
16.1.2 Expérimentation, manipulation 308
16.1.3 Des conceptions initiales 310
16.2 Deux micro situations 313
16.2.1 Description des micro situations 313
16.2.2 Analyse de la micro situation 1 314
16.2.3 Analyse de la micro situation 2 318
Chapitre 17 321
SYNTHESE 321

Partie 4 325
DISCUSSION 325
Chapitre 18 327
DISCUSSION THEORIQUE 327
18.1 De notre proposition théorique 327
18.1.1 Pertinence du modèle InDIS 327
18.1.2 Anticipations versus conditions de satisfaction 329
18.2 Reconstructions des éléments de schèmes 330
18.3 Du système (I_o, I, i) 333
18.3.1 Des instances intentionnelles 333

18.3.2 Des catégories d'intentions 334
18.3.3 Du réseau intentionnel 336
Chapitre 19 337
DISCUSSION EMPIRIQUE 337
19.1 Des différentes formes de guidage 337
19.1.1 Guider les apprentissages « méthodologiques » 337
19.1.2 Guider les apprentissages langagiers 338
19.1.3 Guider les apprentissages conceptuels 339
19.2 Du guidage conceptuel 340
19.3 Du patchwork épistémologique 343
19.4 Des savoirs d'expérience 345
Chapitre 20 347
CONSIDERATIONS DEONTOLOGIQUES 347
20.1 Pratique ordinaire 347
20.2 Prise en compte de l'enseignant 348
20.2.1 Familiariser les acteurs au matériel 348
20.2.2 Accorder de la valeur aux témoignages 349
20.2.3 Impliquer les enseignants dans l'analyse 350
20.3 Référents interprétatifs 351
Chapitre 21 355
SYNTHESE CONCLUSIVE 355
21.1 Bilan 355
21.1.1 Du dialogue DST/DP 355
21.1.2 Retour sur les objectifs de la recherche 356
21.2 Prolongements 358
21.2.1 De l'expérience à l'expertise 359
21.2.2 De l'intention à la stratégie 360
21.2.3 Interpréter les intentions des manuels scolaires 361
Pour conclure 363
Références bibliographiques 365
Table des figures 399
Table des tableaux 401
Table des annexes (TOME 2) 403

Remerciements

Je remercie très chaleureusement Jean-Marie Boilevin et Patricia Marzin-Janvier d'avoir encadré ce travail de thèse. Leur enthousiasme, leurs conseils et relectures, leurs qualités humaines et leur soutien sans faille étaient très précieux tout au long de cette thèse et en particulier à la suite du décès d'Alain Jameau. Alain m'a fait découvrir le monde de la recherche en « m'embarquant » dans le master Pratiques et Ingénierie de la Formation, parcours Recherches en didactique. Mes pensées se tournent tout particulièrement vers lui en ce moment, et je le remercie infiniment d'avoir guidé mes premiers pas de chercheure et accompagné le début de ce travail de thèse.

Je remercie également très sincèrement Manuel Bächtold et Laurent Veillard d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, ainsi qu'Isabelle Kermen, Catherine Boyer, Karine Bécu-Robinault et David Cross qui me font l'honneur de participer au jury.

Je remercie Ghislaine Gueudet et Eric Tortochot pour leurs conseils et regards positifs sur mes travaux dans le cadre du comité de suivi.

Je remercie les membres du CREAD, qu'ils soient permanents, associés, doctorants ou retraités. Les discussions avec les uns et les autres, les réunions du CopaDoc, les séminaires et projets de recherche thématiques et transversaux ont toujours été très enrichissants et stimulants, même si malheureusement le COVID n'a pas facilité la dynamique des échanges. Je remercie également les collègues du site INSPE de Rennes, du personnel administratif et technique à l'équipe de direction, en passant par les collègues maitres formateurs, formateurs et chercheurs, qui m'ont encouragée et suivie dans ce projet, de près ou de loin. Je n'oublie pas non plus les collègues avec qui j'ai partagé de belles aventures pédagogiques dans les écoles du département, ainsi que les conseillers pédagogiques et Inspecteurs de l'Éducation Nationale qui m'ont témoigné leur confiance et leur soutien au fil des années, et ont encouragé et soutenu mon inscription dans ce parcours de doctorat. Merci aussi aux courageux qui ont relu des petits ou gros chapitres afin de me renvoyer leur regard extérieur et leurs questions toujours constructives.

Je suis également extrêmement reconnaissante aux enseignants qui ont participé à cette recherche, pour le temps et la confiance qu'ils m'ont accordés et pour leur sincérité. Bien sûr je n'oublie pas les élèves et les remercie également d'avoir joué le jeu de la captation audio-visuelle.

À un niveau plus personnel, je remercie les amis de tous les jours, les amis musiciens et les amies danseuses. Ils m'ont permis de temps à autre de mettre mon cerveau en pause et mon corps en mouvement pendant ces trois années intenses.

Enfin, un immense merci à mes proches qui m'ont patiemment accompagnée et soutenue. À Pierre qui m'a encouragée depuis le début à mener ce projet. À Johan et à Matilde qui ont grandi ces dernières années au rythme de l'écriture de mon mémoire de CAFIPEMF, puis de mon mémoire de MASTER, et enfin de ce mémoire de thèse.

Introduction

Le travail présenté dans cette recherche doctorale trouve son origine dans nos questionnements de formatrice intervenant dans les parcours de formation de professeurs des écoles en sciences et technologies en INSPE[1]. En effet, la littérature scientifique souligne qu'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation semble propice, sous certaines conditions, à motiver les élèves en classe de sciences, à leur procurer de l'intérêt pour les disciplines scientifiques, à développer leurs capacités de communication, de collaboration, leur pensée critique et leur créativité, tout autant que leur autonomie et leur responsabilité. Cependant, la littérature scientifique souligne également, sans équivoque, les difficultés des enseignants à s'approprier ce type d'approche (Marlot & Morge, 2017).

Du point de vue du formateur, comme le souligne Altet (2001), cela signifie qu'il ne suffit pas d'enseigner des « savoirs disciplinaires » mais qu'il faut former les enseignants au « savoir-enseigner », autrement dit former des *enseignants professionnels*. Selon le référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation[2], des enseignants *professionnels* sont des enseignants capables d'inscrire leur action dans le cadre institutionnel et dans un environnement de travail, capables de maitriser des contenus disciplinaires et didactiques, capables de concevoir et mettre en œuvre leur enseignement, et enfin, capables d'analyser et d'adapter leur pratique professionnelle (MEN, 2013). Le formateur doit donc accompagner le développement de ces compétences. Mais comment rendre les enseignants capables d'inscrire leur action dans le cadre institutionnel relatif à l'enseignement des sciences alors même que celui-ci est jugé, par moment, comme peu explicite ou ambigu par les recherches en didactique des sciences et des technologies (Venturini, 2016) ? Comment déterminer le degré de maitrise des contenus disciplinaires et didactiques nécessaires pour enseigner ? Quels critères permettent d'établir si un enseignant est capable de concevoir sa séance et la mettre en œuvre ou non, autrement dit quel niveau d'exigence faut-il viser ? Comment enfin, rendre compte et développer les capacités d'analyses des enseignants pour leur permettre de réguler leur pratique dans le cadre d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation ?

Le fil rouge de notre questionnement se rapporte donc au développement professionnel des professeurs des écoles dans les enseignements scientifiques et technologiques fondés sur l'investigation. Cette entrée nous invite à prendre en compte la part subjective des enseignants (leur environnement, leur expérience vécue, leurs aspirations), afin de les aider à analyser et réguler leur pratique professionnelle. Précisons que par *pratique professionnelle*, nous entendons non seulement l'activité enseignante en situation de classe (la mise en œuvre

[1] Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation.

[2] https://www.education.gouv.fr/le-referentiel-de-competences-des-metiers-du-professorat-et-de-l-education-5753

d'une séance), mais également l'activité de préparation de séance (sa conception) et l'activité d'analyse des résultats de cette activité (le retour réflexif). L'activité de préparation implique en effet de nombreux choix, qui orienteront ensuite les décisions de l'enseignant en situation de classe (Bécu-Robinault, 2007). Et Jameau (2012) souligne que le professeur n'est jamais assuré d'atteindre ses objectifs lorsqu'il met en œuvre une séance. L'analyse des écarts entre le prévu et le réalisé permet à ce chercheur de décrire des processus de régulations qui s'enclenchent en aval de la séance.

Cette recherche s'intéresse donc aux pratiques enseignantes en situation d'ESFI, et plus particulièrement aux pratiques expérimentées. Notre premier objectif consiste à mieux comprendre ce qui fait sens pour un enseignant expérimenté en situation d'ESFI. Le second, consiste à identifier, s'ils existent, des points de convergence dans l'organisation des pratiques expérimentées. Ceux-ci pourraient alors constituer des objets de formation qui permettent de travailler la relation entre la singularité d'une situation d'ESFI et ce qu'elle a de transposable, de généralisable à toute une classe de situation (Vergnaud, 1990).

Notre étude est menée auprès de professeurs des écoles investis dans l'enseignement des sciences et des technologies à l'école élémentaire, et expérimentés dans le niveau auquel ils enseignent (allant du CP au CM2).

À la suite de cette introduction, le manuscrit se découpe en quatre parties, suivies d'une conclusion.

La première partie, consacrée à la problématique, comporte sept chapitres. Le premier décrit le contexte institutionnel et scientifique de la recherche. Nous présentons dans le chapitre 2, les points de vue issus des différents champs de recherche qui s'intéressent aux pratiques enseignantes. Nous y ajoutons quelques précisions sur la notion d'intention didactique qui est souvent mentionnée dans les travaux sur les pratiques enseignantes sans être toujours clairement délimitée. Cet état de l'art fait émerger des questions qui se situent au confluent de la didactique professionnelle et de la didactique des sciences et des technologies. Afin de penser l'articulation de ces deux champs de recherche, le chapitre 3 précise leur évolution, leurs divergences et leurs convergences. Les deux chapitres suivants présentent en détail les concepts mobilisés pour construire notre cadre d'analyse : le concept de schème est présenté dans le chapitre 4 et le concept d'intention didactique dans le chapitre 5. Nous précisons ensuite, dans le chapitre 6, la proposition théorique que nous testons par la suite. Cette première partie s'achève par un septième chapitre qui formule nos objectifs et questions de recherche.

La deuxième partie, consacrée à la méthodologie, comporte quatre chapitres. Le chapitre 8 précise nos principes méthodologiques : méthodologie qualitative de type ascendant, approche ergonomique, situation de classe ordinaire, réalisation d'un espace de cas. Le chapitre 9 explicite notre méthodologie de recueil de données. Nous y présentons les données primaires et données primaires associées recueillies, et précisons notre méthode d'organisation des données. Le chapitre 10 explique comment nous construisons des données secondaires à partir des données primaires et comment nous les analysons pour répondre à

nos questions de recherche. Le chapitre 11 propose une synthèse de ces principes méthodologiques et de nos méthodes de recueil et de traitement des données.

La troisième partie, consacrée aux résultats, comporte six chapitres. Le chapitre 12 présente les caractéristiques de notre espace de cas. Le chapitre 13 est consacré à la caractérisation des intentions didactiques du système d'enseignement à l'endroit des objets de savoir désignés comme savoirs à enseigner en sciences et technologies à l'école élémentaire française, c'est-à-dire, à la caractérisation de l'*Intentio*. Le chapitre 14 se centre sur la reconstruction et la catégorisation des intentions des enseignants de notre panel en amont de la séance (Intentionnalités). Le chapitre 15 présente des analyses plus microscopiques des trois cas de notre espace de cas qui traitent du thème de la matière. Ces analyses microscopiques permettent la reconstruction des dynamiques intentionnelles des enseignants au cours d'incidents critiques, en situation d'ESFI. Le chapitre 16 procède à des comparaisons des cas de notre espace de cas. Nous y décrivons la structure conceptuelle d'une situation d'ESFI et identifions quelques formes d'organisation de l'activité enseignante similaires entre les enseignants du panel. Un dernier chapitre synthétise l'ensemble de ces résultats, au regard de nos questions de recherche.

Quatre chapitres discutent ensuite les résultats de cette recherche, afin d'en souligner l'intérêt et les limites au regard de nos questions de recherche. Le chapitre 18 est une discussion théorique de nos résultats. Il permet de faire le point sur la robustesse du modèle InDIS proposé et testé dans cette recherche et d'en souligner les aspects qui nécessitent d'être approfondis. Le chapitre 19 est une discussion empirique des résultats. Il porte plus spécifiquement sur les différentes formes de guidage mises au jour, sur l'arrière-plan épistémologique des enseignants et sur la mise au jour de savoirs d'expériences. Le chapitre 20 met en discussion quelques considérations déontologiques qui sont apparues au cours de ce travail de recherche doctorale. Le chapitre 21 est conclusif. Il dresse un bilan des résultats obtenus au regard des objectifs du travail de recherche. Il propose en dernier lieu, de poursuivre le dialogue entre la Didactique des Sciences et des Technologies (DST) et la Didactique Professionnelle (DP), au travers de quelques pistes de prolongement.

Partie 1
PROBLEMATIQUE

« Nanos gigantum humeris insidentes »

Nous sommes des nains sur les épaules des géants

Métaphore attribuée à Bernard de Chartres

Illustration extraite de l'ouvrage : *Les derniers Géants,* François PLACE © Casterman

Avec l'aimable autorisation de l'auteur et des Éditions Casterman.

Dans cette partie nous présentons la construction de notre problématique.

Le chapitre 1 brosse le contexte institutionnel et scientifique de notre recherche. Il interroge les enjeux et la place de l'investigation dans les curricula depuis les années 2000 et précise les fondements épistémologiques d'un Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation (ESFI). Il dresse ensuite un bilan de ce type d'approche, du point de vue de la recherche, en termes d'enseignement puis d'apprentissage et d'un point de vue institutionnel. Une conclusion permet de faire ressortir les éléments de contexte importants pour notre problématique

Le chapitre 2 porte sur le champ des pratiques enseignantes, avec pour commencer, un balayage général de ce champ de recherche suivi d'une attention plus spécifiquement portée à sa déclinaison en didactique des sciences et des technologies (DST). Ce balayage nous permet de nous situer quant à la terminologie employée pour la suite de la recherche, car l'intérêt grandissant pour la description et l'analyse des pratiques enseignantes se trouve à la source de diverses approches, qui utilisent parfois la même terminologie pour désigner des objets différents. Nous resserrons alors notre objet de recherche sur les *régulations opérées* en *situation d'ESFI*, la situation comprenant pour nous à la fois la séance réalisée, sa préparation et son bilan. Nous explicitons ensuite le concept d'intention didactique, de manière à pouvoir le mobiliser dans notre analyse de l'activité enseignante de régulation. Nous terminons ce chapitre par une synthèse générale de l'état de l'art présenté, qui souligne les questions non résolues à l'origine de nos questions initiales de recherche.

Le chapitre 3 précise les points de convergence et les points de divergence entre didactique des sciences et des technologies (DST) et didactique professionnelle (DP) puisque nos questions initiales se situent à un point de rencontre entre ces deux champs de recherche.

Les chapitres 4 et 5 présentent ensuite successivement les concepts que nous mobilisons pour construire nos questions de recherche : tout d'abord le concept de schème, puis le modèle dynamique des intentions esquissé par Portugais (1998).

Nous proposons dans le chapitre 6 une articulation de ces outils théoriques, et terminons cette première partie par un septième chapitre qui expose nos objectifs, questions de recherche et postulats de base.

Chapitre 1
CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET SCIENTIFIQUE

Les politiques éducatives des pays occidentaux, relatives à l'enseignement des sciences et des technologies, ont préconisé ces vingt-cinq dernières années, des programmes d'enseignement basés sur l'investigation (inquiry) dans le but de renouveler les pratiques d'enseignement et d'attirer davantage d'étudiants vers les filières scientifiques afin de former des professionnels aptes à répondre aux grands défis de notre temps (Boilevin, 2017a ; Hofstein & Lunetta, 2004 ; Rocard *et al*., 2007). Cependant, comme le précise Arnantonaki (2021, p. 20), « un certain nombre d'études et d'enquêtes internationales montrent des résultats français faibles au niveau de l'apprentissage des sciences ». Colmant et Le Cam (2020) précisent ainsi que lorsqu'on ordonne les élèves des 24 pays européens ayant participé à la dernière enquête TIMSS4[3] selon le score obtenu, et que l'on découpe cet ensemble en quatre groupes de même taille appelés *quartiles*, les élèves français se retrouvent surreprésentés dans le quartile le plus faible (41 % en sciences). Les politiques éducatives engagées en France ne semblent donc pas produire les résultats escomptés. Dans ce chapitre, nous abordons les enjeux de l'enseignement scientifique afin de mieux comprendre la place de l'investigation dans les curricula internationaux, parmi lesquels nous resituons le cas français. Nous précisons ensuite les fondements épistémologiques de l'investigation, du point de vue de la recherche. Nous poursuivons par une mise en perspective des constats portés sur les mises en œuvre de situations d'ESFI, d'une part par la recherche et d'autre par l'institution. La conclusion de ce chapitre met en lumière le point de départ de notre problématique.

1.1 Enseignement scientifique et investigation

Dans cette section, nous évoquons tout d'abord les enjeux en tension concernant l'enseignement des sciences et des technologies, afin de comprendre ce qui a mené à valoriser l'*investigation* (inquiry) dans les curricula. Nous abordons ensuite la place de l'investigation dans les curricula, à l'échelle internationale puis nationale puisque notre étude porte plus particulièrement sur le cas de la France.

[3] Trends in International Mathematics and Science Study – 2019 – cette enquête internationale mesure les performances en mathématiques et en sciences des élèves à la fin de la quatrième année de scolarité obligatoire (CM1 pour la France).

1.1.1 Enjeux de l'enseignement des sciences et des technologies

Au fil du temps et avec les évolutions sociétales, il semble normal que les finalités de certains enseignements soient régulièrement rediscutées. C'est le cas pour les finalités de l'enseignement des sciences et des technologies. Au travers d'une perspective historique de la situation française, Boilevin (2013a) retrace les débats portant sur ces finalités et distingue diverses visions qui s'affrontent : vision économique, utilitaire, humaniste, démocratique ou éthique. Laissons cet auteur (2017a, p 14) préciser en quelques mots les valeurs portant chacune de ces finalités :

> « La vision économique ou technocratique considère l'élève comme un futur scientifique. Cette finalité de l'enseignement des sciences se justifie par un besoin de préparer la relève scientifique et par une préparation à l'emploi. La vision humaniste ou culturelle et sociale considère la science comme un élément de culture au même titre que les sciences humaines. La vision utilitaire est centrée sur le développement de compétences utiles dans la vie quotidienne. La vision démocratique, quant à elle, est liée à l'éducation à la citoyenneté. L'enjeu de l'éducation scientifique est ici d'amener l'élève à mieux comprendre les choix de société et leurs conséquences. Enfin, la finalité éthique vise l'explicitation des valeurs de la science. »

Ces discussions sur les finalités de l'enseignement des sciences et des technologies mettent en lumière une évolution importante qui vise l'élaboration d'une *culture scientifique* des élèves ou « *scientific literacy* » comme la nomme Hodson (2014, p. 914).

Du point de vue de la recherche, la définition de la culture scientifique n'est pas entièrement consensuelle et donc pas stabilisée (Boilevin, 2017a). Elle permet toutefois de penser et discuter les conditions d'une acculturation des élèves aux disciplines scientifiques. L'enjeu de cette acculturation est double comme le soulignent Jenkins (1999) ou De Boer (2000). Il s'agit d'une part d'attirer davantage d'étudiants vers les filières scientifiques et technologiques dans le but de former non seulement des experts de haut niveau capables de s'attaquer aux grands défis de notre temps (nous pensons en particulier aux difficultés liées au réchauffement climatique, aux pandémies ou aux problèmes soulevés par nos besoins en énergie), mais également de former de la main-d'œuvre et des cadres aptes à s'appuyer sur les sciences et les technologies pour résoudre des problèmes, comme Hasni (2006) en souligne l'importance. Il s'agit d'autre part de permettre à tout un chacun de « contribuer à l'amélioration de la qualité de vie, individuelle et sociale. » (*ibid*., p. 145), car, comme le souligne Hasni (*ibid.*), le développement de ressources humaines de la société ne dépend pas seulement de quelques spécialistes scientifiques, mais de toute une population possédant une culture scientifique et technologique. Selon Boilevin (2013a), ces évolutions de points de vue sur les finalités de l'enseignement des sciences et des technologies sont à l'origine d'un mouvement de valorisation de l'enseignement par *investigation scientifique* (*inquiry*), à une échelle internationale. Apportons quelques précisions sur cette approche dans les curricula, et situons le cas de la France dans ce contexte.

1.1.2 Place de l'investigation dans les curricula

Comme en témoignent de nombreux textes institutionnels au niveau national et international (American Association for the advancement of Science, 1993 ; Eurydice, 2006, 2011 ; High Level Group, 2004 ; National Research Council, 1996, 2000 ; Rocard *et al*., 2007 ; OCDE, 2011), la nécessité d'un renouvellement de l'enseignement des sciences et des technologies émerge dans les années 1990/2000. Coquidé *et al.* (2009) soulignent que les approches des enseignants sont en effet jugées trop cloisonnées (Rolland, 2006) et trop déductives (Bach, 2004 ; Rocard *et al.,* 2007) pour satisfaire pleinement les enjeux associés à ces enseignements. Ainsi, et afin de rendre plus attractive l'image des sciences et engager davantage les élèves dans les apprentissages, les curricula internationaux préconisent tour à tour des approches fondées sur l'investigation. Par exemple les États-Unis avec le National Science Éducation Standards (NRC, 1996, 2000), l'Angleterre (module Scientific Investigation du Government of the United Kingdom, 2015), le Canada (Gouvernement du Québec, 2005), ou encore la France (MEN, 2002, 2008, 2012, 2015, 2020).

Selon Bächtold (2018, p. 82), trois raisons sont avancées par les textes officiels pour préconiser une approche fondée sur l'investigation :

> « Premièrement, un enseignement des sciences par démarches d'investigation fait participer les élèves à la « construction » des connaissances, ce qui est supposé favoriser leur apprentissage de ces connaissances. Deuxièmement, faire pratiquer aux élèves des démarches inspirées de celles des scientifiques est supposé développer leur manière de raisonner et leurs compétences méthodologiques, mais aussi enrichir leur vision des sciences. Troisièmement, il donne aux élèves une large part d'initiative, ce qui peut être source de motivation et leur donner le goût pour les sciences. »

En France, c'est l'opération « Lamap » (la main à la pâte*,* 2002), lancée par le professeur Charpak et l'Académie des sciences en 1995 qui est à l'origine d'une valorisation de l'investigation dans l'enseignement des sciences et des technologies. Valorisation ou plutôt *revalorisation,* puisque Coquidé *et al.* (2009) rappellent que cette approche n'est pas neuve, et « s'inscrit dans une tradition pédagogique, issue de Dewey, Bruner, Wallon, Freinet, Piaget, où l'élève est actif » (p. 56). Les auteurs citent en exemple la pédagogie dite de « l'éveil », des années soixante-dix, le modèle dit « investigation-structuration » de l'INRP (Astolfi & Develay, 1989), ou encore le modèle de l'enquête défendu par Dewey (1938 [1993]), puis par Schwab et Brandwein (1962). La nuance apportée par les programmes français de 2002, suite à la mise en place du Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et des Technologies à l'Ecole (le PRESTE : MEN, B. O. n° 23, juin 2000), consiste à valoriser une *démarche* d'investigation (MEN 2002, 2008, 2015, 2020).

Mais qu'est-ce qu'une *démarche d'investigation* ? Pour Maschietto (2010) il n'y a « pas de réelle forme de consensus dans le monde des institutions éducatives des États et dans le monde de la recherche sur ce que sont ou sur ce que devraient être précisément les

démarches de type investigation » (2010, p.190). C'est sans doute la raison pour laquelle différents canevas de démarche apparaissent dans les textes officiels. Ces canevas sont déclinés autour de cinq à sept « moments clés ». Coquidé *et al.,* (2009) identifient ainsi dans les programmes de l'élémentaire (MEN, 2002), une *démarche* d'investigation structurée autour de cinq moments clés : 1/le choix de la situation de départ (par l'enseignant), 2/la formulation du questionnement des élèves, 3/l'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation pour valider/invalider, 4/l'investigation conduite par les élèves (expérimentation, recherche documentaire, etc.), 5/l'acquisition et la structuration des connaissances (sous la conduite de l'enseignant). Calmettes (2009) quant à lui, identifie dans les programmes du secondaire, une démarche d'investigation structurée autour de sept moments : 1/le choix d'une situation problème par le professeur, 2/l'appropriation du problème par les élèves, guidée par l'enseignant, 3/la formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles pour élaborer des expériences test, 4/l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves, 5/l'échange argumenté autour des propositions élaborées par communication des résultats, confrontation, 6/l'acquisition et la structuration des connaissances, 7/l'opérationnalisation des connaissances. Remarquons que les derniers programmes de l'école élémentaire (MEN, 2020), s'ils mentionnent toujours l'investigation, n'utilisent plus qu'occasionnellement le terme de *démarche* d'investigation.

Nous trouvons en outre, dans le rapport Rocard *et al.* (2007) une définition de *l'investigation* qui ne réduit pas celle-ci à une *démarche*. En effet l'investigation y est définie, à la suite de Linn *et al.* (2004), comme un processus consistant à diagnostiquer des problèmes, planifier, critiquer des expériences, rechercher des informations, construire des modèles en débattant avec ses pairs et en formant des arguments cohérents. Remarquons cependant, à la suite de Perron (2018), qu'au-delà d'une définition de l'investigation, certains textes institutionnels appréhendent l'investigation comme un moyen d'enseignement (l'auteure prend l'exemple du rapport Eurydice, 2011), alors que d'autres l'appréhendent plutôt comme objet d'enseignement que les élèves doivent s'approprier progressivement (Eurydice, 2006 ; National Research Council, 2000).

Pour conclure, nous pouvons avancer que, l'enseignement par investigation, s'il est plébiscité par un nombre important de textes institutionnels à un niveau national et international, semble poser de nombreuses questions : est-ce un moyen d'enseignement ou un objet d'enseignement ? Comment fonder son enseignement sur l'investigation, y a-t-il une ou des démarches privilégiées ?

Interrogeons à présent le point de vue de la recherche en éducation scientifique pour mieux comprendre les fondements épistémologiques de l'enseignement par investigation.

1.2 Fondements épistémologiques

L'investigation scientifique – traduite également par investigation ou enquête – constitue l'un des thèmes majeurs des recherches en éducation scientifique de ces dernières décennies (Boilevin, 2013a ; Marlot & Morge, 2016 ; Park Rogers & Abell, 2008). L'idée générale d'un enseignement fondé sur l'investigation[4], précise Boilevin (2013a) à la suite d'autres auteurs (Astolfi & Develay, 2002 ; Develay, 1989 ; Gengarely & Abrams, 2009), est « que cette forme d'enseignement développe une compréhension des pratiques scientifiques et des connaissances scientifiques » (Boilevin, 2013a, p. 26), et encourage les élèves à poursuivre des études dans ces domaines. En France, dans le champ de la didactique des sciences et des technologies (DST), ce sont les représentants du courant constructiviste qui ont développé les approches fondées sur l'investigation. Selon Boilevin (2013b) et Méheut (2006), ces approches invitent les enseignants à s'appuyer sur des situations de la vie réelle et selon des modèles didactiques de types socioconstructivistes qui accordent une large place aux interactions entre pairs, à laisser plus d'autonomie aux élèves en les engageant dans des tâches plus ouvertes et de plus haut niveau cognitif. Dans cette section, nous apportons quelques précisions sur le (socio)constructivisme en Didactique des Sciences et des Technologies (DST). Nous soulignons ensuite l'importance accordée au questionnement et aux conceptions initiales des élèves dans le courant constructiviste en DST.

1.2.1 De quel constructivisme parle-t-on ?

Comme le précise Bächtold (2012, p. 9), le courant de pensée constructiviste – dont il souligne la suprématie en didactique des sciences et en particulier en didactique de la physique – émerge en France entre la fin des années 1970 et le début des années 1980. C'est à ce moment que la didactique francophone des sciences et des technologies se constitue en tant que domaine de recherche, notamment autour des travaux menés à l'INRP par Host et Martinand (1975), Host *et al.* (1976), Martinand *et al.* (1980), Martinand (1986), Astolfi et Develay (1989). Ces auteurs s'inscrivent dans le courant de pensée constructiviste partagé à l'international (cf. Boilevin *et al.*, 2012 ou Calmettes & Boilevin, 2014), qui repose sur la conception que « pour apprendre de nouvelles connaissances, les élèves doivent s'impliquer activement sur le plan intellectuel en construisant par eux-mêmes ces connaissances » (Bächtold, 2012, p.1). Bächtold (2018) citant Good (1993, p. 1015) souligne cependant qu'il existe de « multiples formes de constructivismes » et diverses classifications de ces formes de constructivismes (Gale, 1995 ; Matthews, 2000 ; Nola, 1997). S'inspirant de celles-ci, Bächtold (2012, p.32) propose le schéma reproduit Figure 1 (p. 25), pour mettre en relief l'influence à

[4] Le terme est ici à entendre dans un sens général qui englobe les différentes expressions utilisées pour aborder les pratiques d'enseignement-apprentissage des Sciences fondé sur l'Investigation (inquiry-based science, inquiry-based instruction, inquiry-based science education, inquiry-based science teaching, inquiry-based learning).

la fois du champ de la psychologie du développement et celle du champ de l'épistémologie sur le constructivisme en didactique des sciences et des technologies (DST).

L'auteur souligne que cette double influence conduit à deux points de vue sur l'apprentissage des sciences, et donc à deux façons d'entendre le terme de construction des connaissances. Selon lui, la psychologie du développement cognitif y voit un processus de construction ou de réorganisation des structures cognitives, quand l'épistémologie – dans le sens de philosophie des connaissances scientifiques – voit un processus conçu par analogie avec l'activité de recherche des scientifiques lorsqu'ils construisent de nouveaux modèles ou de nouvelles théories.

Le cadre le plus foncé de la Figure 1 (p. 25) souligne les caractéristiques fondamentales du constructivisme en DST dans une démarche d'enseignement fondé sur l'investigation (IBSE sur la figure). Bächtold (2018, p. 83) précise que dans le courant constructiviste en DST, « l'enseignant propose aux élèves des tâches donnant lieu à des activités qui, idéalement, leur permettent de construire les connaissances enseignées ». Précisons que pour notre étude, et à l'instar de Boilevin (2010), nous utilisons l'expression d'Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation (ESFI) comme traduction française de l'expression Inquiry-Based Science Éducation (IBSE).

Les flèches sur la figure indiquent les influences des deux champs mis en relief dans les cadres gris clair.

Remarquons en outre sur la Figure 1 (p. 25), les noms de Doise, Mugny, Bruner ou encore Vygotski. Ces auteurs issus du champ de la psychologie du développement cognitif étudient le rôle de l'interaction sociale dans la construction des connaissances et sont de ce fait plus spécifiquement reconnus comme représentants des courants de pensée socioconstructivistes. Bächtold (2012, p. 17) distingue trois processus étudiés par les socioconstructivistes : 1/ le conflit sociocognitif que l'enseignant cherche à faire émerger lors de phases de travail en petits groupes ou de phases de discussion collective afin d'initier la remise en cause de certaines conceptions et d'engager les élèves dans la construction de nouvelles connaissances, 2/ la coopération entre élèves, qui selon Bruner (2008 [1996]) a des effets bénéfiques sur l'apprentissage parce qu'elle permet l'entraide voire le partage des tâches, notamment au cœur des travaux réalisés en petits groupes, et 3/ l'acculturation des élèves par l'enseignant, c'est-à-dire le travail réalisé par l'enseignant pour permettre aux élèves de mettre en relation leurs expériences propres avec les concepts scientifiques, socialement produits et reconnus.

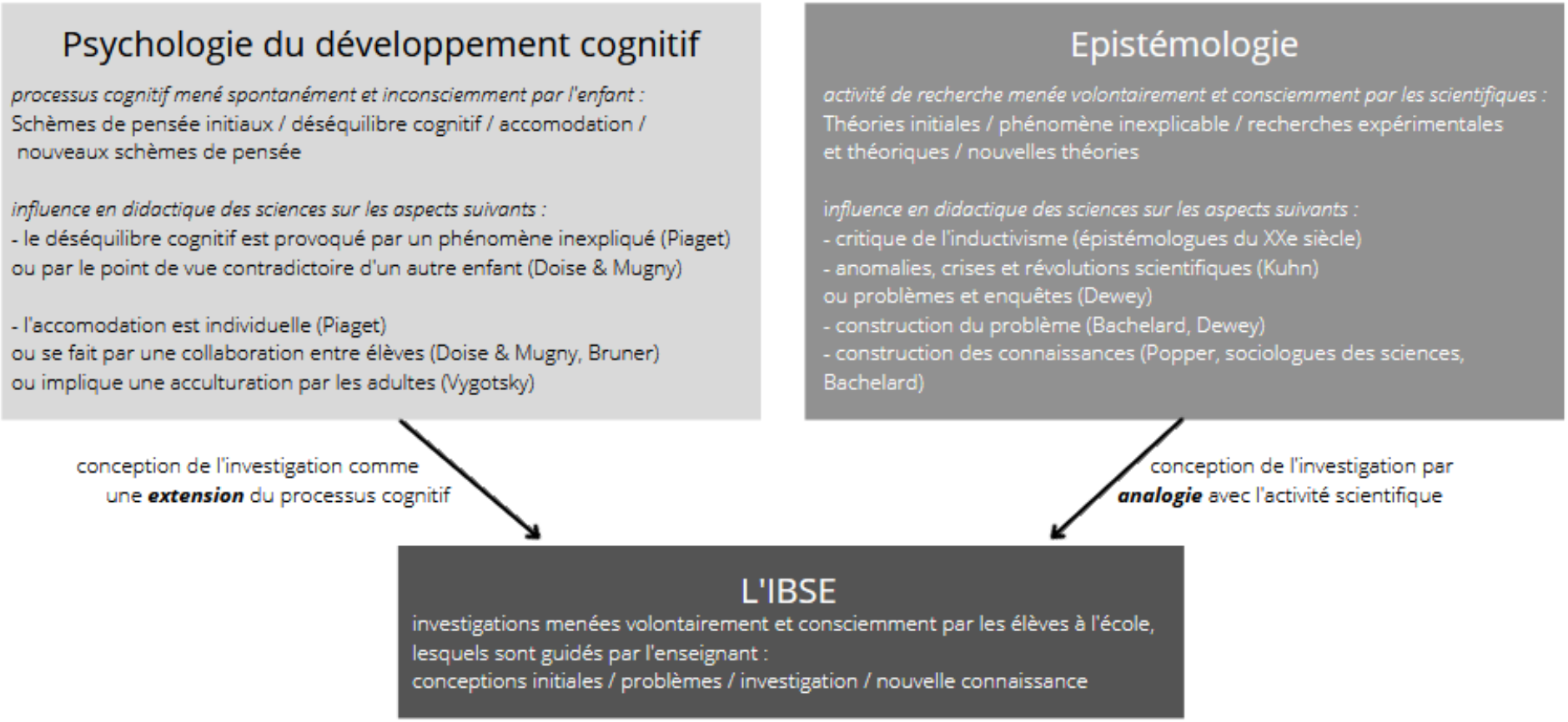


Figure 1: Schéma synthétique des fondements constructivistes de l'IBSE

Poursuivons à présent notre réflexion sur les fondements épistémologiques de l'ESFI en apportant quelques informations supplémentaires sur deux aspects fondamentaux d'un ESFI : 1/ l'étape qui consiste à faire construire le problème ou le questionnement par les élèves afin qu'ils soient actifs dans l'investigation ; 2/ l'importance accordée aux conceptions des élèves.

1.2.2 Le questionnement en situation d'ESFI

Les recherches en DST soulignent l'importance du moment qui consiste à faire construire le problème ou le questionnement par les élèves afin que ceux-ci soient actifs dans l'investigation (p. ex. Boilevin, 2005 ; Brousseau, 1988 ; Fabre & Orange, 1997 ; Gil-Pérez, 1993 ; Larcher & Peterfalvi, 2006 ; Robardet, 2001). Ce moment, précise Bächtold (2012), est même identifié *par certains auteurs (en particulier dans la littérature française)* comme un premier moment de la construction des connaissances. Nous retrouvons dans cette proposition les idées de Bachelard (1999 [1938]) pour qui les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes, ce qui nécessite de les construire. Ce moment représente donc un objet de recherche important en DST, identifié sous le terme de *problématisation* à la suite des travaux de Fabre et Orange (*ibid.*).

Pour Fabre (2017), problématiser c'est « examiner une question », c'est aussi « bien faire vivre un doute », « articuler données et conditions du problème dans un cadre déterminé », c'est encore « se surveiller soi-même en permanence, dans un dialogue virtuel et effectif », c'est enfin « inventer et donner à penser ». Ainsi, « prendre au sérieux l'idée de problématisation, c'est s'obliger à décrire le processus par lequel s'instaure dans la classe un débat scientifique. Ce débat ne peut être formalisé que si l'on accepte de différencier la construction de l'espace-problème de son utilisation à des fins de résolution » (Fabre & Orange, 1997, p. 48). En résumé, souligne Villeret (2018, p. 65), « la problématisation consiste à poser et construire le problème (en mettant en évidence les données et les conditions du problème et en les mettant en tension) ». Cependant souligne l'auteur, l'idée de problématisation se heurte à deux écueils : « qu'elle soit récusée comme trop confuse, et qu'elle recèle une polysémie tellement grande que tout devienne problématisation ».

De leur côté, Marlot et Morge (2016, p. 8) reconnaissent déjà dans cette seule étape une source importante de difficultés pour les enseignants. Fabre et Musquer (2009, p. 126) abondent dans ce sens en précisant que « l'expérience de formation semble montrer que les situations-problème conçues et mises en place par les enseignants, même si elles présentent les caractéristiques formelles attendues de ce dispositif, ne permettent pas toujours aux élèves de problématiser ». Ce constat amène les auteurs à conclure que le rôle de l'enseignant dans la problématisation ne doit pas être sous-estimé. Construire le questionnement ou le problème, ou plutôt *faire construire* le questionnement ou le problème par les élèves n'est donc pas aisé, d'autant ajoute Fabre (2015) que « le temps est un élément essentiel dans toute problématisation » et c'est justement ce qui semble manquer aux enseignants dans la mise en place de situations d'ESFI (Keys & Kennedy, 1999 ; Prieur *et al*., 2016).

Pour conclure quant à ce premier aspect fondamental d'une situation d'ESFI, retenons qu'en DST, que l'on parle de phase de questionnement, de problématisation ou encore de situation problème, il s'agit comme le soulignent De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002, p. 97), de proposer aux élèves « une situation de recherche, en relation avec un obstacle lié à des conceptions erronées et vécu par les élèves comme une contradiction ».

Cette dernière citation nous offre une transition vers le deuxième aspect fondamental d'une situation d'ESFI que nous abordons à présent : l'importance accordée aux *conceptions* des élèves.

1.2.3 Les conceptions initiales en situation d'ESFI

Pour Baviskar *et al*. (2009), les conceptions des élèves doivent être prises comme point de départ dans une situation d'ESFI. Pour les auteurs en effet, l'objectif de ce type de situation vise, à partir de la construction du problème ou du questionnement, à promouvoir la construction d'un savoir scientifique par "l'attaque" d'une conception. Boyer (2000, p. 149) de son côté, souligne que « les représentations initiales jouent un rôle considérable dans la conceptualisation », c'est-à-dire dans le glissement du registre quotidien au registre scientifique.

Du point de vue de la terminologie, remarquons que les deux termes *conceptions* et *représentations* sont souvent employés comme synonymes en DST, pour désigner une construction intellectuelle des élèves qui aurait une fonction de modèle (Tiberghien et Delacôte, 1976). Pour éviter les ambiguïtés relatives au double ancrage du terme de *représentation* (en psychologie et en épistémologie), Giordan (Giordan, 1999 ; Giordan *et al*., 1994 ; Giordan & Martinand, 1988 ; Giordan & De Vecchi, 1987), propose de fixer le terme de *conceptions* vers la fin des années 1980). Cependant, précisent Orange et Orange-Ravachol (2013), chaque didacticien a sa préférence et l'on peut encore trouver les deux termes. Pour Bächtold (2018, p. 97), les conceptions, les modèles et les théories sont trois types de représentations similaires puisqu'ils se situent tous trois au niveau symbolique, qu'ils reposent sur un ensemble d'hypothèses concernant le monde et qu'ils ont tous trois pour fonction de décrire, expliquer et/ou prédire certains phénomènes.

Très tôt les recherches en DST s'intéressent aux *conceptions* ou *représentation*s des élèves (Astolfi, 1984 ; Driver, 1973 ; Driver & Erickson, 1983 ; Giordan, 1983 ; Halbwachs, 1974 ; Tiberghien & Delacôte, 1976), si bien qu'Astolfi et Develay (1989) remarquent que « le concept utilisé en didactique des sciences dont le succès a été le plus spectaculaire au cours des dix dernières années est assurément celui de représentation ». Orange et Orange-Ravachol (*ibid.*, p. 46) précisent que ce terme apparait dans les programmes officiels dans les années 2000, et que cette apparition constitue « la première trace explicite des recherches didactiques dans les programmes de sciences. » Ces chercheurs constatent cependant que la variété des termes employés pour désigner l'objet (conceptions, représentations,

connaissances naïves, raisonnements spontanés…) suggère que ce concept fondateur est mal défini. L'idée forte qui porte ces concepts est que l'élève possède déjà des connaissances avant enseignement. Il possède également des façons de penser propres, de sorte que « l'apprentissage ne vise pas simplement à apporter des connaissances, mais à changer les conceptions des élèves » (Orange et Orange-Ravachol, *ibid*.).

Ces deux aspects fondamentaux d'un ESFI étant précisés du point de vue de la recherche, regardons à présent comment les enseignants s'emparent des injonctions à l'investigation, car selon Boilevin (2013a), les modifications que les enseignants doivent mettre en œuvre pour s'adapter aux modalités d'enseignement prescrites transforment la relation didactique, et cette transformation ne se réalise pas sans difficulté.

1.3 Mises en œuvre de situations d'ESFI

Après avoir présenté le contexte institutionnel et scientifique de l'investigation, nous proposons dans cette section de brosser un panorama des mises en œuvre de situations d'ESFI par les enseignants. Nous commençons par un panorama du point de vue de la recherche, en termes d'enseignement, puis en termes d'apprentissage. Nous poursuivons par un panorama du point de vue institutionnel.

1.3.1 Du point de vue de l'enseignement

Nous avons souligné que les prescriptions nationales et internationales posent de nombreuses questions relativement à l'investigation car elles restent floues voire ambiguës à l'échelle nationale comme à l'échelle internationale (Haug et Ødegaard, 2014 ; Marlot et Morge, 2016). Pour Villeret (2018), elles ne donnent aux enseignants que des orientations très ouvertes mais pas de règles d'actions, autrement dit, elles ne leur fournissent « ni les cartes ni la boussole » (p. 67) pour les guider. Selon cette métaphore empruntée à Fabre (2011), la carte indique le tracé du chemin à suivre, et la boussole, assure la direction à prendre. Les enseignants se retrouvent donc livrés à eux-mêmes pour interpréter les prescriptions. Or, leur expérience (Windschitl, 2003), leurs représentations du métier (Gess-Newsome, 2002 ; Pélissier & Venturini, 2012), leurs connaissances (Jameau, 2021), sont autant de filtres qui mènent à diverses interprétations. En outre, les enseignants ne comprennent pas toujours ce que l'institution attend d'eux au travers de l'investigation (Boilevin *et al*.,2016 ; Constantinou *et al.*, 2018). Ces diverses interprétations se traduisent par une grande variabilité dans les modalités de préparation et dans les mises en œuvre de situations d'ESFI (Calmettes, 2009 ; Chinn & Malhotra, 2002 ; Dell Angelo *et al*., 2012 ; Mathé, 2010 ; Morge & Boilevin, 2007 ; Perron, 2018 ; Schwartz *et al.*, 2004).

Si l'étude de ces variabilités permet de souligner l'inventivité des enseignants (Villeret, 2018), elle met également au jour les nombreuses difficultés auxquelles ces derniers sont confrontés lorsqu'ils préparent et mettent en œuvre des séances d'ESFI. Selon Calmettes (2009), il s'agit en effet pour les enseignants de s'approprier une nouvelle classe de situations qui les enjoint de guider les élèves tout en les libérant, d'articuler l'expérience de groupe et l'expérience de classe, d'aider à la construction des savoirs en jeu sans les construire eux-mêmes, et l'opérationnalisation de cette nouvelle classe de situations ne va pas de soi. Les trois principales difficultés liées à la mise en œuvre de l'investigation scientifique, précisent Marlot et Morge (2016), tiennent : 1/ aux conceptions épistémologiques des enseignants, 2/ à la maitrise que ces derniers possèdent des contenus disciplinaires, et 3/ à la régulation de leurs interactions avec les élèves.

Concernant les conceptions épistémologiques des enseignants, et s'appuyant sur diverses études (Brickhouse, 1990 ; Briscoe, 1991 ; Coquidé & Flatter, 2015 ; Désautels *et al*. 1993 ; Gallhager, 1991 ; Keys & Bryan 2001 ; Lederman, 1999 ; Lederman, 2007 ; Mathé, 2010 ; Richardson, 1996), Marlot et Morge (2016) soulignent que de nombreux enseignants donnent la primauté à l'observation au détriment de la théorie et de la construction du problème. Cette vision empirico-réaliste les empêche de considérer que le savoir scientifique est construit au travers d'une démarche collective de validation comme le défendent les épistémologues contemporains (p. ex. Robardet & Guillaud, 1997). Van Driel *et al*. (2001) ajoutent que les pratiques d'enseignement effectives ont tendance à demeurer plus ou moins traditionnelles, même lorsque les enseignants perçoivent les idées constructivistes associées aux pratiques d'investigation.

Concernant la maitrise des contenus disciplinaires, Marlot et Morge (2016*,* p. 55) soulignent « la difficulté spécifique des professeurs des écoles qui ont en charge de nombreuses disciplines dont certaines pratiques similaires (débat, travail de groupe, enquête […]) peuvent être la source de confusions pour les élèves mais aussi pour les professeurs si les spécificités disciplinaires n'ont pas fait, à un moment donné l'objet d'une clarification (Bisault & Berzin, 2009 ; Lebeaume, 2000) ». Le rapport personnel que l'enseignant entretient avec le savoir à enseigner peut donc s'ériger en difficulté pour l'enseignant (Venturini & Tiberghien, 2012). En outre, les professeurs des écoles n'ont pas tous une formation initiale scientifique et s'appuient parfois sur des raisonnements, qui, bien qu'ils soient opératoires, ne sont pas conformes à ceux de la science établie (Martinez Barrera *et al.,* 2015). Ainsi, au travers d'une étude portant sur les enseignants du primaire en formation continue, Martinez Barrera *et al*. (*ibid*.) montrent qu'il est nécessaire de posséder des connaissances préalables pour construire des problèmes dans le cadre d'un ESFI, et favoriser l'apprentissage de savoirs conceptuels nouveaux (Hasni & Samson, 2007). Dans le même ordre d'idées, Fabre et Musquer (2009) soulignent que les situations construites et mises en place par les enseignants, même si elles présentent les caractéristiques formelles attendues, ne permettent pas toujours aux élèves de construire le problème.

Enfin, concernant les difficultés liées aux interactions enseignant/élèves, Marlot et Morge (2016, p. 56) soulignent que « la principale difficulté réside dans l'acquisition de la compétence à interpréter les propos des élèves et à mobiliser les arguments permettant de maintenir la scientificité du débat dans la classe ». Autrement dit, l'enseignant doit sans cesse s'adapter à la situation qui se reconstruit au fur et à mesure des interactions, en faisant preuve d'une certaine maitrise de « l'improvisation disciplinée » (Sawyer, 2004). Il y a improvisation, dans la mesure où les interprétations et mobilisations d'arguments par l'enseignant dépendent de chaque situation qui est imprévisible (Pastré *et al*., 2006, confirment que l'imprévisibilité est une constante des situations basées sur les interactions). Et cette improvisation est disciplinée, dans la mesure où l'enseignant doit parvenir à la fois à interpréter les propos des élèves et à les intégrer dans la discussion collective tout en restant dans le cadre du plan de la leçon. Autrement dit, il doit s'appuyer sur des connaissances scientifiques solides pour maintenir la scientificité du débat.

De nombreux travaux recensés soulignent la nature et fréquence des difficultés rencontrées par les enseignants lorsqu'il s'agit de préparer et mettre en œuvre une situation d'ESFI. Face à ces difficultés récurrentes, la recherche questionne donc les effets de L'ESFI sur les apprentissages des élèves. C'est ce que nous abordons à présent.

1.3.2 Du point de vue des apprentissages

À la lecture des discussions portant sur les effets de l'investigation en termes d'apprentissage des élèves (p. ex. méta-analyses de Furtak *et al*., 2012 et de Minner *et al.*, 2009), le bilan semble mitigé. En effet, alors que certaines études soulignent l'effet positif de ces approches sur l'apprentissage des élèves (ou du moins sur l'apprentissage de certains savoirs scientifiques par les élèves), d'autres mettent au jour des effets non significatifs, voire parfois négatifs. Nous en brossons ici un panorama.

Dans sa revue de littérature, Villeret (2018) souligne les effets positifs de l'ESFI sur les apprentissages des élèves (Gengarelly & Abrams, 2009 ; Gyllenpalm *et al.*, 2010 ; Minner *et al*., 2009), tout en précisant qu'une telle approche ne résolve pas toutes les difficultés de ces derniers. Villeret (*ibid*.) distingue ainsi cinq points sur lesquels l'ESFI semble particulièrement avoir un impact positif : 1/ l'implication des élèves dans leurs apprentissages : les élèves posent plus de questions qui s'avèrent de meilleure qualité (Hofstein *et al*., 2005 ; Lin *et al*., 2008) ; les élèves cherchent à satisfaire leur curiosité (Millar, 1996). 2/ Le raisonnement des élèves se trouve amélioré (Russ *et al.,* 2008). 3/ Le rôle des élèves dans l'expérimentation se trouve amélioré (Russ *et al*., 2008). 4/ Le rôle des élèves dans l'argumentation se trouve également amélioré (Russ *et al.,* 2008). 5/ L'ESFI donne une vision plus réelle de ce qu'est la science (Rudolph, 2005). En outre, Gibson et Chase (2002) montrent que ce type d'enseignement sur plusieurs années a des effets bénéfiques sur les attitudes vis-à-vis des sciences et augmente l'intérêt pour les carrières scientifiques. Holbrook et Kolodner (2000) tout comme Flammang et Forget (2002) nuancent cependant quelque peu le constat en

insistant sur le temps nécessaire avant que les élèves commencent à prendre des initiatives. Notons en outre, que la corrélation des effets positifs avec la maitrise des approches par les enseignants semble explicitement établie (Flammang & Forget 2002 ; Lee *et al.,* 2006).

Nous retenons donc que les effets positifs de l'ESFI sont démontrés du point de vue de la recherche *sous réserve* toutefois que les enseignants soient formés à ces pratiques (Grangeat 2013 ; Harlen, 2009) et sachent guider suffisamment les élèves. En effet, les effets non significatifs de l'ESFI (Grissom *et al.*, 2015 ; Klahr & Nigam, 2004 ; Lederman *et al.*, 2007, 2008), voire négatifs, liés au manque de guidage[5] (guidance en anglais) de l'enseignant, sont eux aussi explicitement établis, en particulier auprès des élèves les plus défavorisés (Kirschner *et al*., 2006).

L'Institution de son côté, procède également régulièrement à des bilans permettant d'évaluer les effets des prescriptions. Afin de clore cette présentation du contexte de notre étude, nous abordons donc à présent le bilan institutionnel relatif à l'ESFI.

1.3.3 Du point de vue institutionnel

Du point de vue institutionnel, le rapport de l'IGEN (2010, p. 14) remarque que :

> « Les contenus abordés restent pauvres et très en deçà des attentes ; […] la méthodologie utilisée dans les quelques séances observées permet aux élèves de déployer une activité qui n'apparaît pas suffisamment liée à l'explication de notions ou à l'apport de connaissances ».

Le rapport de l'IGEN (2013, p. 50) ajoute que :

> « Le travail sur le concret et les objets réels (manipulations simples) reste assez faible, les propositions (ou hypothèses) des élèves peu prises en compte. En revanche, le relevé des représentations initiales est présent et occupe parfois une place trop importante au détriment des activités d'investigation ».

Ce rapport souligne en outre que :

> « de nombreux indicateurs font état de la dégradation persistante des performances scolaires des élèves en France » et pointe « une démarche mal maitrisée », « un écart important entre les intentions des enseignants et les réalisations observables […] malgré des programmes qui ne sont pourtant pas jugés comme difficiles » (p. 1).

En termes de chiffres, ce rapport indique cependant que d'après les inspecteurs interrogés :

> « 35 % des classes ont, en moyenne, recours de façon assez régulière à la démarche d'investigation, ce qui traduit un progrès à la fois sensible et continu » (p. 50).

L'enquête nationale Cèdre[6] (2018) souligne qu'il n'y a plus d'écart de score significatifs entre les garçons et les filles comme c'était le cas il y a quelques années (Andersson & Gullberg,

[5] Nous approfondissons ce point à la section § 2.2.2, p.42)

[6] L'enquête CEDRE (Cycle des Évaluations Disciplinaires Réalisées sur un Échantillon), réalisée tous les six ans (et tous les cinq ans depuis 2012) par la Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance (DEPP), établit des bilans nationaux des acquis des élèves en fin d'école et de collège au regard des objectifs fixés par les programmes officiels d'enseignement (Arzoumanian, 2016).

2014), mais constate une baisse des résultats des élèves français dans les compétences scientifiques en fin de troisième alors que les résultats étaient stables entre 2007 et 2013. L'enquête pointe également des scores stables au primaire ces onze dernières années, une appétence des élèves pour les sciences, mais souligne que 61,1% des enseignants pointent la difficulté à mettre en œuvre une DI.

Enfin, la lecture d'autres rapports et bilans (DGESCO, 2016 ; IGEN 2015 ; MEN, 2011 ; Rolland, 2006) met également au jour un essoufflement de la dynamique relancée par le PRESTE[7].

Nous constatons donc à la lecture de ces différents rapports institutionnels, que les injonctions à l'ESFI produisent des résultats en deçà des attentes institutionnelles en termes de contenus abordés, de méthodes employées et de résultats des élèves français aux évaluations nationales et internationales. L'IGEN 2015 réaffirme cependant la nécessité d'enseigner les sciences par investigation, afin de valoriser la dimension sociale et culturelle de cet enseignement qui prône le débat et la coopération. Elle ne fournit cependant pas davantage « les cartes ou la boussole » pour y parvenir, et Bächtold (2018, p. 82) constate que « l'idée de la "construction" des connaissances scientifiques par les élèves est beaucoup moins présente dans les programmes actuels[8] du primaire et du collège ».

La section suivante propose une conclusion relative à ces éléments de contexte institutionnel et scientifique.

1.4 Conclusion du chapitre

Nous avons précisé dans ce chapitre ce que recouvre le terme d'investigation du point de vue de la recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (DST), et son lien avec les approches constructivistes. Nous avons également présenté diverses influences qui sous-tendent les discours constructivistes en DST (en particulier l'influence de la psychologie du développement cognitif et celui de l'épistémologie), afin de mettre en lumière les différents points de vue auxquels les enseignants peuvent se trouver confrontés lorsqu'ils veulent comprendre ce qu'est l'investigation et comment ils doivent s'y prendre pour concevoir et mettre en œuvre une situation d'ESFI.

Nous avons également précisé ce que recouvre le terme d'investigation d'un point de vue institutionnel. Cela nous a permis de souligner le manque de précision des prescriptions, et l'absence de consensus au niveau mondial quant à ce que recouvre précisément l'investigation : est-ce un moyen d'enseignement ou un objet d'enseignement ? Doit-on parler de démarche(s) d'investigation et si oui, comment est-elle (sont-elles) définie(s) ?

[7] Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et des Technologies à l'École.
[8] L'auteur se réfère ici aux programmes de 2015.

Cette présentation des contextes institutionnel et scientifique montre donc que les enseignants se trouvent face à des injonctions de différentes nature, et parfois contradictoires, qui sont de ce fait délicates à prendre en compte pour construire un projet personnel d'enseignement des sciences et des technologies, fondé sur l'investigation. En outre, nous constatons qu'il ressort de tous les points de vue présentés la nécessité de former correctement les enseignants, d'une part pour qu'ils parviennent à dépasser les ambigüités et les difficultés liées à une approche fondée sur l'investigation, et d'autre part pour que les effets de cet enseignement sur les apprentissages des élèves soient positifs.

Pour tenter de comprendre comment les enseignants affrontent ces ambiguïtés et ces difficultés, nous établissons à présent un état des lieux de ce que l'on sait des pratiques enseignantes en situation d'ESFI.

Chapitre 2
PRATIQUES DES PROFESSEURS DES ECOLES EN SITUATION D'ESFI

S'intéresser aux *pratiques enseignantes*, c'est porter son attention sur « ce que fait » l'enseignant, en classe et hors de la classe. Les recherches issues des sciences de l'éducation ou de la didactique portant sur ce sujet sont très nombreuses soulignent Bächtold *et al.* (2017). Perrin-Glorian (2002, p. 170) ajoute que de manière à mieux connaitre et comprendre ce que font *effectivement* les enseignants lorsqu'ils préparent et mettent en œuvre leurs séances, les chercheurs ont été amenés à prendre de plus en plus en compte l'existant et les contraintes du terrain, et à se mettre davantage à l'écoute des enseignants pour aller plus loin que ne le permet la seule analyse du discours des enseignants sur leurs pratiques.

Marcel *et al.* (2002, p. 136) soulignent cependant que l'intérêt grandissant pour les pratiques, tant en formation qu'en recherche, s'accompagne d'une certaine confusion. Selon ces auteurs, cette confusion serait liée d'une part à une terminologie mal stabilisée puisque « les termes d'action, d'activité(s), de pratique(s), de travail… sont parfois utilisés comme synonymes, parfois distingués mais sans que ces distinctions ne rencontrent un véritable consensus » (*ibid.,* p. 136). Elle serait liée d'autre part, aux différentes visées poursuivies : « visée de formation (centrée sur le développement de l'expertise et la construction identitaire), visée de transformation et d'évolution des pratiques, et visée de production de connaissances sur les pratiques, la visée heuristique traditionnelle de la recherche » (*ibid.*). En outre, soulignent Marcel *et al*. (*ibid.*), ces visées ne se repèrent pas toujours très facilement dans les dispositifs présentés où elles peuvent être exclusives, cohabiter, voire parfois se combiner.

Dans ce chapitre, nous commençons par situer notre travail dans le paysage très dense des recherches sur les pratiques enseignantes. Nous dressons ensuite un état des lieux plus spécifique des questions de régulation et de guidage en DST. Nous poursuivons par un éclairage sur le concept *d'intention didactique*, fréquemment mobilisé en didactique mais peu théorisé. Enfin, nous terminons par une synthèse générale de ce travail de contextualisation afin de faire émerger les questions non résolues de la littérature scientifique, qui nous permettent de formuler nos questions initiales.

2.1 Pratique, activité, tâche, de quoi parle-t-on ?

Dans cette section nous précisons notre acception des termes de *pratique*, d'*activité* et de *tâche.* Nous dressons un état des lieux des objets de recherche privilégiés sur les pratiques enseignantes en DST pour mieux comprendre ce qui pèse sur l'agir enseignant en situation d'ESFI.

2.1.1 Se positionner dans un contexte polysémique

Que regardons-nous lorsque nous voulons décrire « ce que fait » l'enseignant quand il exerce son métier ? Selon la définition donnée par Bru (2002a) au terme de *pratique enseignante*[9], nous pouvons penser qu'il s'agit de se focaliser sur « ce que fait » l'enseignant en classe, et qui correspond peut-être à l'aspect le plus visible du métier pour un observateur extérieur. Selon Sensevy (2011) en revanche, il s'agit de voir plus loin que la classe. Pour cet auteur en effet, « *l'action didactique*, contrairement à un très grand nombre d'actions usuelles », est très souvent préparée et « cette préparation exerce une influence profonde sur l'action elle-même » (p. 184). Si bien que l'auteur engage à ne pas se satisfaire de *l'hic et nunc* de l'action, mais à remonter à ses sources pour comprendre ce qui se joue dans les transactions didactiques**.** D'autres auteurs rejoignent ce point de vue. Nous pouvons par exemple mentionner Bécu-Robinaut (2007) qui montre qu'une part non négligeable des décisions sur l'enseignement est prise pendant le travail hors classe et notamment pendant le travail de préparation, ou encore Coulange (2012) pour qui le projet de leçon de l'enseignant « peut influencer davantage ses actions ou ses décisions » que ne le fait la mise en œuvre de la leçon en classe. Le terme de *pratique* devient alors « une notion englobante qui comprend les actions, l'activité et les actes de l'enseignant » (Altet & Chartier, 2006, p. 15).

Ces premières approches mettent au jour les diverses terminologies employées pour désigner « ce que fait » l'enseignant et posent la question des nuances portées par les termes de travail, de pratique, d'action ou d'activité. Précisons que du point de vue de la théorie de l'activité (Leontiev, 1984 [1975]), une activité se réalise par des actions – que les ergonomes nomment des tâches – et l'action répond à un but, alors que l'activité répond à des motifs. Cette théorie prend en compte les contextes avec lesquels le sujet interagit et leur dynamique (pour nous le sujet est l'enseignant). Selon Amigues (2003, p. 8), l'*activité* est le concept forgé par la psychologie du travail et l'ergonomie de langue française pour poser la question de l'écart entre le travail prescrit (ce qu'il convient de faire) et le travail réel (ce qui se fait). Pour les ergonomes, cet écart irréductible est le siège de l'activité professorale. Ils y voient choix, compromis, incertitudes, décisions, prises de risque et investissement subjectif pour faire au mieux dans la tension inévitable entre le prescrit et le réel.

[9] « On peut désigner par pratiques enseignantes ce que font les enseignants dans la classe lorsqu'ils sont en présence des élèves ». (Bru, 2002a).

Bronckart (2010) propose une première synthèse des usages des différents termes en sciences de l'éducation, selon le champ auquel ils font référence. De manière à employer une terminologie « neutre », il propose avec ses collaborateurs l'expression « agir en situation de travail » (Bronckart *et al*., 2004) pour décrire ce que l'enseignant « fait » lorsqu'il exerce son métier. Ainsi, décrire, caractériser, comprendre le fonctionnement des pratiques enseignantes (ou de l'*agir* enseignant pourrions-nous dire à la suite de Bronckart) revient à « s'intéresser aux processus, aux procédures, aux produits d'une activité professionnelle située, orientée par des fins, des buts et les normes d'un groupe professionnel » (Altet, 2002, p. 86). Pour Altet, la pratique enseignante se traduit par la mise en œuvre de savoirs, de procédés et de compétences en actes d'une personne en situation professionnelle. Elle se compose de multiples dimensions (épistémique, pédagogique, didactique, psychologique et sociale mais également personnelle, culturelle, épistémologique, institutionnelle, politique, cognitive, médiative) qui interagissent entre elles « pour permettre à l'enseignant de s'adapter à la situation professionnelle » afin de réaliser les tâches qui lui incombent, ajoutent Vinatier et Pastré (2007). L'agir enseignant est alors appréhendé comme « une activité régulatrice de l'immédiat, structurée par des objectifs qui ont été définis localement en fonction des éléments saillants perçus au cours de la situation » (Casalfiore, 2002, p. 75). Cela signifie que toute situation d'enseignement appelle inévitablement des régulations ou des ajustements[10].

Pour notre part nous nous rallions aux définitions proposées par Masselot et Robert (2007, p. 17) pour évoquer par le terme de *pratiques* « tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas, sur un temps long, que ce soit avant, pendant ou après les séances de classe ». Le terme d'*activités,* permet alors de désigner des moments précis de ces pratiques, référés à des situations spécifiques du travail de l'enseignant (activité de préparation, activité de conduite de la classe, activité d'évaluation…). Ainsi, nous entendons par *activité enseignante*, à la fois la part observable et la part mentale de l'activité enseignante dans une situation spécifique. Jameau (2021) précise que l'activité enseignante « est organisée selon une logique propre à chaque individu » (2021, p. 61). De ce fait, elle n'est pas complètement accessible à l'œil nu et l'auteur souligne qu'il faut « trouver le moyen d'en rendre compte à partir de ce qui est visible, la tâche et/ou l'action qui peuvent être décrites empiriquement » (*ibid.)* Nous empruntons à l'ergonomie le concept de *tâche* et soulignons à la suite de Pastré (2007, p.87) que la tâche de l'enseignant est discrétionnaire (Valot, 2006), c'est-à-dire qu'elle est soumise à des prescriptions extérieures, mais que l'enseignant garde une grande latitude dans le choix des modalités d'action. L'enseignant est donc à la fois soumis à la prescription institutionnelle, et lui-même le prescripteur des tâches dédiées aux élèves.

Regardons à présent plus spécifiquement ce que nous apprennent les recherches portant sur les pratiques enseignantes en situation d'ESFI, et, de manière à englober toutes les acceptions des termes *pratiques*, *activité* ou *action*, telles qu'elles paraissent dans les divers travaux de

[10] Nous abordons les nuances entre ces termes au § 2.2.1, p. 40.

recherche, reprenons le terme *d'agir enseignant* proposé par Bronckart *et al.* (2004) pour tenter de décrire « de manière neutre » ce que fait l'enseignant en situation de travail.

2.1.2 Agir enseignant en situation d'ESFI

Chesnais *et al.* (2017) précisent que l'intérêt porté à l'agir enseignant en DST est assez récent. Toutefois, de nombreuses recherches éclairant les pratiques enseignantes en DST peuvent être recensées, et nous ne pourrions ici en dresser une liste exhaustive. Nous pouvons en revanche préciser les approches privilégiées et objets principalement visés par ces recherches qui, en étudiant *l'agir enseignant,* reconnaissent le rôle de l'enseignant dans la conception et la mise en œuvre de situations d'enseignement.

Certaines recherches décrivent en premier lieu la part observable de l'agir enseignant en situation de classe, c'est -à -dire ce que les enseignants font ou ne font pas, disent ou ne disent pas, pour décrire par exemple les différents rôles que ces derniers prennent en charge en situation d'ESFI (Crawford, 2000 ; Harlen, 2009 ; Morge & Boilevin, 2007 ; Vellopoulou & Papandreou, 2019), ou pour décrire les *rapports pragmatiques des enseignants à cet enseignement* (Calmettes, 2017). Mais s'intéresser à *l'agir enseignant* c'est également regarder de près les décisions que l'enseignant est amené à prendre sans cesse, en amont de la séance et en situation de classe pour s'adapter à son environnement de travail (Bonnat *et al*., 2020). D'autres recherches en DST vont donc tenter d'étudier plus spécifiquement la part mentale de l'agir enseignant, pour mettre au jour les conceptualisations ou schèmes qui structurent l'activité professionnelle en situation d'ESFI de manière à proposer, par exemple, des pistes pour la formation (Grangeat, 2013) ou un cadre d'analyse de l'activité d'enseignement de la physique (Jameau, 2012, 2017, 2021 ; Jameau & Boilevin, 2015), ou encore, pour caractériser l'activité d'un enseignant selon différentes composantes (cognitive, médiative, institutionnelle, sociale et personnelle) et différents registres (p. ex. Kermen, 2016 ; Kermen, 2017 ; Kermen & Colin, 2014).

Plus largement, nous pouvons constater qu'un nombre important de recherches en didactique des sciences et des technologies vise à mieux comprendre ce qui *détermine* ou *organise* l'agir enseignant. Nous gardons à dessein ces deux termes *déterminer* et *organiser*, car ils portent tous deux l'idée que des éléments *orientent* et *structurent* les décisions des enseignants. Nous remarquons toutefois que les travaux en DST ont davantage recours au terme de *déterminants* – *déterminant* de l'activité enseignante ou *déterminant* de l'action professorale – (p. ex. Cross, 2010 ; Jameau & Boilevin, 2015) sans que cet objet soit précisément défini en DST (Bächtold, 2017). Les courants issus de la didactique professionnelle quant à eux, utilisent de préférence le terme d'*organisateur* – *organisateur* de l'activité enseignante ou *organisateur* de la pratique – afin de souligner explicitement qu'ils cherchent à comprendre la variabilité et la stabilité des processus d'enseignement autrement qu'à partir de rapports de détermination (Grangeat, 2013 ; Vinatier & Pastré, 2007).

Parmi les objets d'étude privilégiés en DST, nous relevons trois grandes catégories. Il y a tout d'abord, ceux qui portent sur les représentations des enseignants sur les démarches d'enseignement, ou sur les conceptions des enseignants sur la nature et le fonctionnement des sciences et leur influence sur les pratiques en classe et hors de la classe (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 ; Crawford, 2007 ; Grandy & Duschl, 2007 ; Jones & Eick, 2007 ; Luft, 2001 ; Monod-Ansaldi & Prieur, 2011 ; Orlandi, 1991 ; Pelissier *et al.*, 2007 ; Porlan-Ariza *et al.*, 1998 ; Roletto, 1998). Une deuxième série d'objets de recherche privilégiés en DST porte sur le contexte de la classe (environnement socio-culturel, éléments propres aux élèves, propres aux prescriptions institutionnelles ou au calendrier, éléments propres aux expériences vécues des enseignants) et ses effets sur les pratiques (Bonnat *et al*., 2020 ; Calmettes 2012 ; Gwimby & Monk, 2003 ; Schoenfeld, 1998 ; Wanlin, 2009). Concernant les expériences vécues des enseignants, soulignons que Bécu-Robinault (2007) observe une corrélation entre la facilité « d'adaptation au terrain, aux difficultés des élèves » et l'expérience acquise par l'enseignant. Une troisième série d'objets de recherche privilégiés en DST porte sur les connaissances professionnelles des enseignants et leur identification ou leur mobilisation au cœur de la pratique. De nombreuses recherches mettent ainsi au travail et redéfinissent le cadre d'analyse des Pedagogical Content Knowledge (PCK) initialement développé par Shulman (1986) (Alonzo *et al*., 2012 ; Calmettes, 2012 ; Carlson *et al.,* 2019 ; Chan & Hume, 2019 ; Cross, 2010 ; Cross & Grangeat, 2014 ; Grangeat & Hudson, 2015 ; Jameau & Boilevin, 2015 ; Kermen 2015, 2018 ; Kermen & Izquierdo-Aymerich, 2017 ; Pélissier & Venturini, 2012 ; Rollnick & Mavhunga, 2014 ; Van Dijk & Kattman, 2007). Ce cadre d'analyse ne se rattache cependant pas explicitement à un cadre théorique et le modèle de départ, sans cesse redéfini, peine à aboutir à une forme consensuelle. Jameau (2021) souligne en outre que certaines catégories présentées dans les modèles PCK sont difficiles à distinguer car leur définition n'est pas unanime (par exemple il n'y a pas de consensus sur la définition des *connaissances sur les stratégies*, ni sur la composante *orientation pour l'enseignement des sciences*). Il est également reproché aux modèles PCK de proposer des catégories de connaissances trop statiques pour permettre une analyse fine de la manière dont les connaissances influencent les décisions en situation d'enseignement (Ball *et al*., 2008). Les chercheurs réunis lors des conférences de consensus en 2012 et en 2017 (cf. Cross, 2022) afin de produire un nouveau modèle, s'attèlent donc à préciser la notion de PCK pour permettre une opérationnalisation du modèle. Comme le précise Jameau (2021), quelques modèles plus consensuels commencent à être mis au travail (Gess-Newsome *et al*., 2019 ; Kind, 2019 ; Kind & Chan, 2019 ; Liepertz & Borowski, 2019).

Ces nombreux travaux nous permettent donc de mieux comprendre l'agir enseignant en situation de travail, et plus spécifiquement en situation d'ESFI, au travers de ce qui pèse sur les choix et les décisions de l'enseignant dans et hors la classe. Ces travaux ne nous permettent cependant pas de comprendre finement pourquoi l'enseignant prend telle décision à tel moment et de telle manière, autrement dit : quels évènements font alors sens pour lui, pourquoi ces évènements plutôt que d'autres et comment l'enseignant les prend-il en compte ou non, pour préciser son projet d'enseignement en situation de classe afin de « réguler

l'immédiat » pour reprendre l'expression de Casalfiore (2002, p. 75). Penchons-nous donc à présent sur cet aspect.

2.2 Réguler l'immédiat

Que faut-il entendre par l'expression « réguler l'immédiat » ? Cette expression nous renvoie à la capacité de l'enseignant à prendre des décisions dans l'urgence, à gérer les imprévus afin de *guider* les apprentissages des élèves et conduire la séance jusqu'à son terme. Autrement dit, elle nous renvoie à *l'ici et maintenant* de la séance, en classe. Il nous semble cependant que d'autres régulations peuvent être mises en œuvre par l'enseignant en amont ou en aval de chaque séance. À l'instar de Goigoux (2007), il nous semble donc nécessaire, pour bien comprendre les régulations de l'immédiat, de cerner les buts que l'enseignant se donne à lui-même en réponse aux prescriptions qui lui sont adressées, au moment où il prépare sa séance/séquence. C'est-à-dire de bien comprendre les *adaptations, ajustements, régulations* qu'il réalise en classe mais également en amont de la séance. Il nous semble également nécessaire de prendre en compte la réflexion de l'enseignant sur sa propre activité en aval de la séance réalisée, afin de comprendre ce qu'il juge utile de conserver ou au contraire *d'adapter, d'ajuster, de réguler* pour la prochaine fois qu'il mènera sa séance, ou tout simplement pour optimiser la séance suivante.

Dans cette section, nous commençons par mettre en perspective les notions de *régulation,* d'*adaptation* et d'*ajustement* afin de choisir le terme qui nous semble le plus adapté à nos questionnements. Puis nous retraçons les discussions relatives au guidage de l'enseignant en situation d'ESFI car ce sujet a donné lieu aux plus vives critiques des modèles d'enseignement fondé sur l'investigation.

2.2.1 Réguler, adapter ou ajuster ?

Dans la littérature scientifique, nous trouvons les trois termes réguler, adapter ou ajuster, mais les nuances qu'ils portent les uns par rapport aux autres ne sont pas si claires. Comment dans ce cas choisir un terme plutôt qu'un autre ? S'inscrivant dans la lignée des travaux de Altet (1991, 1992, 1994) et de Bucheton (2009), Saillot (2020) réalise un travail approfondi sur l'étymologie du terme *ajustement* dont il privilégie l'usage. Selon lui, la notion d'ajustement traduit « un moyen de répondre à l'imprévisibilité des situations d'enseignement et aux besoins d'apprentissage des élèves ». Il distingue cette notion de celle d'adaptation en s'appuyant sur une perspective socio-historique des métiers. Saillot, se référant à Mazereau (2015), souligne en effet que dans une telle perspective « la notion d'adaptation a souvent été associée à un champ professionnel de l'enseignement spécialisé en France ». Ce qu'il illustre en reprenant l'expression de Todorov (1981) : « le mot adaptation "sent le contexte" de l'enseignement spécialisé ». Nous ne pouvons ignorer cet argument lorsque nous nous

intéressons aux problématiques de l'enseignement primaire, marquées depuis la loi[11] d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République par un souci prégnant d'inclusion de tous les élèves, nécessitant des *adaptations* de la part de l'enseignant. Ainsi, nous n'utiliserons le terme d'*adaptation* que lorsque nous ferons référence aux processus d'adaptation des sujets (ou d'équilibration), en référence aux thèses de Piaget (1953) [12] ou en référence aux *processus d'adaptation* des schèmes (Vergnaud, 1994). Pour les autres cas, nous privilégierons plutôt le terme d'ajustement ou de régulation. Précisons à présent les nuances que nous entendons entre ces termes.

Pour Allal et Mottier Lopez (2007), il semble que la notion de *régulation* englobe celle d'*ajustement*. En effet, les auteures précisent que les mécanismes psychologiques de guidage, de contrôle et d'ajustement correspondent à ce que la littérature relative aux processus de régulation de l'apprentissage distingue sous l'étiquette de *régulations internes*. Les processus de *régulations externes* relevant par opposition, de facteurs situés dans l'environnement matériel, social et culturel. Les auteurs ne se retrouvent cependant pas dans cette dichotomie interne/externe également discutées sous les termes d'autorégulation / hétérorégulation ou selfrégulation / otherregulation (Brown, 1987), car, précisent-elles, toute régulation (autorégulation) est toujours intégrée dans un faisceau de régulations sociales plus englobant, surtout en situation scolaire et en formation (*ibid.*, 2007, non paginé). Elles formulent donc le concept de corégulation pour d'une part, prendre en compte la dimension sociale des régulations, et d'autre part, souligner que la régulation des apprentissages ne peut être assurée par les interventions d'un agent externe. En effet, selon les auteures, les interventions de l'enseignant et les instruments qu'il déploie en situation de classe, ne peuvent être considérés que comme des sources de régulation potentielles. Précisons enfin que sous l'étiquette générale de *régulation*, Allal et Mottier Lopez (*ibid.)* définissent trois types de régulations : les régulations proactives liées à l'anticipation et à la planification de nouvelles démarches, les régulations interactives, intégrées à chaque situation et qui impliquent des formes de médiation sociale, et les régulations rétroactives, liées aux opérations de vérification et au retour d'information provenant des opérations de contrôle entrainant la reprise de problèmes non résolus.

Le modèle de régulation mobilisé par Jameau (2012, 2015, 2021) en DST, est quant à lui issu des travaux en ergonomie et en psychologie du travail (Leplat, 2005). Ces travaux distinguent également les régulations proactives et les régulations rétroactives mais ne semblent pas faire mention de régulations interactives. Selon Coulet (2011, p. 16), les régulations proactives visent « essentiellement l'ajustement de l'activité sur la base de l'anticipation des résultats à atteindre » et les régulations rétroactives sont « mises en œuvre sur la base des effets (ou feedbacks) effectivement produits par l'activité ». Selon cette approche, le terme de régulation semble donc également englober celui d'ajustement. Jameau (*ibid.*) mobilise ce cadre d'analyse car il lui permet d'analyser les différentes stratégies mobilisées par les

[11] Loi n°2013-595 du 8 juillet 2013

[12] Pour l'auteur, assimilation et accommodation sont les deux pôles de l'adaptation de toute conduite d'un sujet.

enseignants lors de régulations rétroactives, celles dites « à boucle courte » et celles dites « à boucle longue » (Pastré, 1999b). Dans son étude sur l'apprentissage de la conduite de centrales nucléaires sur simulateurs, Pastré (*ibid.*) associe la régulation à boucle courte, de type procédural, à la stratégie du novice qui modifie son activité de proche en proche. Cette stratégie est essentiellement axée vers la réussite et relève donc du registre pragmatique. La deuxième stratégie, dite à boucle longue, est quant à elle associée à une approche plus globale, de type analytique. Pour Pastré celle-ci relève du registre épistémique : « elle vise la compréhension des propriétés des objets de l'activité et de leurs relations dans une situation donnée ». Il définit par la suite une troisième forme de régulation rétroactive (Pastré, 2008) qui réoriente le sujet vers d'autres formes d'activité (régulation correspondant, pour Coulet (*ibid.*), à un changement de schème).

Ainsi, la *régulation* représenterait ce qui est mis en œuvre pour parvenir à *l'ajustement de l'activité enseignante*. Les deux termes (ajustement et régulation) sont donc difficilement dissociables. Notons que, dans l'approche de Saillot (2020), le terme d'*ajustement* est présenté comme synonyme de *régulation interactive* telle que la définissent Allal et Mottier Lopez (2007). Pour notre part, et à la suite de Jameau (2021), nous nous intéressons à l'ensemble des régulations mises en œuvre par l'enseignant, c'est-à-dire que nous que nous intéressons à ce que l'enseignant met en œuvre pour parvenir à ajuster *ce qu'il fait*, à son environnement de travail en situation d'ESFI, aussi bien en amont de la classe qu'en situation de classe, voire après celle-ci, pour faciliter les apprentissages des élèves. Des trois termes *adapter, ajuster* et *réguler*, nous privilégions donc le terme de réguler (régulation) pour définir notre objet d'étude.

Remarquons cependant que pour Amade-Escot et Venturini (2009, p. 30), les *régulations* du professeur ne sont intelligibles que si on les rapporte à son *intention didactique*. Les auteurs précisent en outre que les enseignants agissent dans *une interférence d'intentions*. De son côté, Weil-Barais (1998) avance que l'action de tutelle est efficace s'il y a adéquation entre les conduites des élèves et *les intentions de l'action du tuteur*. Ces auteurs ne précisent cependant pas les concepts *d'intention* ou *d'intention didactique*. Il nous faut donc faire un point sur ces concepts si l'on veut mieux comprendre les régulations du professeur en situation d'ESFI. Toutefois, avant de développer ce point, il nous semble important de considérer la question du guidage en ESFI, en tant que régulation de *l'ici et maintenant* d'une séance, car cette question est à l'origine de nombreuses discussions et débats en DST.

2.2.2 La question du guidage

Jusqu'aux alentours de 2010, de fortes critiques se sont élevées à l'encontre de l'ESFI, reprochant à ce mode d'enseignement un manque de guidage (guidance en anglais) de l'enseignant, c'est-à-dire une forme d'implication minimaliste voire inexistante de l'enseignant dans les transactions didactiques, empêchant les élèves d'accéder aux savoirs visés (Jenkins, 2000 ; Kirschner *et al.*, 2006 ; Matthews, 2012). Boilevin (2017b, p. 141)

rappelle que le guidage ou interaction de tutelle est, pour Bruner (1983), « une entreprise de collaboration au travers de laquelle on aide l'enfant à se développer ». Cette interaction correspond à un « processus d'étayage qui rend l'enfant ou le novice capable de résoudre un problème, de mener à bien une tâche ou d'atteindre un but qui auraient été, sans cette assistance, au-delà de ses possibilités ». La critique relative au manque de guidage associé aux approches *constructivistes*, serait plus spécifiquement destinée à l'approche *constructiviste radicale* développée par von Glaserfeld (1994). Celle-ci, considérée par Duit (1995, p. 274) comme « la référence majeure du constructivisme contemporain », a laissé penser qu'une situation d'enseignement devait à elle seule permettre à l'élève de *construire* ses connaissances, sans nécessiter outre mesure d'intervention de l'enseignant. Les critiques que cette approche soulevait se sont donc directement adressées *au constructivisme* de manière générale, et donc à toute situation d'enseignement fondé sur l'investigation. Plusieurs auteurs s'élèvent contre ces critiques (Hmelo-Silver *et al.*, 2007) et affirment bien au contraire que l'ESFI est un mode d'enseignement qui permet d'adapter le degré de guidage aux élèves.

Aujourd'hui, les discussions semblent apaisées (Bächtold, 2012 ; Kirschner & Lund, 2017) car la problématique du guidage est prise en compte par les recherches en DST sous l'influence de différents domaines et du courant interactionniste. Certaines recherches s'attèlent ainsi à décrire les interactions langagières (Bisault & Rebiffé, 2011 ; Peterfalvi & Jacobi, 2003) et Mortimer et Scott (2003) vont jusqu'à catégoriser les interactions didactiques dans l'étude de situations d'apprentissage. D'autres recherches proposent de mettre au jour les difficultés rencontrées par les enseignants au cours des interactions enseignant/élèves (Jaubert & Rebière, 2000 ; Keys & Kennedy, 1999 ; Morge, 1997, 2000, 2001 ; Orange *et al.,* 2001 ; Schneeberger, 2008 ; Vérin, 1998). Morge (2016) constate ainsi la difficulté pour l'enseignant à interpréter les propositions des élèves dans l'immédiateté de la situation de classe, ce qui peut l'amener parfois à refuser des propositions justes ou à accepter des propositions erronées. D'une manière générale, nous pouvons avancer que ces recherches visent à mieux comprendre comment les interactions didactiques contribuent aux processus de construction des connaissances. Elles réaffirment ainsi le rôle primordial de l'enseignant dans le guidage des élèves, pour que ceux-ci parviennent à cheminer vers les apprentissages visés. Weil-Barais et Dumas-Carré (1995) en particulier, développent le modèle de Tutelle et Médiation en Education Scientifique (TMES), dans lequel les interactions sont identifiées comme interactions de tutelle ou interactions de médiation. L'interaction de tutelle est définie comme un guidage vers une connaissance nouvelle, et l'interaction de médiation est définie comme un processus visant à prévenir et/ou à résoudre un conflit ou une difficulté cognitive (Boilevin, 2017b). Le terme de médiation peut recouvrir différents sens selon le champ dans lequel il est mobilisé (pour davantage de précisions voir Boilevin, 2017b ou Lenoir, 1996, 2014), mais dans le modèle de Weil-Barais et Dumas-Carré (1995) les interactions de médiation consistent pour l'enseignant à négocier avec les élèves les changements cognitifs.

En termes de guidage, la question qui se pose actuellement en DST, ne consiste donc plus à savoir s'il faut guider les élèves en situation d'ESFI mais plutôt, comme le résume Bächtold

(2017, p. 176), à « décrire le guidage de l'enseignant, qui apparaît comme un aspect essentiel de l'activité enseignante, en particulier dans le cadre d'un enseignement par démarche d'investigation ou plus généralement de l'IBSE[13] ». L'auteur (*ibid.,* p. 177) pose alors deux questions : Quel est le degré de guidage le plus adapté pour permettre les apprentissages ? À quel moment l'enseignant doit-il intervenir pour guider et sous quelle forme ? Bächtold (*ibid*.) constate que ces questions ne font pas l'objet de discussions à part entière dans la littérature de recherche et suggère de distinguer différentes formes de guidage. Il cite en particulier : les « guidages conceptuels (ex : introduction d'un nouveau concept), les guidages sur le plan du raisonnement (p. ex. : inférence d'une idée à partir d'autres idées), les guidages manipulatoires (p. ex. : utilisation d'un instrument de mesure) et les guidages méthodologiques (p. ex. : isolement des variables) », dont certaines sont discutées dans des travaux récents (Blanchard *et al*., 2010 ; Boilevin, 2017b ; Kermen, 2017 ; Windschitl, 2003).

La question que nous nous posons alors consiste à savoir si une description du guidage de l'enseignant en situation d'ESFI peut nous permettre d'aller au-delà de l'observation de corrélations entre les effets de certaines variables sur les choix de l'enseignant car, comme le souligne Perrin-Glorian (2002, p.188) « les corrélations ne donnent pas des explications ni des moyens d'agir ». Nous formulons donc ainsi notre question : Quelle description du guidage de l'enseignant peut nous permettre de mieux comprendre l'organisation des pratiques d'ESFI de ce-dernier, et ses effets sur les apprentissages des élèves ? En effet, si l'on se place dans une perspective de développement professionnel des enseignants, il nous semble que toute description du guidage d'un enseignant en situation d'ESFI doit se donner pour objectif de mieux comprendre comment s'organise l'activité enseignante de guidage, c'est-à-dire comprendre comment l'enseignant s'y prend pour définir son mode de guidage et l'ajuster à chaque situation de classe.

Revenons à présent au concept d'intention didactique, afin de le préciser.

2.3 De l'intention didactique

Jolivet (2018) constate que dans les travaux de didactique, il est fréquemment fait référence à l'Intentionnalité, aux intentions ou intentions didactiques de l'enseignant, sans pour autant que ces concepts ne fassent référence à une théorie précise ou ne soient l'objet spécifique du travail. Or, si les intentions didactiques sous-tendent la pratique enseignante comme l'affirment Amade-Escot et Venturini (2009, p. 30), et que la tâche est redéfinie par les intentions comme le souligne Clot (1999b), nous ne pouvons clore ce chapitre sans faire un point sur ce concept. Nous relevons dans un premier temps le sens général souvent attribué au terme d'intention didactique. Nous opérons ensuite un détour par la philosophie pour mieux cerner le concept. Nous revenons pour terminer, aux travaux didactiques qui s'appuient

[13] ESFI pour nous.

sur les modèles philosophiques pour prendre en compte l'intention didactique dans leurs modèles d'analyse des pratiques enseignantes.

2.3.1 La question des intentions en didactique

Citant Chevallard et Cirade (2010), Houdement (1999) ou encore Margolinas et Wozniak (2010), Jolivet (2018, p. 290) constate que les auteurs en didactique situent souvent l'intention dans une temporalité qui précède l'agir. Cela correspond, précise Calmettes (dans Bächtold *et al.*, 2017, p. 188) à une approche mentaliste et causale, qui est assez commune, où l'agir est déterminé par l'intention. Selon cette approche, l'intention est donc préalable à l'agir et aucune distinction n'est opérée entre le projet, le souhait, l'intention, le but. Ainsi lorsque l'on cherche l'écart entre les intentions de l'enseignant et ses actes (p. ex. Crépin-Obert, dans Bächtold *et al.,* 2017, p. 224), le terme d'intentions renvoie à un préalable à l'agir, au but, au projet. Certains auteurs marquent une nuance entre le but qu'ils appréhendent comme une visée sur le court terme, et l'intention qu'ils appréhendent comme une visée sur un plus long terme (p. ex. Kermen, 2017). Notons cependant que la notion d'intention renvoie toujours à une temporalité antérieure à l'action. En DST, Calmettes (*ibid*.), dont l'approche vise une modélisation pragmatiste de l'action didactique, considère au contraire que l'intention se situe *au moment de l'agir*. L'auteur se référant à Descombes (2002, p. 13-14), et à Anscombe (2002 [1957]), distingue ainsi projet et intention :

> « Le projet est déterminé *a priori* et on peut le lire à partir des préparations de l'enseignant et des explications qu'il en donne. L'intention correspond davantage au déroulement justifié de ce qui se passe en situation, évènement après évènement. L'intention dépend alors, certes des prévisions, du projet, mais elle prend aussi en compte – in *situ* et *in vivo* – les perceptions conscientes des contextes, et la réflexion sur le projet et sur ce qui est perçu. L'intention règle chaque action minute après minute, seconde après seconde. Je fais référence ici à Anscombe. Elle écrit notamment dans un de ses ouvrages que « c'est la connaissance qu'a l'agent de ce qu'il fait qui fournit la description sous laquelle ce qui arrive est l'exécution d'une intention » (Anscombe, 2002, p. 149). L'action – présentée par sa description, par la narration, et son intention – exprimée par la justification, sont exposées par l'enseignant pendant l'entretien. »

De son côté, Portugais (1998), didacticien des mathématiques, explore de façon approfondie la notion d'intention didactique dans les trois grands cadres mobilisés en didactique des mathématiques francophone, au moment où il écrit. Pour cet auteur, il y a plusieurs façons d'évoquer la question de l'intention ou de l'intentionnalité en didactique. Ainsi, dans la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, 1988), précise Portugais (ibid., p. 59), la situation adidactique est caractérisée par la disparition des intentions. Dans ce cadre, « la notion d'intention didactique est utilisée pour désigner les intentions que le professeur a, en tant qu'organisateur du milieu adidactique » (ibid., p. 60). Dans le cadre de la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1991) – que Portugais appelle Théorie Institutionnelle – les intentions didactiques définissent les intentions de l'institution

didactique. Concernant la Théorie des Champs Conceptuels, Portugais précise que la notion d'intention est une composante du schème, et qu'en ce sens, « les intentions qui font partie d'un schème ont un caractère très privé, décisionnel et opératoire (…) » (*ibid.,* p.61).

Ce premier travail d'analyse amène Portugais (1998) à distinguer « les intentions didactiques ayant un caractère social ou institutionnel (…), des intentions didactiques ayant un caractère plus restreint, lié au fonctionnement de l'enseignement effectif » (*ibid*., p. 60). Nous n'avons pas connaissance de recherches non francophones traitant spécifiquement de l'intention dans le champ des didactiques, et nos investigations nous mènent plus spécifiquement à des travaux dans le champ de la philosophie. Pour mieux comprendre les modèles de l'Intentionnalité développés par Portugais (1998) et après lui, par Sensevy (2011) dans le cadre de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique, nous opérons à présent un détour par la philosophie.

2.3.2 Un détour par la philosophie

La notion d'Intentionnalité est un élément majeur des théories de l'action et de la philosophie de la connaissance du 20è siècle, qui la considèrent la plupart du temps, soit selon une approche externaliste, soit selon une approche internaliste. Dans une perspective externaliste, Wittgenstein (1921) décrit l'action indépendamment de la recherche de ses causes. À sa suite, Anscombe (2002 [1957]) avance que l'intention est une propriété de l'action, qu'elle est incorporée à l'action, soulignant ainsi la dimension performante de l'intention tout en rejetant l'idée que l'action se déroule sur un axe linéaire. L'approche internaliste met au contraire en évidence une dimension temporelle de l'intentionnalité. Les thèses davidsonniennes de la théorie causale de l'action (Davidson, 1980) s'inscrivent dans cette approche. Sans détailler les débats et nuances entre les différents courants de pensée, nous pouvons souligner que leur point commun consiste à prendre en compte à la fois l'échelle temporelle des intentions et la dynamique générale de celles-ci, c'est-à-dire la transformation de leur contenu. Ainsi, Bratman (1987) opère une distinction entre intentions dirigées vers le futur et intentions dirigées vers le présent, Brand (1984) quant à lui utilise les termes d'intentions prospectives et d'intentions immédiates, Mele (1992) préfère les termes d'intentions distales et d'intentions proximales, enfin, Searle (1983) mobilise les termes d'intentions préalables et d'intentions en action. Si tous ces modèles se rejoignent sur l'importance de prendre en compte la dynamique temporelle des intentions selon les deux formes : forme préalable et forme en acte, Pacherie (2003) souligne qu'ils ne se recoupent cependant pas complètement quant à la caractérisation des fonctions et du contenu de ces différents types d'intentions. Pour dépasser les limites du formalisme davidsonnien, cette auteure propose alors un modèle qui prend en compte un troisième type d'intention : les intentions motrices. Celles-ci se situent dans l'ici et maintenant de l'activité même du sujet, à l'échelle d'un microprésent neurologique. Nous ne développons pas ici cet aspect car les analyses que nous présentons par la suite ne nécessitent pas d'y avoir recours, en revanche,

nous soulignons les six grandes fonctions des intentions explicitement identifiées par l'auteure en complément des autres approches :

1/ mettre un terme au raisonnement sur les fins ;
2/engager le raisonnement sur les moyens ;
3/ coordonner ses propres intentions et celles des autres ;
4/ déclencher l'action ;
5/ guider l'action ;
6/ contrôler l'action jusqu'à son terme.

Les modèles phénoménologiques de l'action sont également considérés comme internalistes. À l'origine de la phénoménologie husserlienne, qui se distingue des approches mentalistes de l'intention, Brentano (1911), redéfinit l'intentionnalité comme « un mécanisme fondamental qui met en rapport le sujet avec le monde ». Nous n'entrerons pas dans la complexité des débats philosophiques concernant le concept d'intentionnalité et nous nous arrêtons à ce rapide tour d'horizon du concept en philosophie, qui nous donne un arrière-plan pour comprendre comment ces apports de la philosophie sont pris en compte dans les modèles didactiques.

2.3.3 Un retour au didactique

Deux approches investissent cette structuration des intentions de l'enseignant selon ses deux formes (préalable et en acte) dans le cadre didactique : celle de Sensevy (2011) et celle de Portugais (1998). Toutes deux mentionnent en outre l'existence d'une troisième « strate » d'intentions, liée aux contraintes institutionnelles et situationnelles qui pèsent sur l'agir de l'enseignant. Sensevy désigne cette strate d'intention par la notion de déterminants institutionnels, et Portugais, par celle d'*Intentio*. L'idée forte portée par cette affirmation consiste à avancer que l'intentionnalité n'est pas portée seulement par l'enseignant mais également par la situation d'enseignement et le système didactique. Ces deux approches ne recherchent toutefois pas l'intention didactique au même endroit. Pour Sensevy (2011, p. 203), qui propose de montrer le lien organique d'un modèle dynamique des intentions du professeur avec une modélisation de l'action en termes de jeux, « les intentions didactiques du professeur ne se situent ni « dans sa tête », ni « en situation » mais, pour ce qui concerne les intentions préalables, « dans la relation dialectique entre le milieu des ressources, et son anticipation [celle du sujet] du déroulement in situ du jeu, au moment de la construction du jeu. » L'auteur précise que la dynamique des intentions, c'est-à-dire la spécification des intentions préalables en intentions en action, tient alors au fait que l'action du sujet produit des effets qui interagissent avec cette intention préalable et de fait, la transforment. Pour Portugais en revanche, les intentions de l'enseignant se situent à la fois « dans sa tête » et « en situation ». C'est-à-dire que sa démarche consiste à éclairer les rapports entre le cognitif, *qu'il* définit comme le lieu des phénomènes relevant de la cognition individuelle (1999, p 71), et le *didactique* qu'il définit comme le lieu des phénomènes de mise en circulation des savoirs, c'est-à-dire « le lieu de l'apprentissage provoqué par un jeu de conditions et de contraintes

intentionnellement mises en place » (p. 72). Pour construire son modèle, Portugais (1998, p. 57) souligne qu'il s'est appuyé sur les travaux de Searle (1995) « pour faire parler la réalité didactique », en empruntant à ce dernier certains mots, mais « pas toujours la théorie qu'il a construite avec ces mots et autour de ces mots ».

En didactique des sciences et des technologies, et à notre connaissance, seuls les récents travaux de Cross (2022, à paraitre) se réfèrent à un modèle dynamique des intentions (en l'occurrence, à celui de Portugais). Ce faisant, Cross (*ibid*.) se donne pour objectif de compléter les descripteurs de l'agir qu'il mobilise dans un premier temps – à savoir les notions de topo-, chrono- et mésogénèse définies par Sensevy et Mercier (2007) – afin de rendre compte plus spécifiquement de différentes échelles de descriptions des connaissances des enseignants. La notion d'intention didactique lui semble à même de l'y aider car, telle qu'elle est définie par Portugais (1999), elle permet de prendre en compte l'intention de l'enseignant sans la séparer de l'intention du système didactique ni de l'intention associée à la situation, avec lesquelles elle se trouve intriquée.

Enfin, si l'on considère les travaux en didactique de manière plus large que la Didactique des Sciences et des Technologies, nous pouvons noter l'importance accordée par Goigoux (2007) à ce que Sensevy (2011) et Portugais (1998) reconnaissent comme une troisième « strate » d'intentions, c'est à dire aux contraintes institutionnelles et situationnelles qui pèsent sur l'agir de l'enseignant. En effet, selon Goigoux (ibid., p. 56), il convient pour analyser l'activité enseignante, d'étudier « comment les enseignants traduisent les prescriptions en intentions didactiques et opérations ». Autrement dit, « comment ils interprètent les prescriptions en fonction des moyens dont ils disposent et des exigences qu'ils se donnent » (*ibid*.). Si Goigoux ne définit pas explicitement ce qu'il entend ici par *intentions didactiques*, il nous semble que ses propositions et questionnements font écho à un modèle dynamique des intentions.

À l'aulne de cet état des lieux sur les pratiques enseignantes en DST, précisons à présent les questions initiales de notre recherche.

2.4 Conclusion du chapitre et questions initiales

Dans ce chapitre, nous avons souligné l'intérêt récent porté à l'agir enseignant dans divers champs de recherche, dont celui de la Didactique des Sciences et des Technologies. La richesse apportée par cette multiplicité des regards s'accompagne cependant d'une confusion au niveau de la terminologie employée. La revue de littérature que nous avons réalisée nous a permis de préciser le sens que nous donnons aux termes de pratique, d'activité et de tâche en accord avec une approche ergonomique d'analyse du *travail enseignant*. Ce recensement nous a également permis de mieux identifier les éléments qui pèsent sur les choix et les décisions prises par les enseignants en classe et hors de la classe, et nous a amenés à considérer l'activité enseignante en situation d'ESFI comme une activité de régulation. Pour

mieux appréhender le concept de régulation, nous avons proposé une clarification du concept d'intention didactique auquel il semble lié, et avons distingué différents types de régulation.) Les régulations proactives d'une part, qui s'opèrent au moment de l'activité de préparation de séance lorsque l'enseignant s'attèle à interpréter les intentions institutionnelles pour les faire coïncider à la fois avec son projet personnel d'enseignement (structuré par ses intentions propres) et avec son environnement de travail. Les régulations des interactions enseignant/élèves en situation de classe d'autre part, en particulier au travers de la notion de guidage des apprentissages, dont la forme semble dépendre des intentions didactiques de l'enseignant. Les régulations rétroactives (de type boucle longue) enfin, qui permettent à l'enseignant après la mise en œuvre d'une séance, d'opérer un retour réflexif de manière à développer son expérience.

Malgré ces éclairages, nous ne savons cependant toujours pas ce qui, en situation de classe, pousse l'enseignant à intervenir ou pas à tel moment précis, ce qui l'aide ou l'empêche d'interpréter les propositions des élèves. Nous ne savons pas non plus comment reconnaitre les évènements qui font sens pour lui, et pourquoi ces évènements plutôt que d'autres ni comment l'enseignant prend en compte ces évènements pour construire et préciser son projet d'enseignement en situation d'ESFI afin de guider les négociations qui permettent de construire le savoir visé sans le construire par lui-même. Enfin, nous ne savons pas comment identifier concrètement les différents types d'intentions ni quel est précisément leur rôle dans l'organisation de l'activité enseignante de régulation.

Notre questionnement initial se situe donc à un point de rencontre de la Didactique des Sciences et des Technologies (DST), incontournable pour étudier les savoirs en jeu et leur construction en situation de classe, et de la Didactique Professionnelle (DP) qui permet de rendre compte de l'organisation de l'activité de travail de l'enseignant et de sa dynamique.

Nous précisons à présent, dans un bref chapitre, les points de convergence et les points de divergence de ces deux champs de recherche afin d'en proposer ensuite une articulation qui nous permette de construire nos questions de recherches.

Chapitre 3
VERS UNE ARTICULATION DP – DST

Pour Pastré (2008, p. 17) des différences marquées existent entre didactiques des disciplines (Didactique des Sciences et des Technologies ou DST en ce qui nous concerne) et didactique professionnelle (DP). L'auteur, dont Jameau (2021) se fait l'écho, souligne cependant que des points de convergence existent également et permettent un dialogue fécond entre ces différents champs de recherche. Nous retraçons dans ce chapitre l'évolution de chacun de ces champs, puis nous soulignons ce qui les différencie et ce qui les rapproche, de manière à souligner les perspectives tout comme les limites offertes par une articulation DP/DST.

3.1 Une évolution parallèle

Didactiques disciplinaires et didactique professionnelle sont des champs de recherche encore jeunes dans l'histoire des sciences humaines. Dans cette section, nous retraçons rapidement pour chaque champ son contexte d'émergence et son évolution ainsi que ses sources d'inspiration.

3.1.1 Évolution de la DST

En France, nous dit Dezutter[14] (Dezutter & Pastré, 2008) le contexte de massification de l'enseignement secondaire fait émerger « la nécessité de penser autrement la question des apprentissages scolaires afin de mieux comprendre et de mieux prévenir les formes de résistance [aux] apprentissages, manifestées chez un nombre de plus en plus important d'élèves » (p. 271). C'est cette nécessité qui permet l'émergence des didactiques disciplinaires à partir de la fin des années 1960. Quinze à vingt ans sont ensuite nécessaires avant qu'elles ne soient reconnues comme telles. Les premiers travaux en DST sont menés à l'INRP dans les années 1970 à 1980. Bächtold (2018, p. 81-82) souligne notamment que le modèle « investigation-structuration » (Astolfi & Develay, 1989 ; Calmettes & Boilevin, 2014 ; Host &

[14] Dans cette section, nous nous référons à un texte construit sous la forme d'une écriture subjective à deux voix. Dezutter s'y exprime pour apporter un point de vue issu des didactiques des disciplines, et Pastré, pour apporter un point de vue de didactique professionnelle. La forme particulière de ce texte nous invite, lorsque nous en reprenons des éléments, à préciser spécifiquement auquel des deux auteurs nous faisons référence.

Martinand, 1975, Martinand *et al.*, 1980,) se trouve à l'origine de certaines expressions utilisées par la suite dans les textes officiels.

Le terme *didactique* quant à lui, précise Dezutter (Dezutter & Pastré, 2008), n'apparait officiellement dans les cursus de formation des enseignants que depuis les années 1990. À partir de cette date, et plus précisément depuis le « Que sais-je ? » écrit par Astolfi et Develay (1989), les publications d'ouvrages consacrés à la didactique des sciences et des technologies sont nombreuses. Notons que cette communauté de recherche est structurée par de nombreuses associations au niveau francophone et mondial (Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies (ARDiST) créée en 1998, European Science Education Research Association (ESERA) créée en 1995, ou encore International Organization for Science and Technology Education créée en 1979), qui disposent d'un grand nombre de revues.

Regardons à présent l'évolution parallèle de la Didactique Professionnelle (DP) ainsi que ses sources d'inspiration.

3.1.2 Evolution de la DP

La didactique professionnelle (DP) émerge un peu plus tard que la DST. On peut situer sa naissance précisément à la suite de la thèse de Pastré en 1992 puisque c'est la date qui est prise comme repère pour annoncer ses trente ans d'existence dans le cadre d'une journée de rencontres scientifiques et festives prévue à la fin de l'année 2022. La DP se trouve à la rencontre d'un champ de pratiques : la formation professionnelle continue et plus spécialement l'ingénierie de formation (Ginbourger, 1992 ; Pastré, 1992, 2002), et de trois courants théoriques : la psychologie du développement, l'ergonomie cognitive et la didactique (Pastré *et al*., 2006). Son but, comme le précise Pastré (*ibid.,* p. 145), est « d'analyser le travail en vue de la formation des compétences professionnelles » (Mayen, 1997, 1998a, 1998b ; Pastré, 1997, 1999c, 2002). C'est à l'origine un petit noyau de personnes qui a travaillé à la construction théorique de ses bases, puis des travaux se sont développés dans des unités de recherche, principalement en France (Dijon, Paris, Nantes, Lille, Grenoble), précise Pastré (Dezutter & Pastré, 2008, p. 279). Ensuite, le réseau s'est étendu au Québec, à la Suisse, au Portugal, à la Belgique, et s'est fédéré au travers de l'association de Recherches et Pratiques en Didactique Professionnelle. Des colloques internationaux de DP sont régulièrement organisés de manière à regrouper les chercheurs de cette communauté. Cela contribue à son institutionnalisation, tout comme la parution régulière d'articles mobilisant ce cadre dans un contexte d'analyse du travail, des apprentissages ou de la formation.

D'un point de vue épistémologique, Pastré (Dezutter & Pastré, 2008, p. 276) souligne que « la principale source d'inspiration a été et demeure la théorie de la conceptualisation dans l'action, avec comme principaux inspirateurs Piaget, Vygotski et Vergnaud ». Pour Pastré, ce qui est central dans la DP, c'est que « ce cadre permet de faire une liaison très forte entre

connaissance et action » et donc de comprendre l'aspect (conceptuellement) organisé de l'activité. L'auteur précise que « la conceptualisation dans l'action voit dans la connaissance une démarche d'adaptation intelligente aux situations et aux contextes, dans le droit fil de la pensée de Piaget, qui conçoit l'intelligence comme une adaptation, assimilation et accommodation » (*ibid*.), et cette orientation épistémologique est développée par Vergnaud (1994) au travers de la théorie des schèmes. Pour analyser l'activité de travail, le cadre de la conceptualisation dans l'action emprunte les concepts et méthodes de l'ergonomie cognitive qui accorde une grande importance à la dimension cognitive de l'activité (p. ex. Savoyant, 2006) avec, comme préoccupation supplémentaire, l'idée de concevoir l'activité humaine dans une perspective développementale. Ainsi, dans une optique de développement professionnel, la didactique professionnelle formule deux hypothèses (Pastré, 2007) : 1/ toute activité est organisée, c'est- à- dire qu'elle combine invariance et variabilité ; 2/ le noyau central de cette organisation est de nature conceptuelle.

Ce rapide tableau de l'évolution et des sources d'inspiration de la DST et de la DP montre leur évolution parallèle et souligne la cohérence épistémologique des deux champs, puisque tous deux puisent une partie de leur inspiration dans les travaux de psychologie du développement cognitif. Un rapprochement semble donc possible, mais avant d'en décrire l'élément central, distinguons bien ce qui les différencie.

3.2 Divergences et convergences

Dans cette section, nous soulignons la principale divergence entre didactique professionnelle et didactiques disciplinaires, puis nous nous arrêtons sur le concept de situation qui marque au contraire la convergence entre ces différents champs de recherche et permet de les rapprocher. Nous terminons par dresser un état des perspectives et des écueils que suscite l'articulation de ces champs.

3.2.1 Une question d'objectif

Pastré (Dezutter & Pastré, 2008, p. 273) souligne que, dans les premiers temps de son développement, la didactique professionnelle revendique sa différence avec les didactiques des disciplines. Il y avait donc d'un côté les didactiques des disciplines (dont la DST qui nous intéresse ici), qui cherchent avant tout à « comprendre comment s'apprend et se transmet un savoir », et de l'autre la didactique professionnelle, qui cherche surtout à comprendre « comment s'apprend et se transmet une activité professionnelle ». Pastré (ibid., p. 274) confie même que pendant assez longtemps l'aspect didactique de la didactique professionnelle ne s'entendait que « dans un sens très large ». Habboub *et al.* (2008, p. 41) ajoutent à leur tour que, si pour Samurçay et Rogalski (1998) les Didactiques des Disciplines et la Didactique Professionnelle adoptent des approches parallèles, elles ne font pas porter

les processus de transposition et d'analyse sur les mêmes objets. Il précise ainsi que dans l'approche des Didactiques des Disciplines, ces processus portent « sur les savoirs en jeu avec un objectif épistémique de compréhension », alors que dans l'approche de la Didactique Professionnelle, ils portent sur « les tâches, les situations et les activités professionnelles avec un objectif pragmatique de développement de compétences ». La grande différence entre ces deux approches tient donc à la place des savoirs disciplinaires qui, dans le cas d'une formation professionnelle, ne constituent pas la finalité de la formation mais jouent le rôle « d'outils conceptuels médiateurs indispensables et incontournables » (*ibid*.). L'auteur poursuit en soulignant qu'au-delà d'identifier des compétences mobilisées *par* et *dans* une tâche, la DP impose d'analyser ces compétences dans une perspective de développement, et ainsi de « passer d'une analyse du travail orientée "tâche-activité" à une analyse orientée "compétences" (Leplat, 1997) » (Habboub *et al*., 2008, p.31). Cette orientation incite donc la DP à se focaliser sur les situations où se révèlent des tensions, des ruptures dans la mobilisation des compétences de l'opérateur (pour nous l'enseignant) car c'est là, précise Pastré (1997), que peuvent être identifiés des « indicateurs d'évolution ». Cette préoccupation développementale, souligne Jameau (2012, p. 22), renvoie au « concept de *pouvoir agir,* caractéristique du *sujet capable,* qui n'est pas réduit à un sujet connaissant, et au concept de *ressources* qu'un sujet se construit pour mettre en œuvre son pouvoir agir. »

La frontière entre les différents champs n'est cependant pas si nette car, souligne Pastré (Dezutter & Pastré, 2008, p. 282), « il y a mobilisation des savoirs dans l'apprentissage d'une activité professionnelle », et inversement « il y a de l'activité dans l'apprentissage d'un savoir », et c'est ce qui amène Rabardel (2007, p. 88) à percevoir une « altérité presque fondatrice entre didactique professionnelle et didactiques disciplinaires ». L'articulation des champs, selon lui, devrait permettre de « saisir la capacité d'agir du sujet connaissant » (*ibid*.) La mobilisation de plus en plus fréquente des théories de l'activité dans les didactiques disciplinaires contribue ainsi au rapprochement de ces champs de recherche offrant à la DP ce que Pastré (2008) nomme sa *deuxième vie.* En DST, on peut en effet répertorier un nombre grandissant de travaux qui s'appuient sur les théories de l'activité proposées par les sciences du travail et de la formation (Blat *et al*., 2021 ; Cross, 2022 ; Jameau, 2012, 2015, 2021 ; Kermen, 2016 ; Kermen, 2017 ; Kermen & Colin, 2014 ; Venturini, 2012). Ce rapprochement permet de redonner toute sa place à *l'activité enseignante* que les didactiques disciplinaires avaient pendant longtemps reléguée à une place secondaire (Boilevin, 2017a).

Penchons-nous à présent sur le concept de situation, à la base du rapprochement entre DP et DST.

3.2.2 Du concept de situation

L'usage de dispositifs de simulation est très fréquent en DP et suit une démarche en trois étapes : « 1/ analyse de la tâche professionnelle pour en extraire une situation-problème intéressante d'un point de vue cognitif ; 2/ mise en scène didactique de cette compétence,

par construction d'une simulation ; 3/ intégration de cette simulation dans un dispositif de formation » (Pastré, 1992, p. 205). Dans ce dispositif, il s'agit de transformer ce que Pastré nomme *une situation de travail de référence* en *situation d'apprentissage*, puis d'analyser la manière dont les apprentissages professionnels vont se réaliser ou non. Le concept de situation se retrouve donc central en DP et s'inspire en partie des travaux de Brousseau en didactique des mathématiques et notamment de sa Théorie des Situations Didactiques. Le concept de situation marque donc le point de convergence qui permet de renouer le dialogue entre Didactique Professionnelle et Didactiques des disciplines, par le biais de la didactique des mathématiques.

Le concept de situation recouvre cependant des réalités différentes. Pour Brousseau, la situation est *un construit* c'est-à-dire, précise Pastré (2008, p. 70), que la situation est le produit d'une construction à visée didactique. Brousseau l'appelle *le milieu*. Autrement dit, la Théorie des Situations Didactiques, proposée par Brousseau, est une réponse à la question didactique : « comment inciter et faciliter l'apprentissage chez des apprenants ? ». Vergnaud quant à lui s'exprime en psychologue. De son point de vue, poursuit Pastré (*ibid.*) « la notion de situation désigne ce qui, du côté de la réalité […] s'impose au sujet, ce à quoi il doit s'adapter », la situation est donc *un donné*. Pour Vergnaud (1996), le terme de situation prend son sens au sein du couple schème-situation, le schème correspondant pour cet auteur à une « organisation invariante de l'activité <u>pour une classe de situation donnée</u> [15]». Selon ce couplage schème-situation – qui traduit l'apport de Vergnaud aux théories de Piaget – l'organisation de l'activité tient compte des spécificités de la situation. Pastré, qui s'est beaucoup appuyé sur les travaux de Brousseau pour mener ses recherches sur la classe des situations d'apprentissage par construction d'un milieu, considère ces deux approches du concept de situation très différentes et cependant très complémentaires car, souligne-t-il, « il faut bien un donné préalable pour que s'élabore une construction ». Il utilise donc lui-même le terme de situation pour désigner à la fois le *lieu de travail*, c'est-à-dire la situation professionnelle de référence (qui constitue pour lui le donné), et le lieu dédié à l'apprentissage, autrement dit le milieu ou la situation a-didactique (c'est-à-dire le construit) (Pastré, 2008, p. 69).

La définition de la notion de situation proposée par El Mostafa *et al.* (2012, p.27), apporte de nouvelles nuances puisque pour ces auteurs, la situation est « un espace de rencontre entre le sujet apprenant et l'intervenant éducateur à propos des apprentissages requis ». Selon nous, cette définition se rapproche du point de vue interactionniste de Goffman (1987) pour qui la *situation* peut se définir comme le produit de l'interaction entre les sujets. En effet, considérer la situation comme un *espace de rencontre* suggère que la situation se trouve sous la dépendance de l'agir de chaque interactant et se voit de ce fait sans cesse réactualisée par l'activité (ou co-activité) des sujets. Si l'on reprend les termes précédemment mobilisés, nous pouvons comprendre que la définition de El Mostafa *et al.* (*ibid*.) se réfère donc davantage au

[15] Souligné par Pastré (2008, p. 70)

construit qu'au *donné*. Cette définition n'exclut cependant pas d'envisager *la spécificité* de l'espace de rencontre, autrement dit, de considérer ce qui est déjà défini dans cet espace d'échange, ce que Vion (2000) appelle le *social pré-formé.* C'est, nous semble-t-il, cette spécificité, ce social *pré-formé* qui permet de caractériser ce que Vergnaud (1994) appelle une classe de situations.

Pour clore ce chapitre, nous dressons à présent un bilan des perspectives et des limites qui émergent à l'idée d'une articulation entre DP et DST.

3.3 Perspectives et écueils

À l'heure où le Ministère de l'Éducation Nationale français envisage de lancer un nouveau plan[16] pour améliorer la formation des professeurs des écoles à l'enseignement des sciences et des technologies, nous proposons de faire dialoguer DP et DST car, comme le soulignent Dezutter et Pastré (2008, p. 283), les deux approches cherchent à combiner un point de vue théorique (analyser notre objet avec un cadre rigoureux) et un point de vue opératoire (améliorer les apprentissages en améliorant la formation des enseignants et des formateurs), ce qui ouvre des perspectives de dialogue. Pastré (2008) entrevoit même une ouverture pour la DP dans la prise en compte de l'activité de l'enseignant dans l'interactivité maitre-élève. Ainsi, à l'instar de Jameau (2021, p. 42) et en écho à Pastré, nous nous efforçons de réaliser une articulation entre DP et DST afin d'analyser l'activité du professeur dans l'interaction professeur-élève(s), c'est-à-dire d'analyser l'organisation de son activité de guidage qui est peu documentée par la littérature de recherche et pourtant essentielle dans son travail.

Un écueil consiste toutefois à bien identifier la dimension sociale de notre recherche au travers de la définition des finalités visées et de l'impact que ces différentes finalités peuvent avoir sur les pratiques enseignantes car si notre visée est à la fois formative (centrée sur le développement de l'expertise), et heuristique (production de connaissances sur les pratiques), comment articuler le point de vue du chercheur et celui du praticien ? Pastré (2008, p. 281) souligne cette tension inhérente à toute démarche didactique qui poursuit deux buts : un but d'analyse – qui se trouve naturellement privilégié par le chercheur, se joue sur un temps long et mobilise un langage précisément défini – et un but d'amélioration – qui se trouve plutôt visé par le praticien, se joue dans un *tempo* plus serré et réclame un langage accessible et utile. Comme le souligne Pastré (*ibid.*) les tensions sont sans doute inévitables entre ces différents buts, les langages qu'il convient de mobiliser et les temporalités de chacun, et il faudra tenter de les minimiser pour que les résultats de l'analyse puissent être construits avec le praticien de manière à ce qu'il se les approprie.

[16]https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/formation-continue-des-professeurs-des-ecoles-lancement-d-un-plan-sciences-et-technologie-compter-de-83561

Un autre écueil, plus éloigné du cas particulier de notre recherche, est soulevé par Vinatier (2017) lors de sa conférence[17] au 4è colloque international de DP à Lille, et a trait au risque d'éclatement de la DP. Jusqu'ici en effet, la référence aux démarches en DP se fait *au singulier*, contrairement aux didactiques des disciplines qui se mentionnent *au pluriel* puisqu'elles se sont construites à l'initiative de nombreuses équipes en référence aux savoirs enseignés dans les diverses disciplines, c'est-à-dire en référence à divers *champs conceptuels* (Dezutter & Pastré, 2008, p. 280). En DP, à l'inverse, la démarche est valable quel que soit le *champ professionnel*, c'est-à-dire quel que soit le domaine de travail (*ibid.*), même si elle nécessite des ajustements au regard de la spécificité du domaine en question. Cela tient en partie au fait que la naissance de la DP s'est faite au sein d'une petite équipe qui se référait à la même source d'inspiration théorique, explique Pastré (*ibid.*). Or, avec la mobilisation grandissante des théories de l'activité dans les didactiques disciplinaires, Pastré (2008) tout comme Vinatier (*ibid.*) alertent sur le risque de perdre le cadre général d'analyse en approfondissant l'analyse des apprentissages et de leurs difficultés au travers de champs conceptuels très divers.

Il s'agit donc maintenant, comme nous y invite Pastré (*ibid.* p. 283), de trouver la bonne articulation entre l'approche par les savoirs et l'approche par l'analyse de l'activité pour une analyse de l'organisation de l'activité du professeur en situation d'ESFI. Nous envisageons pour notre part de mobiliser le concept de schème pour mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage de professeurs des écoles en situation d'ESFI et de l'articuler à un modèle des intentions didactiques, puisque Amade-Escot et Venturini (2009, p. 30) soulignent que les régulations du professeur ne sont intelligibles que si on les rapporte à son intention didactique. Nous espérons ainsi mettre au jour des *savoirs d'expérience* (Pastré, 2010) c'est à dire des savoirs tacites développés par les enseignants avec leur expérience.

Nous présentons à présent chacun de ces modèles, puis l'articulation que nous en réalisons.

[17] https://webtv.univ-lille.fr/video/9167/qu%E2%80%99qu-est-ce-que-la-didactique-professionnelle-

Chapitre 4
DU CONCEPT DE SCHEME

Dans ce chapitre nous présentons le concept de schème. Nous commençons par aborder son origine, nous poursuivons par les apports de Vergnaud au développement de ce concept, et nous terminons par les évolutions proposées par Jameau dans le cadre de sa mise au travail du concept pour analyser l'organisation de l'activité enseignante en situation d'ESFI.

4.1 À l'origine du concept

Dans cette section, nous rappelons brièvement l'origine du concept de schème et présentons les deux points principalement discutés par Vergnaud pour en permettre le développement.

4.1.1 Un point de départ

Nous pouvons trouver les prémices du schème chez Kant et Janet, mais c'est suite aux travaux de Revault d'Allonnes que le concept de schème se développe et en particulier suite à un article publié en 1920, introduisant « les schèmes mentaux » pour définir l'idée que « nous organisons l'information perçue en scènes schématiques et en silhouettes » (Vergnaud, 2002, p. 3). Quelques années après lui, Piaget reprend et développe ce concept en le replaçant dans une théorie de l'action. Ce pas de côté amène Piaget à considérer les schèmes comme *des totalités dynamiques fonctionnelles* organisatrices du *décours temporel de l'activité*, souligne Vergnaud (*ibid*.), et permet d'intégrer l'activité gestuelle dans ses analyses de la pensée non verbale et du raisonnement. Il généralise ainsi rapidement le concept de schème en affirmant que :

> « Les actions ne se succèdent pas au hasard mais se répètent et s'appliquent de façon semblable aux situations comparables. Plus précisément elles se reproduisent telles quelles si aux mêmes intérêts correspondent des situations analogues, mais se différencient ou se combinent de façon nouvelle si les besoins ou les situations changent. Nous appellerons schème d'action ce qui, dans une action, est ainsi transposable, généralisable ou différentiable, d'une situation à la suivante, autrement dit ce qu'il y a de commun aux diverses répétitions ou applications de la même action. » (Piaget, 1973, pp. 23-24)

Avant d'aborder les points de discussion soulevés par Vergnaud quant au concept de schème, soulignons que pour cet auteur, le *schème*, s'il est un concept, n'est pas synonyme de *concept*, car « il [le schème] désigne une forme d'organisation de l'activité, non pas une classe d'objets ; ni une propriété, ni une relation, ni une transformation, ni même un processus » (Vergnaud, 2000, p. 7). La précision qu'apporte Bächtold (2018) sur le *concept* éclaire cette affirmation. En effet, Bächtold s'appuie sur Laurence et Margolis (1999, p. 5) et Carey (2009, p. 5) pour rapporter qu'en psychologie cognitive, le « concept » est usuellement défini comme une "représentation mentale". Bächtold propose alors, dans un esprit pragmatiste, de définir un concept « comme la représentation mentale d'un objet (de la propriété d'un objet, d'un évènement ou d'un processus) qui fait référence, souvent de façon implicite seulement, à un ensemble d'éléments considérés par le sujet comme des instances de l'objet représenté en vertu de certaines de leurs propriétés. Mental par nature, un concept peut être utilisé par un sujet sans devenir explicite et communicable, voire sans que le sujet ait conscience de l'utiliser. Cependant, un concept peut être rendu explicite, c'est-à-dire exprimé et manipulé au moyen de symboles » (p. 97).

Présentons à présent les deux points principaux discutés par Vergnaud quant au concept de schème.

4.1.2 Deux points de discussion

Vergnaud (2002) souligne tout d'abord que Piaget ne précise pas le concept de situation, alors que celui-ci apparait central dans la définition du schème. L'auteur entreprend donc de combler ce manque. Ce travail l'amène à proposer une redéfinition fonctionnelle du schème, basée sur le couplage conceptuel *schème-situation* : « Le schème est une organisation invariante de l'activité pour une classe définie de situations » (p. 5). Cette redéfinition fait du concept de schème « la clef de voûte de la psychologie cognitive et de la théorie de l'activité, pour cette raison simple que, la connaissance étant adaptation, ce sont les schèmes qui s'adaptent, et qu'ils s'adaptent à des situations » (*ibid.,* p. 5). Ce couplage, précise Pastré (2008), permet de rapprocher les propriétés d'un schème et les propriétés de la classe de situations afin de développer l'orientation épistémologique suivante : l'activité est organisée, elle comporte une part d'invariance et une part d'adaptabilité aux situations. Pastré, tout comme Vergnaud, précisent cependant que ce n'est pas l'activité qui est invariante, ni sa conduite, mais son organisation.

Vergnaud (2002, p. 7) souligne ensuite que si « Piaget a eu le mérite de repérer le caractère fondamentalement cognitif du schème, […] bizarrement il n'a pas fait pour autant la liaison complète avec cet autre concept piagétien qu'est celui d'invariant opératoire ». L'auteur va donc développer cette idée. Cela l'amène à proposer une deuxième définition du schème, analytique cette fois, et basée sur quatre composantes. C'est ce que nous développons dans la section suivante.

4.2 La description du schème par Vergnaud

Dans cette section, nous présentons les quatre composantes du schème – qui peuvent être implicites voire inconscientes pour le sujet – que Vergnaud (1994) décrit comme essentielles. Il s'agit : 1/ des buts, auxquels peuvent se greffer des sous-buts et des anticipations, 2/ des règles d'action, de prise d'information et de contrôle, 3/ des invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte) permettant à la fois la prise d'information et son traitement, 4/ des possibilités d'inférence.

4.2.1 Buts, sous-buts et anticipations

Pour Vergnaud et Récopé (2000, p. 46) la composante intentionnalité du schème représente le but, l'intention, le désir, le besoin, et la motivation d'une personne, suscités par une situation. Les auteurs précisent en outre que le but d'un schème peut se décomposer en sous-buts, dont chacun représente le but d'un sous-schème. Cette description permet de traduire l'aspect hiérarchique des buts (et donc des schèmes). Ainsi, chaque sous-but correspond à une étape intermédiaire permettant d'atteindre le but principal, que Bedny et Meister (2014 [1997]) appellent « overgoal ». Pour illustrer cette organisation de l'activité, Vergnaud et Récopé (*ibid*.) prennent l'exemple de l'athlète sautant à la perche. Dans cette activité, buts, sous-buts et anticipations précèdent et accompagnent le mouvement de l'athlète et font l'objet de sa part d'un contrôle quasi permanent pendant le déroulement de l'action[18]. Ils en concluent que les buts donnent au schème sa fonctionnalité en organisant l'action et les prises d'informations liées à l'action. Nous remarquons cependant que l'aspect intentionnel, bien qu'inclus dans le schème, n'est pas davantage explicité ni développé.

Quant aux anticipations, Jameau (2012) souligne que Vergnaud et Récopé (*ibid*.) les lient au but visé et les définissent comme les anticipations des résultats de la mise en œuvre du schème mobilisé. Cette anticipation des résultats de l'agir (résultats concrets et cognitifs), est pour Amalberti (1996) « un moyen de protection contre le risque de ne pas savoir faire », ou, comme le précisent Chatigny et Vézina (2008), contre les risques cognitifs et incidents. Ensuite, et afin de produire des résultats en situation, le sujet doit mobiliser des règles d'action et de prise d'information pour contrôler le cheminement vers le but visé. C'est ce que nous décrivons à présent.

[18] Nous reprenons ici le terme d'*action* utilisé par les auteurs afin de ne pas transformer leur propos, mais nous remarquons que chez Vergnaud, action et activité sont utilisés de manière relativement indifférenciée. Nous pourrions le remplacer ici par le terme d'agir en écho à notre réflexion sur la terminologie (§2.1, p. 36). Idem pour la suite.

4.2.2 Règles d'action, prise d'information et contrôle

Le schème n'est pas un stéréotype, précise Vergnaud (2002). Il peut engendrer une diversité de conduites selon les caractéristiques spécifiques des situations rencontrées grâce à sa fonction d'adaptation aux situations. Cette fonction conduit Vergnaud à identifier dans le schème des règles d'action de type « SI… ALORS… », qui relient l'agir du sujet à des conditions et circonstances. Or, ces conditions ou circonstances ne sont pas des données objectives et ne relèvent pas d'une lecture passive des situations vécues. Au contraire, elles engagent la perception du sujet et Vergnaud souligne que cela met en jeu des opérations de pensée plus complexes qu'il n'y parait (*ibid*. p. 15). Pour illustrer ce propos, il cite l'exemple de Bartlett (1932) relativement à trois personnes qui se promènent dans la montagne :

> « L'une est géologue, l'autre spécialiste de biologie végétale et la troisième est peintre. Ils ne perçoivent pas la même chose, nous dit Bartlett : ni leur intention, ni leurs catégories de pensée ne les conduisent à prélever les mêmes informations. »

Cet exemple amène Vergnaud (*ibid*.) à souligner l'aspect opératoire de la perception et à affirmer que « la prise d'information et le contrôle sont des conditions essentielles de l'efficacité de l'action » (p. 15), car, poursuit l'auteur, il n'y a pas d'action sans prise d'information. Il précise cependant que ces prises d'information ne peuvent être que partielles et les actions locales, tout comme les contrôles qui permettent le déroulement de l'activité.

Cette composante du schème comportant les règles d'action, la prise d'information et le contrôle permet donc de produire le résultat de l'activité du sujet. Vergnaud (1996, p. 285), ajoute en outre que le choix de l'information pertinente est essentiel dans l'activité conceptuelle, et inversement, que la conceptualisation est essentielle dans le choix de l'information pertinente. Pour bien comprendre cette remarque, précisons donc à présent ce que recouvre la composante conceptualisation du schème.

4.2.3 Invariants opératoires

La composante conceptualisation du schème comporte des *invariants opératoires* qui fondent l'organisation de l'activité. Vergnaud propose d'appeler *invariants opératoires* :

> « les connaissances du sujet qui sont sous-jacentes à ses conduites, et qui sont donc partie intégrante de ses schèmes d'action. Ce sont ces invariants opératoires qui forment les catégories avec lesquelles le sujet prélève dans l'environnement les informations pertinentes pour son action ; il les fait entrer dans les calculs inférentiels qui lui permettent de générer, consciemment ou inconsciemment, règles d'actions, actions et anticipations » Vergnaud (1990, p. 146).

Cette définition souligne le sens assez large du terme *invariant* pour Vergnaud. Remarquons que si ce terme est entendu dans un sens trop strict, il peut amener à réduire le schème à un stéréotype, ce qu'il n'est pas pour l'auteur (*ibid.*, 2002, p.7).

Précisons que Vergnaud (1990) identifie trois types d'invariants opératoires (type proposition, type fonction propositionnelle et type argument), mais ceux qu'il mentionne le plus souvent sont les *théorèmes en actes* (propositions prises pour vraies par le sujet) et les *concepts-en-acte* (objet ou prédicat, ni vrai ni faux, mais pertinent pour la prise d'informations). En effet, l'auteur précise que ce sont les concepts-en-acte et les théorèmes-en-acte contenus dans les schèmes qui permettent de traiter les situations, et il ajoute qu'en retour, ce sont les situations elles-mêmes qui donnent leur sens aux concepts par le biais de l'activité du sujet (Vergnaud, 2002, p. 13). L'expression « en-acte » indique ainsi que ces concepts et théorèmes sont intégrés dans l'exécution de l'activité (Coulet, 2009). Jameau (2012) ajoute que « pour certains niveaux d'organisation de l'activité, les invariants opératoires échappent à la conscience du sujet » (p. 29), ce qui les rend très difficiles à expliciter.

Pour conclure, retenons que c'est le concept d'invariant opératoire qui permet d'articuler en une vision unitaire et synthétique les deux formes de la connaissance : la forme opératoire qui permet d'agir en situation et la forme prédicative qui permet d'exprimer cette connaissance dans des énoncés et des textes (Vergnaud, 1996 ; 1999). Retenons également que tous les invariants opératoires nécessaires à la reconnaissance des objets présents dans les situations d'une classe de situation bien identifiée sont présents dans le schème qui s'adresse à cette classe de situation (Vergnaud, 1996, p. 285), mais que « cela ne signifie pas qu'un même concept ou un même théorème ne soient pas éléments d'autres schèmes ; c'est même cela qui permet au sujet de naviguer dans son répertoire de schèmes lorsqu'il ne dispose pas d'un schème tout fait et disponible pour faire face à une situation nouvelle » (*ibid.*).

Il nous reste à présenter la dernière composante du schème, les inférences ou possibilités d'inférence, mentionnée dans la définition de ce concept par Vergnaud.

4.2.4 Possibilités d'inférence

Étymologiquement, le verbe inférer vient du latin *infero* qui signifie mettre en avant, produire, alléguer, conclure. L'inférence peut alors se définir comme « une opération logique de déduction qui se réalise à partir d'informations implicites. […] Elle permet de créer des liens entre les informations afin d'en tirer une assertion, une conclusion ou une hypothèse. »[19]

Selon Vergnaud *et al.* (1983), il n'existe pas d'activité purement automatique et les ajustements locaux que permettent les schèmes nécessitent toujours des calculs inférentiels en situation, c'est-à-dire des recoupements d'informations et des déductions de la part du

[19]https://www.journaldunet.com/solution/dsi/1190593-le-vocabulaire-pour-comprendre-l-intelligence-artificielle/

sujet agissant. Pour l'auteur, la composante inférence (ou possibilités d'inférence) du schème, est donc extrêmement importante, car sans possibilités d'inférence, le sujet serait condamné à agir toujours de la même façon pour une même classe de situations, ce qui ferait du schème un stéréotype. Or, et nous l'avons déjà souligné, l'auteur précise bien que « le schème n'est pas un stéréotype, et ne correspond nullement à cette métaphore dangereuse qu'il existerait des formes « câblées » d'activité dans le cerveau » (Vergnaud, 2011, p.10). Selon lui, c'est justement parce que le schème s'adresse à une *classe de situations* dont chacune a un caractère propre, qu'il laisse la possibilité à de nombreuses inférences qui nourrissent l'aspect créatif du schème. Car, précise Vergnaud, la grande qualité du schème tient à sa capacité à penser à la fois les activités familières devenues des habitudes, et les activités créatives qui prennent forme lorsque le sujet doit puiser dans ses répertoires d'action « des éléments disparates constitutifs d'une nouvelle organisation de l'activité » (*ibid.* p. 1).

Pour comprendre comment une conduite est générée en situation, c'est-à-dire ce qui amène l'enseignant à prendre telle décision à tel moment, Vergnaud (1994) questionne donc « le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel », postulant que l'activité humaine est organisée, et que l'on peut analyser cette activité en termes de formes d'organisation (les schèmes) associées à des classes de situation. En DST, Jameau (2012, 2017, 2021) met au travail le concept de schème pour analyser l'organisation de l'activité professorale en situation d'ESFI, en particulier au cours des régulations orchestrées par l'enseignant en situation de classe. Ses résultats l'amènent à redécrire le schème suivant six composantes au lieu des quatre que nous venons de présenter, comme nous l'explicitons à présent.

4.3 La re-description du schème par Jameau

Dans cette section, nous précisons la teneur de la re-description analytique du schème opérée par Jameau dans le cadre de la DST. Nous soulignons ensuite l'intérêt et les limites que l'auteur dégage de cette re-description.

4.3.1 Six composantes au lieu de quatre

Jameau fractionne tout d'abord la composante *ajustement* du schème. Cette composante recouvre pour Vergnaud les règles d'action, les prises d'information et le contrôle, et Jameau (2012, p. 81) y introduit la notion d'indice :

> « si dans le cadre théorique de référence, les indices sont subordonnés aux règles de prise d'informations, lors des entretiens, les enseignants présentent ces indices comme des éléments majeurs : les professeurs commentent la relation qui existe entre les indices qu'ils prennent dans la classe et la conduite de leur action ».

Ainsi, dans sa description de l'activité des professeurs, l'auteur explicite les indices prélevés dans l'action. Il formule les indices comme « les réponses des élèves, qu'elles soient verbales ou non » (*ibid*., p.87) et ajoute cet élément comme élément constitutif du schème. Les indices peuvent donc être une production d'élève, écrite ou orale, juste ou erronée, mais ils peuvent être également et simplement une main levée, une hésitation, des désaccords entre élèves, du bruit, bref, quelque geste que ce soit qui puisse apporter une information en lien avec la situation.

En fractionnant ainsi la composante ajustement du schème, Jameau propose de faire le focus sur un type d'information bien spécifique : les indices, qui sont des informations directement liées aux élèves en situation. De cette manière, Jameau relie explicitement le cognitif à la situation, en mettant en lumière les indices qui jouent le rôle d'interface entre l'enseignant et les élèves dans leurs interactions bien qu'il ne le verbalise pas ainsi. Jameau souligne ensuite que l'analyse de ses données « fait apparaître la nécessité de rendre visibles les anticipations en les dissociant du but et des sous-buts » (2012, p. 81). C'est pourquoi il fractionne également la composante *intentionnalité* du schème en deux composantes distinctes : les buts et sous-buts d'une part et les anticipations d'autre part. L'auteur précise qu'il entend par anticipations : « les anticipations que l'enseignant se fait des résultats de son activité sur les élèves de manière individuelle ou collective » (2021, p. 66). Selon lui, la description de ce qui se passe dans la classe est affinée par comparaison des actions de l'enseignant avec ses anticipations, notamment lors des régulations mises en œuvre. Pour Jameau en effet, c'est un écart entre l'anticipation du schème convoqué et l'indice pris dans l'action qui engendre une boucle courte de régulation (2012, p. 193). En outre, il juge utile de comparer les anticipations de chaque but pour reconstruire la hiérarchie des buts (et donc des schèmes), autrement dit, pour savoir si un but se décline en sous-buts (ou un schème en sous-schèmes) (2012, p. 200), afin de décrire plus précisément l'organisation de l'activité enseignante.

La Figure 2 (p. 66) permet de résumer la re-description analytique du schème par Jameau dans le cadre de la DST.

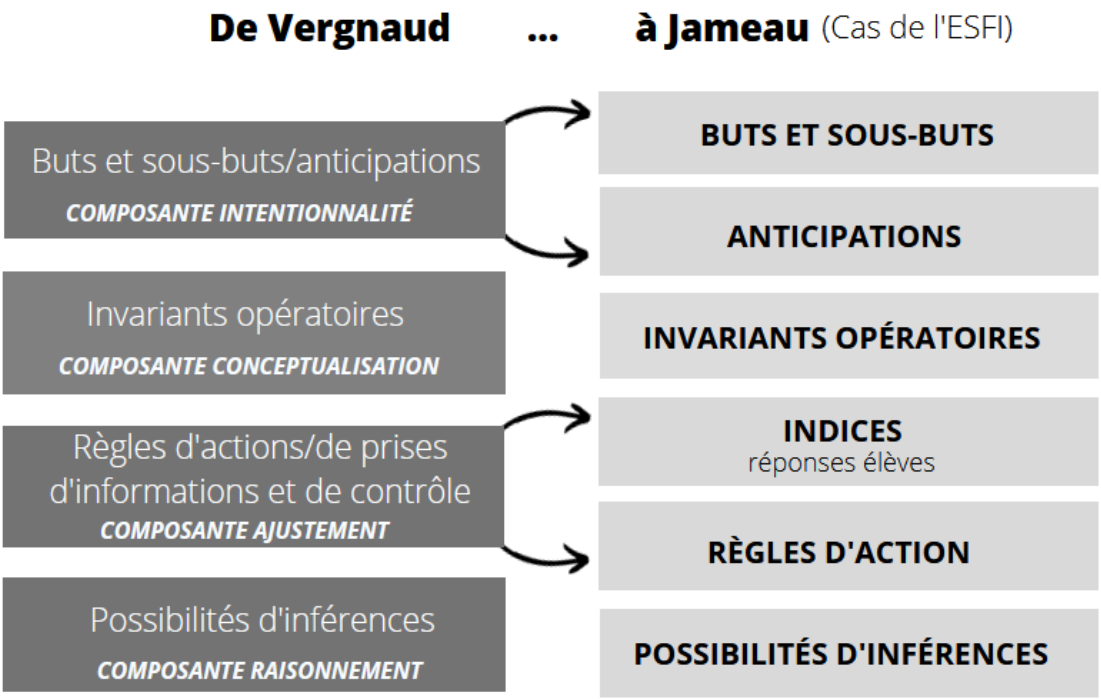


Figure 2 : Re-description du concept de schème par Jameau dans le cas de l'ESFI

Nous remarquons que cette proposition amène Jameau à mettre de côté tout autre prise d'information (et de contrôle), car elles n'apparaissent pas dans les entretiens qu'il mène (Jameau, 2012, p. 80). Maintenant que nous avons précisé les raisons qui ont poussé Jameau à proposer cette re-description analytique du concept de schème, pour analyser l'organisation de l'activité enseignante dans le cadre de l'ESFI, autour des six éléments : buts (et éventuellement sous-buts), anticipations, invariants opératoires, indices, règles d'action et inférences, précisons l'intérêt et les limites que l'auteur en dégage.

4.3.2 Intérêt et limites

Cette re-description du schème permet à Jameau (2012) de repérer et d'analyser les buts des enseignants et de montrer comment ces buts peuvent se décomposer hiérarchiquement. Il caractérise alors les régulations réalisées par les enseignants au regard des indices qu'ils prennent en compte en situation de classe, et met au jour une forme d'acquisition d'expérience des professeurs à partir de ces régulations. Cependant, Jameau (2021) constate que se contenter des éléments du schème n'assure pas d'accéder au *réel de l'activité*. Le « réel de l'activité » désignant non seulement l'activité réalisée mais également « ce qui ne se fait pas, ce que l'on cherche à faire pour y parvenir […] ce que l'on aurait voulu ou pu faire, ce que l'on pense pouvoir faire ailleurs. Il faut y ajouter – paradoxe fréquent – ce que l'on fait pour ne pas faire ce qui est à faire » (Clot *et al*., 2000, p. 2). Jameau (2021) suggère alors qu'une étude des intentions permettrait d'accéder à ce réel de l'activité. Remarquons que Vergnaud (1994) souligne également l'importance de prendre en compte « le problème de l'intentionnalité du sujet » dans le schème, bien qu'il précise explicitement ne pas

« commenter » ce problème (Vergnaud, *ibid*., p. 181). Pour nous, la prise en compte du problème de l'Intentionnalité renvoie donc à l'étude du réel de l'activité, au-delà de l'étude de l'activité réalisée et c'est ce que nous nous proposons d'étudier en articulant un modèle dynamique des intentions au modèle du schème tel que Jameau l'a redécrit pour analyser l'organisation de l'activité enseignante en situation d'ESFI. Nous l'expliquons à présent.

Chapitre 5
DE L'INTENTION EN DIDACTIQUE

Portugais (1998), par son approche phénoménologique du didactique, esquisse un modèle de l'intention didactique basé sur l'idée que dans une situation d'enseignement, l'enjeu du savoir – autrement dit son sens, sa valeur – est extrinsèque au savoir lui-même et dépend de trois instances intentionnelles : l'*Intentio* (Io) qui représente les contraintes sociales et institutionnelles pesant sur le projet personnel d'enseignement du professeur, l'Intentionnalité (I) qui représente des formes d'intentions préalables à l'agir de l'enseignant, et les intentions didactiques (i) qui représentent les formes de l'Intentionnalité de ce dernier, actualisées en situation de classe. L'intention dans ce modèle se décline donc, précise l'auteur, en « trois ordres de choses à la fois solidaires et mutuellement dépendants » (*ibid*., p. 74) qui constituent le système (I_o, I, i). Dans ce chapitre, nous apportons des précisions sur chacune de ces instances intentionnelles.

5.1 De l'*Intentio*

Le passage du système d'enseignement à un système didactique fait peser sur ce dernier des contraintes liées au projet social d'enseignement, souligne Portugais (1998). Ce sont ces contraintes qui constituent l'*Intentio*[20]. L'*Intentio* désigne donc « *l'intention didactique du système d'enseignement à l'endroit des objets de savoir et du sens de ces objets de savoir* » (*ibid*., p. 63), et c'est à partir de quatre entrées que Portugais caractérise l'*Intentio* : 1/ le travail institutionnel sur le savoir en jeu, 2/ les caractéristiques épistémologiques véhiculées par le système d'enseignement, 3/ les injonctions sociales qui décrivent le genre de relation que l'élève et le maitre vont devoir avoir avec les élèves, 4/ les conditions de fonctionnement d'un enseignement telles qu'elles sont appréhendées et formulées par la « noosphère » (Chevallard, 1985). Dans cette section, nous abordons chacune de ces entrées, en détaillant plus particulièrement la première qui nécessite quelques précisions sur le concept de transposition didactique, et la troisième qui appelle quelques éclairages sur le concept d'institution.

[20] L'auteur précise que « le nom latin *Intentio* a été choisi en raison de ses sens anciens tels que "action de diriger" et surtout "tension, intensité" pour marquer le caractère premier de ce type d'intention dans le système » (*ibid.,* p. 63).

5.1.1 I_o moteur de la transposition didactique

Pour Portugais, à « chaque fois qu'on se trouve face à un travail institutionnel sur le savoir mathématique, ce travail est sous-tendu par l'*Intentio*, ce qui fait en particulier de l'*Intentio* un moteur de la transposition didactique » (Portugais, 1998, p. 63). Le concept de transposition didactique (Chevallard, 1991) permet de modéliser des phénomènes didactiques d'enseignement et d'apprentissage selon différents niveaux qui rendent compte des variations subies par le savoir. Dans le cas de l'enseignement des sciences et des technologies, Boilevin (2017a, p. 7) distingue ainsi cinq niveaux : les savoirs tels qu'ils ont cours dans la société savante ou civile (ce que font les scientifiques), les savoirs désignés comme savoirs à enseigner (ce que disent les curricula), les savoirs effectivement enseignés (ce que font les enseignants), les savoirs tels qu'ils sont appris par les élèves, et les savoirs tels qu'ils sont évalués par les enseignants ou l'institution. Le passage du premier niveau au second (des savoirs dits savants aux savoirs désignés comme savoirs à enseigner), relève d'un travail de transposition réalisé en amont de la rédaction des programmes institutionnels et correspond à ce que Chevallard (*ibid*.) nomme la *transposition didactique externe.* Les étapes suivantes correspondent à ce que Chevallard (*ibid*.) nomme la *transposition didactique interne*. Nous proposons ci-dessous une figure récapitulative de ces propos :

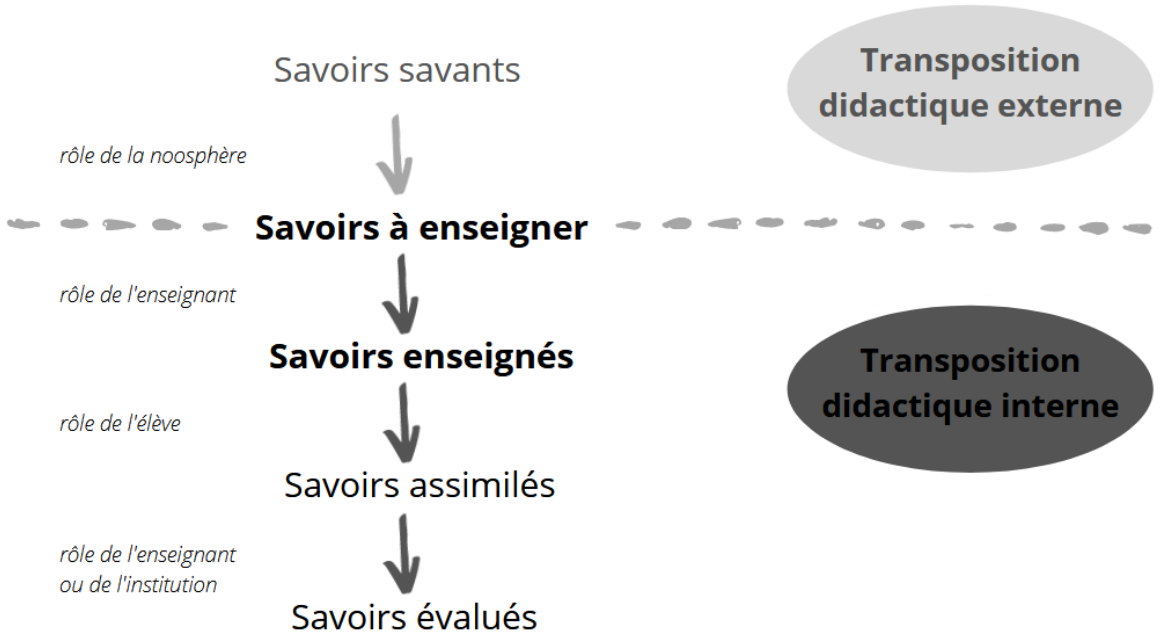


Figure 3 : Chaine de transposition didactique

Sur cette figure construite pour illustrer les propos de Boilevin (2017a), les pointillés permettent de distinguer ce qui relève de la *transposition didactique externe* de ce qui relève de la *transposition didactique interne.* Pour Chevallard (1991) la *transposition didactique*

externe reflète le travail effectué par la noosphère[21] lorsqu'elle sélectionne les éléments du savoir savant et les soumet au travail de transposition afin de désigner les savoirs à enseigner, et la transposition didactique interne rend compte des transpositions que le savoir subit à l'intérieur même du système d'enseignement. Les flèches de la Figure 3 (p. 70) indiquent les passages d'un niveau de savoir à un autre, et les personnes engagées dans le travail de transposition sont identifiées à gauche de ces flèches : l'enseignant intervient dans la transformation des savoirs à enseigner en savoirs enseignés, l'élève intervient dans la transformation des savoirs enseignés en savoirs assimilés, enfin l'enseignant (ou l'institution) intervient dans la transformation des savoirs assimilés aux savoirs évalués.

Rappelons en outre, à l'instar de Boilevin (2017a), que la transposition didactique n'est ni « bonne », ni « mauvaise » et qu'elle doit être envisagée comme un phénomène normal et inévitable « auquel nul ne peut échapper lorsqu'il veut transmettre un savoir » (*ibid.*, p. 6). Précisons cependant, comme le souligne Portugais (1998, p. 63) en citant Chevallard (1985, p. 16), que le projet d'enseigner produit aux yeux des enseignants eux-mêmes, une *fiction d'identité* entre les *savoirs à enseigner* et les *savoirs enseignés*. Portugais (*ibid*., p.63) rapporte ce phénomène de *fiction d'identité* à l'*Intentio*, car en s'emparant du projet d'enseignement institutionnel, l'enseignant se convainc de la conformité entre le savoir prescrit par les programmes et le savoir qu'il fait vivre dans sa classe. Comme le précise l'auteur, l'*Intentio* représente donc « à la fois un moteur et un cache des décalages de la transposition didactique » (*ibid*., p. 63).

Pour Portugais (1998, p. 64), à « chaque fois que le système d'enseignement et la noosphère veulent […] orienter le rapport institutionnel au savoir […], on tombe également sous le coup de l'*Intentio* ». Ce qui signifie pour l'auteur qu'il semble déjà exister en amont de l'épistémologie du professeur, des « fondements épistémologiques » dans l'*Intentio*. C'est ce que cet auteur identifie comme « *une sorte d'épistémologie de la noosphère.* » Penchons-nous sur cette caractéristique de l'*Intentio*.

5.1.2 Caractéristiques épistémologiques

Nous avons souligné que la noosphère est constituée d'un ensemble de personnes issues de différentes instances de la société. Nous pouvons donc supposer que toutes ne portent pas la même vision sur l'enseignement des sciences et des technologies, toutes n'ont pas le même arrière-plan épistémologique. Est-il possible alors de caractériser *une épistémologie de la noosphère* ?

Selon nous, le propos de Portugais nous invite bien plus sûrement à activer notre vigilance pour identifier les arrière-plans portés par les différentes instances de la noosphère qu'à tenter de caractériser *une épistémologie de la noosphère*. Telle instance valorise-t-elle plutôt

[21] Chevallard (1985/1991) nomme *noosphère* l'ensemble des instances de la société qui interviennent à l'intersection du système d'enseignement et de la société.

une approche transmissive ou monstrative, dans laquelle l'enseignant est l'émetteur qui présente des connaissances comme une suite de propositions vraies et l'élève le récepteur ? valorise-t-elle plutôt une approche inductive ou empirique, voire positiviste, qui considère que l'expérience est première et précède la théorie ? Telle instance valorise-t-elle une approche déductive, plaçant avant toute chose la pensée théorique à partir de laquelle les causes des phénomènes sont déduites ? Ou encore une approche hypothético-déductive, qui accorde une place centrale à l'hypothèse ?

Remarquons que l'approche inductive est très largement représentée au XIXe siècle et probablement encore valorisée par différentes instances de la noosphère. Elle est néanmoins critiquée par les didacticiens des sciences constructivistes qui lui reprochent, précise Bächtold (2012, p. 20), de « conduire à supposer qu'il suffit de partir de l'expérience pour faire émerger chez les élèves les connaissances à enseigner, comme si les données d'observations et d'expériences étaient porteuses d'informations pouvant être interprétées sans la médiation de connaissances préalables et de manière univoque, c'est-à-dire conduisant nécessairement aux connaissances acceptées ». Coquidé (2003), au travers de son analyse des formes et des fonctions des expériences dans un enseignement scientifique, met en lumière la tendance à privilégier des conceptions empiriques (liées à l'observation) et positivistes de la science. Ces dernières, précise l'auteure, se traduisent par l'insistance portée au respect des étapes d'une méthode et sont régulièrement critiquées par les chercheurs en DST. Coquidé (*ibid.)* évoque plusieurs explications à la persistance de ces tendances : 1/ une survivance « fossile » de l'image du scientifique du XIXe siècle « confortant l'image d'un savant génial, visionnaire et désintéressé » (2003, p. 17) ; 2/ la prégnance de certaines expériences prototypiques que l'on retrouve dans tous les manuels depuis des décennies ; 3/ des positions identitaires. Les expérimentations par exemple apparaissent comme la spécificité des enseignements scientifiques ; 4/ une vulgate des méthodes actives selon laquelle la manipulation est la clé de la compréhension, risquant de générer de l'activisme pratique au détriment d'une réelle activité mentale ; 5/ un déficit de concepts pour penser les problèmes d'apprentissage. Ces éléments de réflexion constituent, selon nous, des clés pour mieux identifier les fondements épistémologiques contenus dans l'*Intentio*, ou plus précisément, pour identifier l'arrière-plan épistémologique de telle ou telle instance de la noosphère.

La section suivante nous permet de réfléchir à ces différentes instances ou institutions qui pèsent (ou peuvent peser) sur le projet social d'enseignement des sciences et des technologies.

5.1.3 Un projet social contraint par de multiples institutions

Rappelons que, selon Portugais (1998), l'*Intentio* n'est pas liée à une personne mais à une ou des institutions. Chacune peut socialement viser différentes finalités et peser sur l'enseignement au travers des « discours sur les différents rapports qu'il faudra cultiver et sur la manière d'y arriver » (Portugais, *ibid*., p. 64). Afin de caractériser l'*Intentio* à partir de cette entrée par les institutions, il convient donc de se questionner sur les différentes institutions qui pèsent – ou peuvent peser – sur le projet social d'enseignement des sciences et des technologies. Avant tout, précisons qu'au sens de Chevallard (1991, p. 2) une institution est « un dispositif social "total", qui peut certes n'avoir qu'une extension très réduite dans l'espace social […] mais qui permet – et impose – à ses *sujets* […] la mise en jeu de *manières de faire et de penser propres* ».

Dans le cas de l'enseignement des sciences et des technologies, une infinité d'institutions peuvent faire peser des contraintes sur le projet personnel d'enseignement des sciences et des technologies. Nous ne cherchons donc pas à en dresser une liste exhaustive mais plutôt à définir des pôles d'influence potentielle. Nous nous inspirons pour cela d'une représentation schématique proposée par Goujon (2016) afin de donner à voir l'imbrication de différentes institutions dans le cadre de sa thèse portant sur la Fête de la Science. Pour correspondre à notre étude, nous redéfinissons trois pôles d'influence qui regroupent chacun des institutions peuvant potentiellement peser sur le projet personnel d'enseignement de chaque professeur. Avant d'en expliciter les contenus, précisons que nous regroupons dans un premier pôle les institutions scolaires (et l'institution Éducation Nationale dont elles dépendent), dans un second pôle les institutions scientifiques et de formation, et dans un troisième pôle les institutions extra-scolaires. Le projet personnel d'enseignement des sciences et des technologies (PPE) se retrouve à la croisée de ces trois pôles, comme l'illustre la Figure 4 ci-dessus.

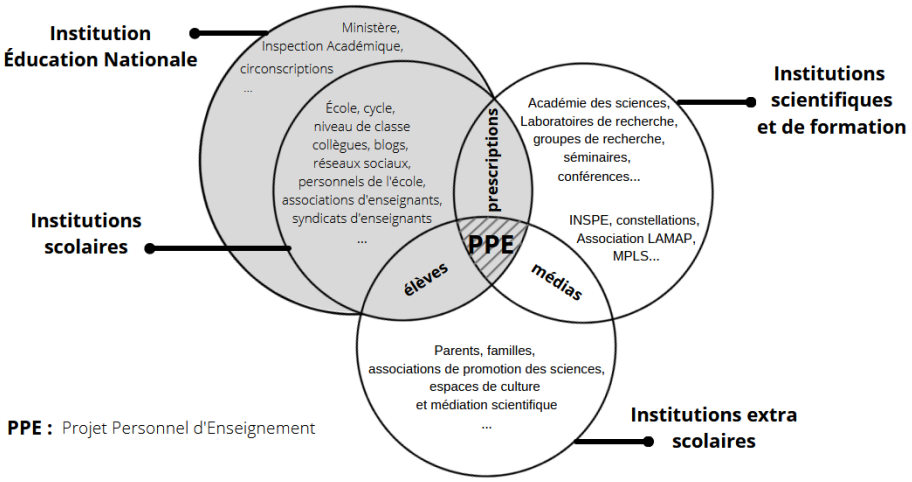


Figure 4 : Institutions pouvant peser sur le projet personnel d'enseignement

Nous distinguons pour commencer le pôle des institutions scolaires (en gris sur la figure). Une institution scolaire peut se réduire à une école, à un cycle, un niveau de classe, voire à une simple classe constituée des élèves et de son (ses) enseignant(s). Si nous nous situons à l'échelle d'une école, nous pouvons distinguer l'institution classe, l'institution enseignants (ou collègues), l'institution des personnels présents dans les établissements scolaires. Si nous nous situons au niveau des enseignants, nous pouvons encore distinguer l'institution collègues, restreinte aux collègues du cycle, aux collègues de l'école enseignant les sciences, ou au contraire élargie à tous les professeurs de l'école voire à un ensemble de professeurs des écoles auxquels peuvent s'associer d'autres professionnels concernés par l'enseignement des sciences au travers d'un groupe constitué physiquement (collègues d'une autre école de la commune, collègues de la circonscription par exemple) ou virtuellement (groupe d'échanges sur un réseau social, blogs enseignants…). La liste n'est pas exhaustive, nous pourrions par exemple encore y ajouter les associations d'enseignants ou syndicats d'enseignants. Soulignons que cette institution scolaire est incluse dans ce que nous appelons ici l'institution Éducation Nationale, pouvant elle-même se redécouper en « micro-institutions », par exemple l'institution Inspection Académique, l'institution circonscription… L'institution Éducation Nationale est garante d'un projet institutionnel d'enseignement qui est accessible aux enseignants par le biais des prescriptions primaires.

Celles-ci sont définies par Daguzon et Goigoux (2007, p. 2) comme tout ce qui est communiqué au professeur « pour l'aider à concevoir, à organiser et à réaliser son travail : les programmes d'enseignement et autres instructions officielles, les lois et règlements de la fonction publique d'État, l'évaluation du travail enseignant réalisée par les inspecteurs de l'Éducation nationale, l'évaluation des acquisitions des élèves etc. » Outre ces prescriptions primaires, les enseignants sont également assujettis à des « prescriptions secondaires » qui, selon ces mêmes auteurs, constituent un premier niveau de reformulations, d'interprétations ou de concrétisations des injonctions primaires et émanent des instituts de formation professionnelle.

Précisons que les prescriptions *secondaires* ne sont pas portées par les supérieurs hiérarchiques des enseignants et peuvent provenir de l'institution *de formation initiale* (*INSPE*[22] par exemple, précédemment appelé *ESPE*[23] ou *IUFM*[24]) ou de micro-institutions chargées de la formation continue. Nous regroupons ces institutions chargées de formation avec les institutions scientifiques, dans un second pôle. Nous nous autorisons ce regroupement des institutions scientifiques (laboratoires de recherche, groupes de recherche, séminaires, conférences…), avec des institutions de formation professionnelle et continue

[22] Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation
[23] Établissement Supérieur du Professorat et de l'Éducation
[24] Institut Universitaire de Formation des Maitres

(INSPE, constellations, Association la main à la pâte, MPLS[25]…), car chercheurs et formateurs se côtoient, travaillent ensemble et parfois s'influencent dans le cadre de la formation des enseignants.

Le troisième pôle que nous distinguons est celui que nous appelons le pôle des institutions extra-scolaires. Nous y incluons par exemple l'institution *parents (ou familles),* et toute institution pouvant potentiellement peser sur le projet personnel de l'enseignant. L'association des Petits Débrouillards[26] qui propose des animations scientifiques aux enfants en dehors du temps scolaire ou les espaces de culture et médiation scientifique en sont des exemples.

A la croisée de chaque pôle, se trouvent d'autres d'institutions. Nous identifions ainsi *l'institution élèves* à la fois incluse dans le pôle institutions scolaires et dans le pôle institutions extra-scolaires ; l'institution médias à la fois incluse dans le pôle *institution de recherche* pour lesquelles elle représente un outil de médiation vers le grand public, et dans le pôle institutions extra-scolaire puisque les médias peuvent s'introduire facilement dans les foyers. Cette institution peut véhiculer une certaine image des sciences et de son enseignement au travers de diverses revues, émissions, sites ou blogs qui représentent autant de micro-institutions, et ainsi peser sur le projet personnel d'enseignement de chaque professeur. Enfin, nous indiquons les prescriptions (primaires et secondaires) à la croisée des institutions scientifiques et de recherche, et des institutions scolaires puisque les prescriptions primaires proviennent de l'institution Éducation nationale (dans laquelle sont incluses les institutions scolaires), et les prescriptions secondaires découlent des instituts de formation, voire de blogs d'enseignants.

La Figure 4 (p. 73) vise à nous faire comprendre que lorsque l'on s'intéresse à l'*Intentio* – c'est à dire à « *l'intention didactique du système d'enseignement à l'endroit des objets de savoir et du sens de ces objets de savoir* » (Portugais, 1998, p. 63) – il convient, pour décrire le genre de relation que l'élève et l'enseignant devront avoir avec les savoirs scientifiques et technologiques, de prendre en compte diverses injonctions ou prescriptions qui dépassent les seules contraintes imposées par le projet institutionnel qui relève de l'institution Éducation Nationale.

Penchons-nous à présent sur la dernière entrée définie par Portugais pour caractériser l'*Intentio*.

[25] La MPLS est un réseau français de structures régionales coordonné par la Fondation « la main à la pâte », qui propose une offre de développement professionnel en sciences, en partenariat avec les directions académiques. https://bretagne.maisons-pour-la-science.org
[26] https://lespetitsdebrouillard.org

5.1.4 Conditions de fonctionnement

Pour Portugais, il existe un dernier type d'objet relatif à l'*Intentio*, et on le retrouve « dans toute condition appréhendée de fonctionnement de certain savoir […] telles que formulées dans la noosphère » (*ibid*., p. 64). C'est-à-dire que pour l'auteur, la noosphère produit des affirmations sur les conditions d'apprentissage d'un savoir donné, et ces affirmations peuvent aussi bien porter sur des aspects épistémologiques que pédagogiques ou psychologiques. L'auteur cite pour exemples le niveau de développement psychologique requis pour traiter telle notion, la manière d'aborder telle autre ou encore l'attention spécifique à donner à certains facteurs affectifs. Précisons à présent ce que représente l'Intentionnalité dans le système intentionnel (Io, I, i).

5.2 De l'Intentionnalité

Dans cette section, nous caractérisons l'Intentionnalité en nous appuyant sur le modèle de Portugais (1998). Nous précisons ensuite ce que nous entendons par *dynamiques intentionnelles*.

5.2.1 Caractéristiques de l'Intentionnalité

Nous avons montré qu'il y a d'abord une *intention sociale* d'enseigner un savoir (*Intentio*). Cette intention sociale se trouve ensuite traduite en *intentions privées* de l'enseignant relativement à ce savoir. L'Intentionnalité représente l'ensemble de ces intentions privées qui peuvent prendre mille visages, souligne Portugais (1998). Nous retiendrons ainsi que l'Intentionnalité peut être « un projet plus ou moins défini que l'élève fasse quelque chose qui converge vers une certaine position » (1998, p. 65), qu'elle n'est ni spécifique de la conscience ni spécifique de la volonté, et qu'en outre, elle possède la propriété particulière de pouvoir engendrer des évènements. Ainsi, l'Intentionnalité peut s'entendre comme une intention préalable à l'agir, ce que Pacherie (2003) appelle une F-intention (ou intention tournée vers le futur). Remarquons cependant que dans ce modèle, on ne considère pas que l'Intentionnalité détermine les interactions en situation de classe, c'est-à-dire qu'on ne considère pas que la formulation d'une Intentionnalité engendre nécessairement les évènements attendus. L'approche ici ne se veut donc ni causale ni déterministe et c'est la dynamique des interactions en situation qui est prise en compte pour expliquer comment les Intentionnalités s'actualisent ou non en situation d'interaction.

Soulignons pour terminer que le sens donné au terme d'Intentionnalité dans ce modèle est plus large que le sens habituel qui caractérise l'intentionnalité comme l'action de tendre vers un objet, une fin. C'est en effet à partir de trois caractéristiques que Portugais (1998) décrit une Intentionnalité : elle est orientée vers un objet O, elle possède un mode psychologique M qui peut être de plusieurs types (« croire que », « vouloir que », « avoir l'intention de »…), et

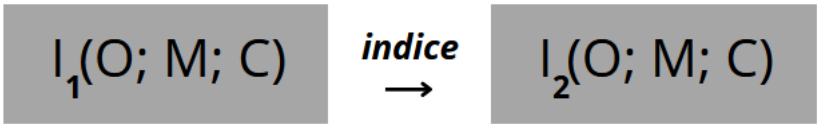
est déterminée par ses conditions de satisfaction C qui sont les conditions du monde qui doivent prévaloir pour que l'intention soit satisfaite. C'est alors en recourant à la métaphore mathématique d'une fonction que Portugais (*ibid.*) caractérise une Intentionnalité : I (O ; M ; C). Empruntons à l'auteur un exemple pour éclairer cette caractérisation : je formule l'Intentionnalité de faire rire le public qui écoute ma communication (objet (O) de mon Intentionnalité), « je peux croire que vous allez rire si je dis telle chose » (mode psychologique (M) de cette Intentionnalité), la condition de satisfaction (C) de cette Intentionnalité est que « plusieurs personnes rient ». Notons que la condition de satisfaction peut ne jamais être rencontrée. Poussons plus loin cet exemple pour illustrer comment la situation peut permettre (ou pas) d'actualiser cette Intentionnalité, et ainsi révéler les dynamiques intentionnelles de l'enseignant.

5.2.2 Dynamiques intentionnelles

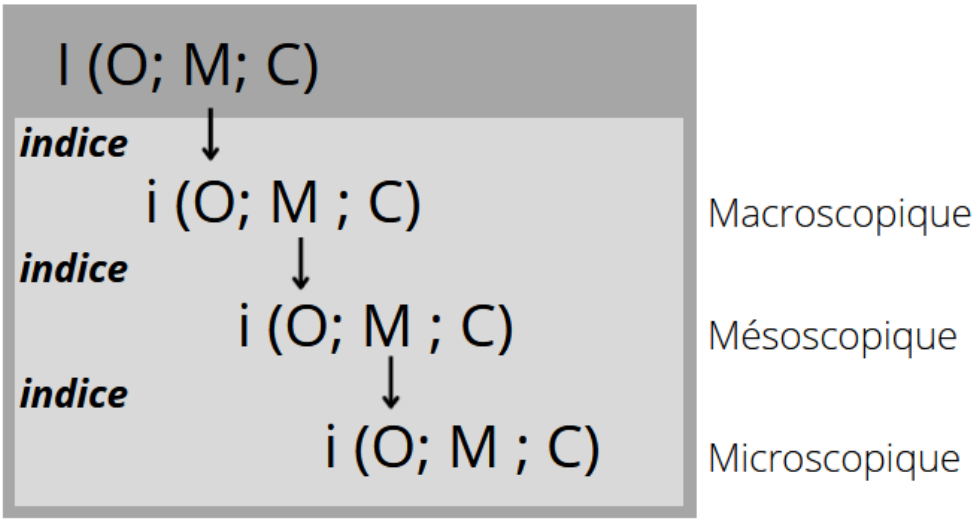
Reprenons à la première personne l'exemple de Portugais cité ci-dessus (*je formule l'Intentionnalité de faire rire le public qui écoute ma communication*), et développons-le relativement à deux cas de figure. Premier cas de figure : au moment de présenter ma communication, je perçois des indices dans l'assistance qui peuvent m'amener à procéder à des régulations. Par exemple, je perçois que le public est traversé par une certaine émotion et je capte quelques échanges relatifs à une mauvaise nouvelle apprise au cours de la pause-café. Je peux alors décider de ne pas donner suite à mon intention première de faire rire le public estimant que ce n'est finalement pas opportun. J'ai alors procédé à une régulation par changement de schème. Deuxième cas de figure : je peux m'apercevoir, une fois face au public, que bon nombre des participants a déjà entendu mon propos, et a déjà entendu ce que je jugeais préalablement pertinent de dire pour faire rire. J'anticipe alors que ce que je pensais dire ne sera sans doute pas si pertinent que je le croyais au préalable. Dès lors je peux décider, soit de mobiliser un autre moyen de faire rire (je peux croire pertinent de *dire telle autre chose*), soit de *dire telle chose*, comme je l'avais prévu mais d'une autre manière. Dans ce dernier cas, « dire telle chose » qui était le mode psychologique d'une Intentionnalité de faire rire, devient *l'objet* d'une intention plus *fine*. J'ai procédé à une régulation rétroactive qui me permet d'ajuster mon propos à la situation. Vinatier (2013) souligne que ces imprévus, que nous abordons par l'identification d'indices, constituent aussi bien des ressources que des contraintes pour l'enseignant puisqu'ils obligent ce-dernier à préciser ses intentions à un grain plus fin que l'on ne peut mettre au jour que par une analyse à un niveau micro de l'activité de l'enseignant.

La Figure 5 (p. 78) illustre ces deux cas de figure :
1/ régulation par changement de schème : j'abandonne mon Intentionnalité première et la remplace par une autre (I_1 : *faire rire le public*, devient I_2 : *respecter l'émotion du public*) ;
2/ régulation rétroactive : mon Intentionnalité se précise au contact de l'environnement, ainsi ce que je pense vrai ou pertinent pour agir (M) devient l'objet d'une intention plus fine.

Exemple : soit l'Intentionnalité I dont l'objet consiste à *vous faire rire* ; dont le mode psychologique est : *je crois pertinent de dire telle chose*. En situation de présentation de ma communication, je repère dans la salle x personnes qui ont déjà entendu ma blague (indice), alors je précise mon intention, autrement dit, I devient i.
Alors l'objet de i peut se décrire comme : *pour faire rire, dire telle chose* ; le mode psychologique comme : *je crois pertinent de dire telle chose en y apportant quelques variantes par rapport à la version habituelle*.
C'est bien le contexte et le (les) indice(s) que j'y perçois qui me permettent de préciser (d'affiner) mon Intentionnalité. Les dynamiques intentionnelles correspondent à ces transformations des intentions.



Premier cas de figure : régulation par changement de schème.



Second cas de figure : actualisations successives d'une Intentionnalité

Figure 5 : dynamiques intentionnelles

Précisons que ce que nous appelons *dynamiques intentionnelles* correspond à ce que Pacherie (2003) appelle la *dynamique générale* des intentions, c'est-à-dire à la transformation d'une forme d'intention en une autre. Elle correspond notamment à la transformation d'une intention préalable (F-intention) en intention en acte (P-intention). Pour nous qui nous appuyons plus spécifiquement sur les propositions de Portugais (1998), cela correspond à l'actualisation de I en i suite à la prise en compte par l'enseignant de certains indices en situation de classe et au fur et à mesure de l'évolution de la situation, si l'on considère que la situation est le produit des interactions entre l'enseignant et les élèves. Nous apportons à présent quelques éclairages sur la dernière instance intentionnelle du système (I_o, I, i).

5.3 Des intentions didactiques (i)

Dans cette section, nous précisons pour commencer le sens donné à l'adjectif didactique. Nous développons ensuite ce que nous entendons par l'expression *espace des possibles*. Nous terminons par une réflexion sur les échelles d'analyses de l'organisation de l'activité mobilisées lors d'une reconstruction des dynamiques intentionnelles.

5.3.1 Intentions didactiques ou intentions pédagogiques ?

Nous ne distinguons pas le *didactique* du *pédagogique* car nous considérons, à l'instar de Dumouchel et Lanaris (2020), Roiné (2009), ou Thépaut (2019), que la frontière entre le didactique est le pédagogique apparait floue, si bien que la distinction ces deux concepts s'efface dans la réalité de la classe. Lorsque nous parlons d'intention didactique, nous utilisons donc le qualificatif *didactique* dans un sens large, pour définir toute intention dont le motif est de faire apprendre les élèves.

L'intérêt du terme didactique dans notre cadre consiste donc à rendre compte à la fois de la temporalité et de la granularité de l'intention de l'enseignant. En termes de temporalité en effet, seules les intentions en acte sont appelées *intentions didactiques*. Entendons bien cependant, que cela ne signifie en aucun cas que I_o et I n'aient pas pour motif de faire apprendre les élèves, mais plutôt que les régulations didactiques sont spécifiques à chaque situation et que l'intérêt est bien de les caractériser en situation de classe pour mieux comprendre l'activité enseignante de guidage des apprentissages. L'expression *granularité*, empruntée aux informaticiens nous dit Pacherie (1993, p. 11), désigne des phénomènes d'échelle. Ainsi, rendre compte de la granularité d'une intention didactique consiste à rendre compte des apparences de continuité ou de discontinuité. Ainsi, Pacherie (2003) souligne que le contenu de chaque forme d'intention est différent, et avance que le contenu d'une intention préalable (F-intention pour Pacherie, Intentionnalité pour nous) est descriptif, alors que celui d'une intention en acte (intention didactique pour nous) est déictique, c'est-à-dire qu'il est articulé sur la situation. C'est cela que traduit l'image de la granularité : l'Intentionnalité qui s'exprime en amont de la séance correspond à un *gros grain* de l'intention puisqu'elle n'est pas soumise aux contingences de l'ici et maintenant de la situation, alors que les intentions didactiques qui se précisent ou émergent en situation de classe correspondent à un *grain plus fin* de l'intention. Cette précision nous amène à présent à considérer les échelles d'analyse de l'organisation de l'activité.

5.3.2 Différentes échelles d'analyse

Dans son modèle, Portugais (1998, pp. 61-62) distingue « différentes couches d'intentions que la didactique va rencontrer ». Il identifie ainsi, et comme il le dit, « de manière très frustre » : 1/ Un niveau infradidactique (ou niveau cognitif) qui considère le fonctionnement cognitif de

l'enfant en train d'apprendre. À ce niveau, la question de l'intention se pose « lorsqu'on veut appréhender les schèmes successivement mis en route pour une tâche problématique donnée » ; 2/ Un niveau microdidactique, qui correspond à l'échelle d'une situation (sans que l'auteur précise davantage son acception du terme de situation). À ce niveau, se pose la question des intentions des enseignants et des élèves dans le système didactique ; 3/ Un niveau macrodidactique, qui correspond à l'échelle d'une séquence. À ce niveau, précise Portugais, « des questions relatives aux intentions didactiques font sans cesse surface, conjointement aux questions de sens » ; 4/ Un dernier niveau, externe à l'enseignant et plus large encore, auquel Portugais ne donne pas de qualificatif, est celui de la noosphère et du système d'enseignement. A ce niveau se pose la question de l'intention en termes de projet social d'enseignement.

Soulignons à l'instar de Vinatier et Pastré (2007), et en écho à cette proposition de classification, que l'une des problématiques principales des recherches sur les pratiques enseignantes consiste non seulement à identifier les *organisateurs de la pratique*, mais aussi à préciser ces organisateurs à différents niveaux ou différentes échelles. Afin de rendre plus intelligible le processus d'enseignement et faire progresser la compréhension des rapports entre les conduites des enseignants en situation de classe et les éléments qui orientent et guident leur activité, différentes recherches s'attèlent à cette tâche (Altet, 2000 ; Bru, 2002 ; Masselot & Robert, 2007 ; Tiberghien & Venturini, 2015). La plupart du temps, les analyses se tiennent à l'une ou l'autre des échelles macroscopique, mésoscopique ou microscopique. Les définitions de ces échelles sont assez proches selon les recherches bien que quelques nuances puissent être mises au jour. Pour notre part, nous retiendrons pour la suite le découpage de Masselot et Robert (2007) dans lequel le niveau « macro » traduit le projet global d'enseignement du professeur (à cette échelle, le projet se trouve fortement orienté par les prescriptions institutionnelles), le niveau « local » (ou méso) se centre sur l'échelle d'une séance, et le niveau « micro » cible des moments spécifiques de la leçon correspondant à une échelle temporelle allant de quelques secondes à quelques minutes, c'est-à-dire de l'ordre de l'interaction, comme le résume la Figure 6 (p. 81).

En définissant ces trois échelles d'analyse, ce sont en fait différentes classes de situations que nous caractérisons. Ainsi, lorsque nous réalisons une analyse à l'échelle macro (ou analyse macroscopique), nous faisons référence à une classe de situation très large, c'est-à-dire à un ensemble de situations constituées des mêmes « donnés » (cf. § 3.2.2, p. 54). À cette échelle, Vergnaud (1996) identifie des « schèmes de haut niveau » qui permettent de décrire l'organisation de l'activité à un niveau assez général. Dans notre cas, ces schèmes sont associés à la classe des *situations d'ESFI.* Il s'agit alors d'analyser les invariances et des variabilités associées à *toute* situation d'ESFI, pour un même enseignant, c'est-à-dire à la classe des situations d'ESFI, ou encore à la classe des situations d'enseignement portant sur les changements d'état de l'eau. La largeur de l'échelle macroscopique renvoie à ce que fait l'enseignant « en général », « d'habitude », dans telle classe de situation. Cette échelle semble donc adaptée pour identifier des Intentionnalités.

Une analyse mésoscopique, quant à elle, renvoie à une échelle locale d'organisation de l'activité, centrée sur un savoir spécifiquement visé. Nous prenons alors pour unité d'analyse la tâche prescrite aux élèves par l'enseignant. Dans ce cas, l'analyse mésoscopique peut concerner différentes classes de situations : les situations d'entrée dans la séance, ou les situations d'investigation, ou encore les situations de restitution… Ce qui signifie dans ce cas, qu'une situation correspond à une étape de la séance. Pastré (2007) identifie à cette échelle des « schèmes locaux ». En termes d'intentions, il nous semble que cette échelle d'analyse peut révéler à la fois des habitudes et donc des Intentionnalités, mais également mettre au jour des régulations qui révèlent des intentions didactiques.

Enfin, une analyse microscopique, du fait qu'elle se situe à une échelle temporelle très restreinte, porte plus spécifiquement sur la classe des situations d'interaction enseignant-élèves. De notre point de vue, cette échelle semble la plus adaptée pour l'analyse des intentions didactiques et des régulations opérées « dans l'immédiat » par l'enseignant. Il nous semble que les schèmes qualifiés de « schèmes élémentaires » (Vergnaud, 1996) ou de « petits schèmes » (Pastré, 2007) se situent à cette échelle d'organisation de l'activité enseignante.

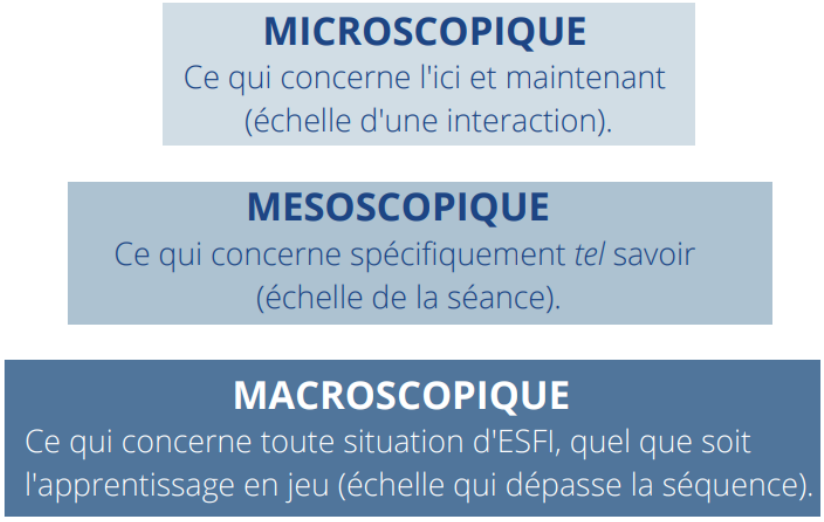


Figure 6 : Échelles d'analyse de l'organisation de l'activité

La dernière particularité du modèle de Portugais que nous souhaitons développer a trait à ce qu'il nomme un « espace des possibles ». (Portugais, 1999, p. 73). C'est ce que nous abordons à présent.

5.3.3 Un espace des possibles

Pour Portugais (1999, p. 73), le modèle de l'Intentionnalité du didactique cherche à ouvrir sur *un espace des possibles* qui correspond pour l'auteur au « domaine des intentions didactiques, c'est-à-dire l'espace des décisions et des projets individuels ou sociaux reliés au projet

d'enseignement de la discipline ». Cependant, pour l'auteur, « une expression particulière d'Intentionnalité (état ou action) est toujours rattachée à de nombreux autres états et actions intentionnels » reliés les uns aux autres au travers de ce qu'il appelle *des réseaux intentionnels* lorsqu'ils concernent un même sujet[27] (Portugais, 1998, p. 71). Si bien, précise l'auteur (*ibid.*), que les conditions de satisfaction d'un état intentionnel ne peuvent être détachées des autres états ou actions du réseau. Ainsi, en situation d'enseignement, l'enseignant est constamment amené à calculer, évaluer parmi ses projets, lesquels sont plausibles, réalistes, ou possibles.

Pour Portugais (*ibid*.), il n'existe donc pas *une intention didactique formelle* mais *des intentions didactiques conditionnelles*, et les calculs de coût auxquels procède l'enseignant, ne se font pas sur l'ensemble des conditions de satisfaction mais sur quelques-unes, voire sur une seule, de manière à procéder à des choix de manière rapide. L'exemple suivant nous permet d'illustrer ces propos Figure 7 (p. 83). Nous sélectionnons une classe de situations dans laquelle nous situons notre observation d'une situation d'expérimentation au cycle 2. Nous rapportons le but de cette situation tel que défini par l'enseignante : « montrer l'existence de l'air à l'aide d'expériences simples ». Pour atteindre ce but, l'enseignante formule différentes Intentionnalités qui constituent son réseau intentionnel. La figure en présente trois : une Intentionnalité de faire acquérir un savoir, une Intentionnalité d'organiser la séance et une Intentionnalité d'impliquer les élèves. Chacune de ces Intentionnalités est caractérisée par un objet, un mode psychologique (ce que l'enseignante croit pertinent de faire pour satisfaire l'objet de son Intentionnalité), et une condition de satisfaction. Le cadre gris représente un espace des possibles, c'est-à-dire qu'il caractérise des intentions didactiques qui représentent des actualisations *possibles* des Intentionnalités préalablement formulées, comme le soulignent les flèches. Ces intentions didactiques sont conditionnelles car elles dépendent des indices perçus par l'enseignant en situation de classe, mais elles dépendent également les unes des autres. Ainsi par exemple, la forme du guidage déterminée en situation par l'enseignant (i faire acquérir un savoir) va dépendre du temps qu'il reste (i organiser la séance).

[27] L'auteur parle de *trame intentionnelle* lorsque les réseaux intentionnels des élèves et celui de l'enseignant entrent en connexion (Portugais, 1998, p. 71)

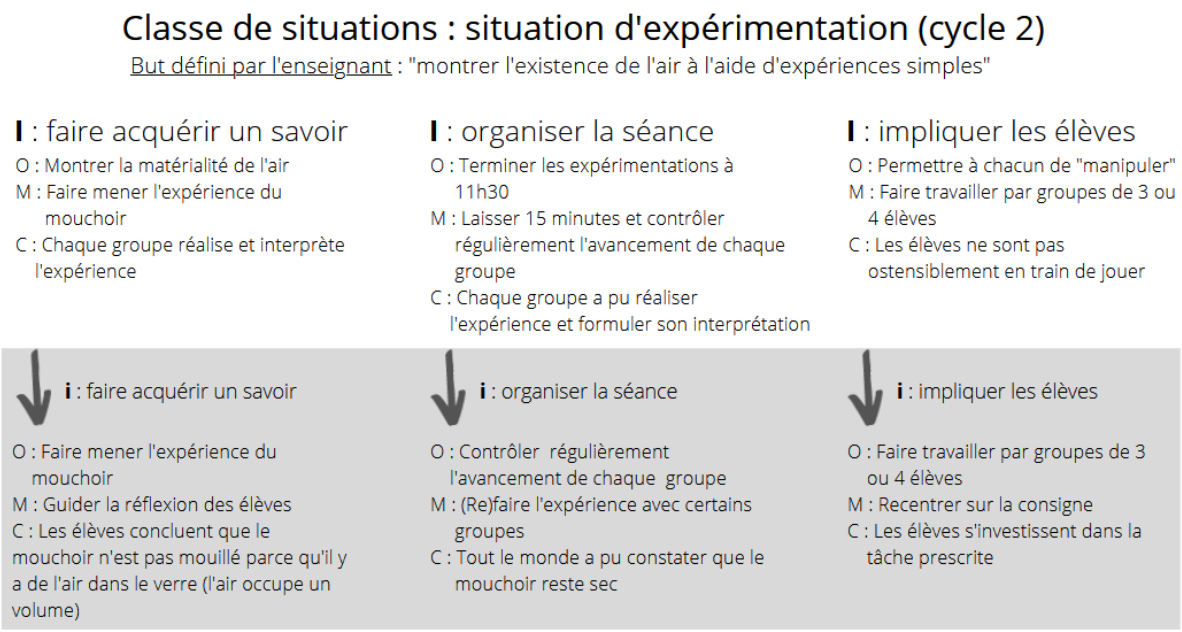


Figure 7 : Représentation d'un espace des possibles

Après cette présentation successive du modèle du schème (chapitre 4) et du modèle dynamique des intentions esquissé par Portugais (chapitre 5), nous proposons à présent, dans un court chapitre, d'expliquer l'articulation que nous en proposons.

Chapitre 6
ARTICULATION DES MODELES

L'étude des différents cadres théoriques nous amène à concevoir un modèle qui articule le modèle du schème – dans sa forme retravaillée par Jameau (2012) – et le modèle dynamique des intentions esquissé par Portugais (1998, 1999). Notre objectif, à l'instar de Portugais, vise à « unifier les contraintes cognitives, situationnelles et institutionnelles au sein d'une même perspective théorique » (*ibid.*, p. 88). Ce court chapitre présente la proposition théorique que nous mettons ensuite à l'épreuve dans la partie empirique de la thèse.

6.1 Un changement de paradigme

Selon Vergnaud et Récopé (2000), l'intentionnalité est une composante du schème constituée des buts, des intentions et des anticipations. Les auteurs, bien qu'ils semblent distinguer les termes *buts* et *intentions*, n'apportent cependant aucune précision qui nous permette de rendre cette distinction opérationnelle. Jameau (2012) quant à lui, considère séparément les buts et les anticipations, mais ne situe pas les intentions dans sa description du schème. L'approche de Portugais (1998) de son côté, caractérise l'intention dans le système (I_o, I, i), sans jamais se référer à la notion de but. Comment alors rendre opérationnelle la distinction entre buts et intentions pour parvenir à articuler les modèles ? Peuvent-ils seulement s'articuler, et comment ?

Nous envisageons dans un premier temps de partir du modèle du schème et d'y situer les intentions, telles que Portugais les caractérise. Le fait que Portugais distingue trois instances intentionnelles, nous amène à envisager la possibilité de situer les intentions dans différentes composantes du schème, ou du moins, de ne pas localiser chaque instance intentionnelle dans la même composante du schème. Cependant, la composante I_o du système (I_o, I, i), de par sa définition, ne nous semble pas pouvoir être intégrée dans le modèle du schème. En effet, I_o représente « l'intention didactique *du système d'enseignement* » (Portugais, 1998, p. 63), alors que le schème « [descend] jusqu'à *l'intentionnalité du sujet* » (*ibid.*, p. 60). Cela signifie-t-il que seules les instances I et i du système intentionnel (I_o, I, i) font partie du schème ? Dans ce cas, comment rendre compte du système dans son ensemble si l'on exclut I_o ?

Au regard de ces questions et considérations, nous proposons de changer de paradigme, c'est-à-dire de ne plus considérer l'intention comme une composante du schème mais plutôt de chercher où s'expriment les éléments de schèmes dans le système (I_o, I, i). Cette proposition

offre peut-être l'occasion de dépasser certaines limites que Bronckart, (2007) perçoit dans l'analyse de Vergnaud. En effet, l'auteur regrette que les définitions attribuées par Vergnaud aux situations et à l'expérience « ne prennent pas en compte les significations sociales et historiques dont elles sont inéluctablement pétries » (2007, p. 123). Situer le schème dans le modèle de l'Intentionnalité permettrait, nous semble-t-il, de dépasser cette première limite grâce à la prise en compte de l'I_O.

La deuxième limite soulignée par Bronckart (*ibid*.) est celle du statut des buts qui orientent les schèmes. Pour l'auteur, on ne peut pas considérer « que les buts inférables du schématisme sensori-moteur [aient] le même statut que les buts assumés consciemment dans la pensée et l'activité des adultes » (*ibid.*). Selon Bronckart, Vergnaud (2003) néglige alors la distinction que Leontiev (1984 [1975]) pose entre registre de l'activité et registre de l'action consciente. Si nous parvenons à articuler les modèles du schème et de l'Intentionnalité, nous dépasserons peut-être cette critique. En effet, la proposition du modèle tripartite des intentions proposé par Pacherie (2003) nous semble prendre en compte cette distinction entre registre de l'activité et registre de l'action consciente, en particulier par la prise en compte des intentions motrices et par la caractérisation du contenu des intentions. Il nous reste cependant à proposer une articulation des modèles. La troisième et dernière limite pointée par Bronckart (*ibid*.) à l'égard du schème, a trait au statut accordé au langage. Sur ce point nous n'avons pas d'arguments à ce stade de notre réflexion.

Explicitons maintenant plus précisément notre proposition théorique d'articulation des modèles.

6.2 Présentation du modèle InDIS

Rappelons que c'est la description analytique du schème proposée par Jameau (2012) dans le cadre de l'ESFI que nous prenons comme référence pour construire notre proposition théorique. En effet, cette description met en relief *les indices*[28] pris en compte par les enseignants en situation de classe. Ce sont également ces indices qui provoquent l'actualisation d'une Intentionnalité en intention didactique. Cette place centrale qu'ils occupent, à la fois dans le modèle du schème et dans le modèle de l'Intentionnalité, nous pousse donc à placer les indices au cœur de l'articulation théorique que nous proposons.

Notre appropriation progressive des modèles du schème d'abord, puis du modèle de l'Intentionnalité, nous a amenés dans un premier temps à distinguer le *but* de l'*intention* en décrivant le but comme une finalité et l'intention comme un moyen d'atteindre le but. Cette distinction ne nous a cependant pas parue opératoire lors des changements d'échelle d'analyse. Par exemple, que dire lorsque, en amont de la séance, l'enseignant précise qu'il

[28] Définis par Jameau (2012) comme les réponses verbales ou non verbales des élèves.

organise la séance d'une certaine manière *pour mettre les élèves en recherche*. Est-ce que « mettre les élèves en recherche » constitue un moyen mobilisé pour permettre aux élèves d'apprendre, ou est-ce une finalité ? L'observation de la situation n'offre pas toujours une réponse évidente. Que dire à nouveau, lorsque l'enseignant, cette fois en situation de classe, mobilise des moyens de mettre les élèves en recherche. Où se situe alors le but et où se situe l'intention puisque ce qui était potentiellement un moyen est devenu l'état final visé par l'agir enseignant ?

Définir l'intention selon les trois caractéristiques proposées par Portugais (objet, mode psychologique et conditions de satisfaction), et considérer que le but d'un schème est l'objet d'une intention, nous permet de dépasser cet écueil. En outre, cela permet d'expliquer comment *un moyen* (ce qu'il est pertinent de faire) peut devenir *un but* (l'état final visé) lorsque l'on se situe à une échelle d'organisation de l'activité plus resserrée. Ensuite, et puisque Portugais (1998) donne pour exemple de modes psychologiques : « croire que », « vouloir que » *etc*., nous considérons que ce que l'enseignant *croit vrai ou pertinent pour agir* (caractérisation des invariants opératoires du schème) correspond au mode psychologique (M) d'une Intentionnalité. Illustrons cette proposition à partir de l'exemple développé précédemment (§ 5.2.1, p. 76). Nous avions caractérisé l'actualisation de l'intentionnalité de faire rire les auditeurs d'une présentation selon le modèle de l'Intention, tentons un parallèle entre les modèles :

Selon le modèle dynamique de l'Intentionnalité	**Selon le modèle du schème**
Objet : vous faire rire	**But :** vous faire rire
Mode psychologique : je crois pertinent de dire telle chose	**Invariant opératoire (concept en acte) :** je crois pertinent de dire telle chose
Condition de satisfaction : au moins trois personnes rient	**Anticipation :** je m'attends à ce qu'un tiers du public rie
Indice : En situation de présentation de ma communication, je repère dans la salle x personnes qui ont déjà entendu ma blague	
	Possibilités d'inférences : - Si ces x personnes ont déjà entendu ma blague, alors celle-ci perd son effet - Si je surenchéris sur ma propre blague, alors ces x personnes bénéficieront de l'effet de surprise, et seront amenées à rire - Si je transforme ma blague, je crée une connivence avec ceux qui la connaissaient déjà, ce qui peut les faire rire
I s'actualise en i : **Objet :** dire ma blague différemment Pour cela : je crois pertinent de… (mode psychologique)	**Règle d'action :** -Si une partie du public connait déjà ma blague, alors je la fais évoluer Pour cela, je mobilise d'autres invariants opératoires

Tableau 1 : Exemple de descriptions de l'activité enseignante selon chaque modèle

Cet exemple donne à voir :

- le point pivot des deux modèles : l'indice
- les points de rencontre des modèles : objet de l'intention /but du schème ; mode psychologique de l'intention/concept ou théorème en acte
- les éléments spécifiques de chaque modèle : les possibilités d'inférence du schème, les nuances entre conditions de satisfactions (centrées sur l'enseignant) et les anticipations (centrées sur les résultats de l'agir enseignant) ; la nuance entre la caractérisation d'une nouvelle intention (i) d'un côté et la description des règles d'action de l'autre.

Nous appelons InDIS le modèle théorique que nous proposons, qui articule **D**ynamiques **I**ntentionnelles et **S**chème autour de la notion d'**In**dices.

La Figure 8 (p. 89) illustre ce modèle InDIS. Les dynamiques intentionnelles, correspondant à la transformation générale d'une Intentionnalité (elle-même formulée sous contrainte de l'*Intentio*) en intention didactique, apparait en gris foncé sur la Figure 8 (p. 89). La ligne en pointillés représente l'actualisation de I en i, c'est-à-dire la transformation d'un mode psychologique (M) de I, en Objet (O) d'une intention didactique. Les éléments du schème apparaissent en gris clair, et les indices sont situés au cœur du modèle.

Sur cette figure, les flèches indiquent à la fois la dynamique temporelle et les relations de dépendance. Dynamique temporelle car les flèches nous guident depuis l'*Intentio* qui a un caractère premier, à l'Intentionnalité caractérisée en amont de la séance, puis à l'intention didactique qui émerge en situation de classe. Par l'expression *relations de dépendance* nous voulons souligner que :

- I est *influencé par* I_0 ;
- Les conditions de satisfaction orientent la prise d'indices (indices qui représentent une partie des informations reçues par l'enseignant en situation de classe) ;
- Les indices rendent possibles les inférences (donc les inférences *dépendent* des indices perçus),
- Les règles d'action *dépendent* des inférences réalisées

Apportons un dernier commentaire au sujet des règles d'action. Nous avons indiqué dans l'exemple du Tableau 1 (p. 87), la règle d'action suivante : Si une partie du public connait déjà ma blague, alors je la fais évoluer. Remarquons que cette définition de la règle d'action n'est pas très précise car elle ne dit pas comment le sujet fait évoluer sa blague. Dès lors que nous affinons cette description, nous pouvons considérer que ce que l'enseignant met en œuvre pour faire évoluer sa blague révèle les concepts ou théorèmes en actes qu'il mobilise (il juge pertinent de…). Or, si nous pouvons identifier des invariants opératoires à cette échelle plus microscopique, cela signifie que nous pouvons reconstruire un schème plus

« petit » (Pastré, 2007), qui correspond en partie à une intention didactique, comme le montre la Figure 8 ci-dessous.

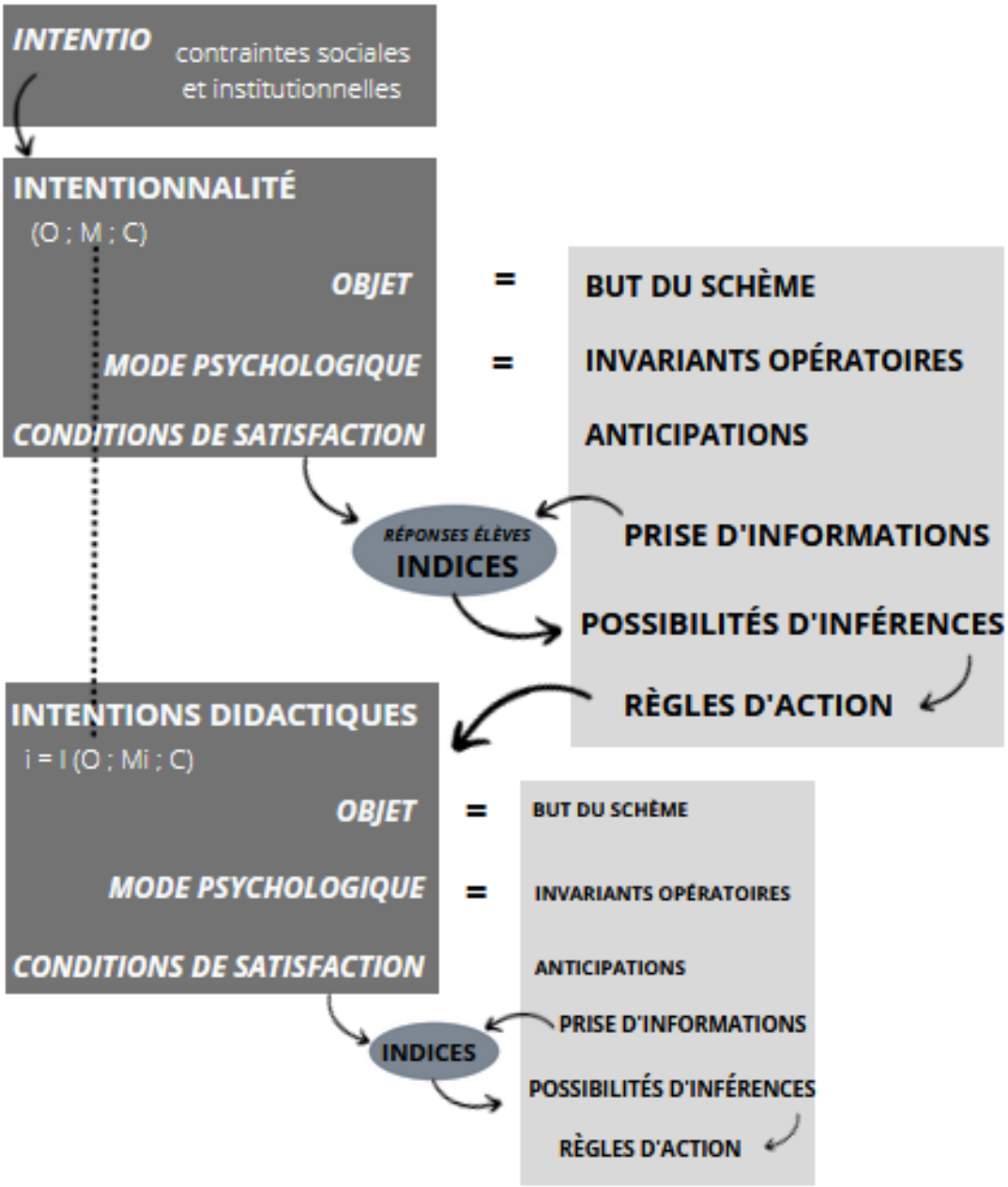


Figure 8 : Modèle InDIS

Maintenant que nous avons présenté le modèle du schème décrit par Jameau (2012) dans le cadre de l'ESFI, que nous avons présenté le modèle dynamique des intentions didactiques proposé par Portugais (1998), et que nous avons proposé une articulation théorique de ces deux modèles au travers du modèle InDIS, nous formalisons dans le chapitre suivant, nos objectifs et nos questions de recherche.

Chapitre 7
OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Dans cette première partie du mémoire, nous avons construit progressivement la problématique de notre recherche en situant tout d'abord le contexte institutionnel et scientifique dans lequel se situe l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI), en réalisant ensuite un état de la littérature scientifique sur les pratiques enseignantes en situation d'ESFI afin de faire émerger des questions initiales qui nous suggèrent d'articuler Didactique des Sciences et des Technologies (DST) et Didactique Professionnelle (DP) pour mieux comprendre pourquoi l'enseignant prend telle décision à tel moment et de telle manière pour faire avancer tel élève vers le savoir visé. Nous avons alors précisé les concepts empruntés à chaque champ de recherche et l'articulation que nous en proposons. Dans ce dernier chapitre, nous commençons par rappeler et préciser nos objectifs de recherche, puis nous formulons nos questions de recherche.

7.1 Objectifs de cette recherche

Comme nous l'avons exprimé au travers de la formulation de nos questions initiales (§ 2.4, p. 48), nous cherchons à mieux comprendre l'agir d'un enseignant, et plus précisément d'un professeur des écoles, dans toute la complexité d'une situation d'ESFI. Comment pense-t-il et organise-t-il sa séquence/séance en fonction de son contexte de travail, et comment régule-t-il l'imprévisibilité des interactions enseignant-élèves de manière à guider les apprentissages ? Enfin, quel rôle jouent ses intentions dans l'organisation de sa pratique ? Autrement dit, comment le professeur des écoles régule-t-il sa pratique face aux résistances et contraintes du système didactique ?

Notre objectif vise donc à décrire et comprendre ce que font les professeurs des écoles lorsqu'ils conçoivent et mettent en œuvre une situation d'ESFI. Pour le dire en d'autres termes, nous voulons parvenir à « une intelligibilité de fonctionnements, d'organisations, de procédures, de processus » (Bru, 2002b, p. 67). C'est ce qui correspond pour Bru (*ibid.)* à une visée heuristique. En outre, et au-delà de cette production de connaissances – connaissances *de* l'agir didactique pourrait-on dire à l'instar de ce même auteur (1997) – nous nous situons dans une perspective de développement professionnel et dans cette perspective, nous voulons identifier des « savoirs d'expérience » (Pastré, 2010), c'est-à-dire comprendre les mécanismes construits par l'expérience qui permettent à un professeur des écoles de réguler

sa pratique en situation d'ESFI. Cette seconde visée qui nous pousse à chercher des éléments de régularité ou de variabilité « susceptibles d'assurer des transferts de situations ou de pratiques » (notamment dans une idée de formation et de développement de compétences professionnelles) est qualifiée de « nomothétique » par Astolfi (1993, p. 7).

Pour atteindre ces objectifs, notre approche ne se veut ni purement cognitiviste, ni purement interactionniste, c'est-à-dire que nous ne cherchons pas à expliquer les phénomènes didactiques uniquement par l'entrée sur les opérations de pensée du sujet psychologique, ni à les expliquer uniquement par des régularités du fonctionnement social. C'est pour cela que nous nous appuyons sur les travaux de Portugais (1998, 1999), qui, en raison du fonctionnement intentionnel des sujets et des institutions, propose d'intégrer le cognitif au didactique par un outillage conceptuel original et un raisonnement spécifique. Pour approfondir l'aspect cognitif dans le modèle de Portugais (*ibid.*), nous articulons à ce modèle une description du schème. Notre recherche se donne donc également pour objectif la mise au travail du modèle InDIS qui résulte de cette proposition d'articulation théorique.

Précisons à présent les questions de recherches construites pour atteindre nos objectifs.

7.2 Questions de recherche et présupposés

Cette section présente quatre questions de recherche que nous formulons au regard de nos objectifs.

Tout d'abord, dans une visée heuristique, nous nous demandons :
Question 1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI, à l'école élémentaire française ?

Ensuite, dans l'optique de mettre à l'épreuve le modèle théorique proposé, nous nous demandons :
Question 2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?

Enfin, dans une visée nomothétique, nous nous demandons :
Question 3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des « savoirs d'expérience » construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
Question 4 : Observe-t-on des dynamiques intentionnelles similaires entre les différents cas de notre espace de cas, et lesquelles ?

Afin de rendre explicite le cadre que nous nous donnons, précisons les six présupposés qui se trouvent à la racine de nos questions de recherche :

1/ toute activité est organisée c'est-à-dire qu'elle combine invariance et variabilité ;
2/ le noyau central de cette organisation est de nature conceptuelle (Pastré, 2007) ;
3/ la tâche est redéfinie par les intentions (Clot, 1999b) ;
4/ nous tenons pour pertinente, en tant qu'outil d'analyse de l'activité enseignante, la proposition d'une dimension temporelle de l'intentionnalité (Pacherie, 2003) ;
5/ Nous considérons qu'un enseignant expérimenté peut utiliser son support de cours « d'une manière flexible » qui lui permet de « modifier le déroulement de son cours dans le feu de l'action » (Bécu-Robinault, 2007), autrement dit, qu'il perçoit les indices pertinents et mobilise des règles d'actions éprouvées pour guider les apprentissages de ses élèves ;
6/c'est au travers des tensions et ruptures dans la mobilisation « des compétences de l'opérateur [pour nous l'enseignant expérimenté] » que nous pourrons identifier des « savoirs d'expérience » et des « indicateurs d'évolution » (Pastré, 1997).

Nous abordons à présent l'aspect méthodologique de notre recherche.

Partie 2

METHODOLOGIE

« Vous me devinez, n'est-ce pas Watson, écoutant avec la plus vive attention cette suite extraordinaire d'évènements, et essayant de les coordonner, de distinguer le fil auquel tous pourraient se raccorder. »

Sherlock Holmes, Le Rituel des Musgrave, Sir Arthur Conan Doyle

Cette partie méthodologie se compose de quatre chapitres.

Le chapitre 8, présente les quatre principes qui structurent notre protocole méthodologique, à savoir : une approche qualitative de type ascendant, une perspective ergonomique, des situations de classe ordinaires, et pour terminer, la constitution d'un espace de cas sous ses aspects pratiques, légaux et éthiques.

Nous précisons dans le chapitre 9 les données que nous recueillons et à quelles fins, en distinguant[29] d'un côté les données primaires et primaires associées (captations audios-visuelles, préparations de séances, entretiens, prescriptions institutionnelles), et de l'autre, les données secondaires (transcriptions, montage audio-visuel du film de la séance, synopsis).

Puis, nous explicitons dans le chapitre 10 les outils et méthodes utilisés pour le traitement de ces données. Nous présentons en premier lieu six focales qui nous permettent de construire des données secondaires à partir des données primaires. Nous présentons ensuite notre méthode d'analyse de ces données secondaires au regard de nos objectifs de recherche.

Le chapitre 11 vient clore cette partie méthodologie en en proposant une synthèse.

[29] Distinction proposée par le réseau VISA (cf. § 8.5.3, p. 106)

Chapitre 8
PROTOCOLE DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous précisons les quatre principes qui structurent le protocole méthodologique de notre recherche. Nous expliquons pour commencer, pourquoi notre méthode d'analyse est *qualitative de type ascendant*. Nous abordons ensuite l'importance que nous accordons aux *écarts* entre ce que l'enseignant prévoit et ce qu'il réalise effectivement en situation de classe ordinaire. Nous soulignons alors l'intérêt de considérer des *situations de classe ordinaires*. Enfin, nous expliquons pourquoi et comment nous constituons *un espace de cas*.

8.1 Méthodologie qualitative de type ascendant

Comme nous visons la *compréhension et l'interprétation* des pratiques enseignantes et non pas la mesure de variables à l'aide d'outils mathématiques, c'est vers une méthodologie qualitative que nous nous tournons (Paillé & Mucchielli, 2021 [2003]). Autrement dit, les données (qualitatives) que nous recueillons ont pour fonction de nous fournir des détails permettant la compréhension et l'interprétation des choix et décisions prises par les enseignants lors des préparations de situations d'ESFI, mais également les choix et décisions qu'ils prennent dans la dynamique de ces situations. Cela nécessite donc de recueillir des « traces objectives » des pratiques enseignantes (Vinatier, 2013), afin de pouvoir étudier de « vraies » situations dans un « vrai » cadre (Cohen, Manion et Morrison, 2002), et ainsi dépasser « le plan du dicible » (Cross, 2010) qui ne permet pas d'accéder aux processus et aux procédures que les enseignants mettent en œuvre sans en avoir forcément conscience. À la suite de Gess-Newsome (2002), Jameau (2012) ainsi que Calmettes (2012), soulignent également l'importance de s'appuyer sur les traces effectives de l'activité enseignante car, précise Calmettes, « l'action[30] enseignante est aussi construite *par* l'action, *dans* l'action, *en* situation » (p. 151). Cette approche qualitative implique donc un contact direct avec les sujets de la recherche comme le soulignent Paillé et Mucchielli (*ibid.*, p. 15), et c'est principalement au travers d'entretiens et par l'observation des pratiques enseignantes en situation de travail que nous procédons. En outre, Altet (2002) précise qu'au-delà des significations reconstruites par le chercheur il convient de prendre en compte « les significations données par l'enseignant à ses actions » (p. 87). Calmettes (2012, p. 152), rejoint ce point de vue et précise qu'il ne s'agit pas de « conduire une analyse de pratiques par l'utilisation d'un cadre théorique visant a priori

[30] Pour nous : l'activité.

à structurer des observations, au risque de les recouvrir (Foessel, 2007, p. 50), ou à partir de présupposés épistémologiques imposés par une science didactique qui ne penserait que dans le sens de la théorie vers l'empirie (Tochon, 1992) ». D'un point de vue méthodologique, le principe fort qui nous guide est donc la prise en compte du point de vue des enseignants pour nous éviter de décrire ou de reconstruire l'activité enseignante (et en particulier l'activité mentale) de manière strictement externe.

Les données qualitatives recueillies (Cf. chapitre 9, p. 109), sont ensuite elles-mêmes analysées *de manière qualitative* par un travail de mise en relation d'éléments issus de ces données, par exemple par des rapprochements, des mises en perspectives, le repérage de récurrences et d'analogies (Cf. chapitre 10, p. 124). Ce travail nous permet de procéder à différentes synthèses dans le but de faire émerger des significations. Pour Paillé et Mucchielli l'analyse qualitative revient à s'appuyer sur la gamme des opérations cognitives – observer, percevoir, ressentir, comparer, nommer, juger, étiqueter, contraster, relier, ordonner, intégrer, vérifier – pour « tout à la fois montrer que ceci est avant/après cela, que ceci est plus important/évident/marqué que cela, que ceci est le contexte/l'explication/la conséquence de cela, [pour] replacer un détail dans son ensemble, lier un sentiment à un objet, rapporter un évènement à un contexte […] dégager une interprétation, révéler une structure » (p. 75). Une analyse qualitative permet ainsi au chercheur de démêler, tout au moins en partie, la complexité des situations d'enseignement (Bogdan & Biklen, 2007 ; Miles & Huberman, 2003 ; Patton, 2002).

Notre premier principe méthodologique consiste donc à prendre pour point de départ les traces objectives de l'activité enseignante pour ensuite *remonter* aux conceptualisations des professeurs des écoles en situation d'ESFI en s'appuyant sur une approche « en première personne » (Maizières & Calmettes, 2018, p. 168). C'est en ce sens que notre méthodologie peut se qualifier de *qualitative* ascendante ou *buttom-up*. Ce principe général de notre méthode d'analyse étant posé, entrons maintenant plus précisément dans le détail.

8.2 Une approche ergonomique

L'approche *ascendante* ou buttom-*up* (Alletru, 2021 ; Leutenegger, 2014) se distingue des approches *descendantes* ou *top-down* qui partent des prescriptions pour discuter ce que les enseignants devraient faire ou auraient dû faire (Amigues, 2002, p. 199). Pour autant, recourir à une méthodologie de type ascendant n'implique pas d'évacuer la question des prescriptions. La perspective ergonomique de l'activité enseignante que nous adoptons, resitue ainsi cette question des prescriptions dans l'analyse du travail réel de l'enseignant, afin de mieux comprendre les processus en jeu dans une situation d'enseignement qui se conçoit comme une *situation de travail*.

Pour l'ergonome, l'écart entre le travail *prescrit* et le travail *réel* est irréductible, il est même le « siège de l'activité professorale » (Amigues, 2003, p. 9) car il révèle « les conflits et les

tensions qui "travaillent" constamment l'enseignant et qui peuvent être à l'origine des compromis qu'il doit faire avec lui-même ou qu'il doit passer avec les autres (collègues, élèves, parents…) » (Amigues, 2002, p. 204). Afin de mieux comprendre les choix les décisions et les compromis réalisés par un professeur des écoles en situation d'ESFI, nous édifions donc comme principe méthodologique de notre recherche, la mise au jour des écarts entre le *prévu* et le *réalisé* dans la pratique d'un professeur des écoles en situation d'ESFI. Nous avons en effet postulé (§ 7.2, p. 92) que c'est au travers des tensions et ruptures dans la mobilisation « des compétences de l'opérateur [pour nous l'enseignant expérimenté] » que nous pourrons identifier des « savoirs d'expérience » et des « indicateurs d'évolution » (Pastré, 1997). Ainsi, une analyse des écarts entre le prévu et le réalisé pourrait nous aider à mieux comprendre les rapports entre les buts de l'enseignant en situation de classe, ses conceptions en acte et les moyens qu'il met en œuvre. C'est-à-dire, qu'elle peut nous aider à mieux comprendre ce qui le guide au cœur des interactions et dont il n'est pas forcément pleinement conscient.

L'idée consiste donc, à partir des significations données par l'enseignant à ses actes, de reconstruire ses dynamiques intentionnelles au travers de l'analyse des régulations que ces écarts mettent en lumière. La finalité visée est de mieux comprendre l'organisation de l'activité de l'enseignant en situation d'ESFI pour donner à ce-dernier les moyens de transformer ce qu'il juge nécessaire de transformer par lui-même et pour lui-même.

En outre, et afin d'être au plus près du travail tel qu'il se réalise, nous choisissons d'observer des professeurs des écoles en situation de classe *ordinaire,* expliquons-nous.

8.3 Des situations de classe ordinaires

À la suite de Margolinas et Laparat (2011) ou de Schubauer-Leoni et Leutenegger (2002), nous qualifions d'*ordinaire* une situation de classe dans laquelle le chercheur n'intervient ni dans la préparation, ni dans la mise en œuvre des séances, et dans laquelle les enseignants impliqués sont titulaires et en exercice depuis au moins cinq ans sans pour autant faire preuve d'une formation ou d'une qualification particulière. Dans une situation de classe ordinaire, l'enseignant définit donc seul ses objectifs pédagogiques et didactiques et le déroulement de ses séances et séquences[31] d'enseignement, à partir des ressources qu'il utilise habituellement et selon les conditions de possibilité des situations effectives (Perrin-Glorian, 2011).

Prendre pour terrains d'observation des situations de classe *ordinaires,* constitue donc un autre principe clé de notre méthodologique de recherche. Le but recherché vise à observer et analyser des séances qui se situent dans la continuité du travail et des habitudes de la classe

[31] Nous appelons séquence une unité d'enseignement-apprentissage. Une séquence est habituellement découpée en plusieurs séances.

et du professeur, afin de mieux comprendre les résistances et les contraintes du système didactique (Perrin-Glorian, 2002, p. 179). En outre, et de manière à minimiser tant que possible les contraintes liées au dispositif de recherche et à interférer le moins possible avec le quotidien de la classe et la programmation des enseignements, les situations observées sont laissées au choix du professeur à partir du moment où elles s'inscrivent dans le domaine de l'enseignement des sciences de la matière ou des objets, et que, du point de vue de l'enseignant, elles soient fondées sur l'investigation.

Remarquons cependant que ce principe méthodologique consiste à appréhender le point de vue de chaque enseignant comme un cas spécifique (Vandenberghe, 2006). Or, Crahay (2006) éveille notre vigilance à ne pas nous enfermer dans le *hic et nunc* des subjectivités particulières des enseignants observés. Afin de ne pas tomber dans ce que ce chercheur appelle « le piège du subjectivisme », nous établissons donc comme dernier principe méthodologique clé de notre recherche, la constitution d'un *espace de cas*. Nous en présentons à présent la notion.

8.4 Un espace de cas

Pour commencer, nous précisons la méthode de l'étude de cas, puis nous développons la notion *d'espace de cas*.

8.4.1 De l'étude de cas…

L'étude de cas est une approche très classique des études qualitatives qui permet une analyse en contexte (Creswell, 2007 ; Eisenhardt, 1989, 1991 ; Stake, 2010 ; Yin, 2014). Pour Rogalski et Leplat (2011), puisque la contextualisation de l'étude de cas peut faire intervenir un nombre de variables plus important que celui formalisé par les modèles théoriques, une étude de cas permet donc l'analyse d'un processus « en profondeur ». Pour autant, Dumez (2010) souligne que l'attention au contexte propre d'une étude de cas n'appelle pas forcément des descriptions longues et épaisses et il précise que l'attention du chercheur doit au contraire « se focaliser sur ce qui est susceptible de changer la valeur de vérité de certaines propositions ou le sens de l'action des acteurs étudiés » (p. 38). Pour l'auteur, qui fait écho à Clot et Leplat (2005), c'est à cette condition que les particularités de chaque cas peuvent, d'une part permettre d'acquérir de nouvelles connaissances sur les situations de travail, et d'autre part devenir des instruments de transformation de ces dernières.

Rien d'étonnant alors à ce que Schneeberger et Lhoste (2019) constatent que *l'étude de cas* soit devenue une méthode de recherche presque incontournable en didactique des sciences et des technologies. Incontournable, mais pas aisée selon Dumez (*ibid.,* p. 38), qui souligne que, dans l'étude de cas, la description reste difficile car « tout est mêlé ». Derrière l'adverbe *tout,* nous entendons pour notre part : les contraintes institutionnelles et sociales dans

lesquelles nous incluons la spécificité du contexte d'enseignement, les contraintes liées aux contenus à enseigner et les biographies personnelles de l'enseignant et des élèves, individuellement et collectivement. Dumez (*ibid.*) qualifie ainsi le contexte de *magmatique* et se demande « qu'est-ce qui permet d'isoler dans le magma du contexte les éléments pertinents, c'est-à-dire ceux qui, s'ils étaient différents, changeraient le sens des actions et interactions, ou transformeraient une proposition vraie en proposition fausse, ou réciproquement ? ». La réponse qu'il apporte, à la suite de Weber (1965) ou Tetlock et Belkin (1996), consiste à isoler les différents éléments du contexte pour les soumettre à la question « What if ? », afin d'envisager ce qui se passerait si ces éléments avaient été différents.

Ce raisonnement appelé raisonnement *par contrefactuel* est très utilisé dans le travail en ingénierie coopérative (Ligozat & Marlot, 2016 ; Sensevy *et al.*, 2013). Les chercheurs y postulent, à l'instar de Deluermoz et Singaravelou (2016), que la pensée contrefactuelle est une caractéristique générale de l'activité humaine. Pour Sensevy et Vigot, (2016), la pensée par contrefactuels permet d'explorer le concret de la pratique, c'est-à-dire de regarder au-delà de ce que fait l'enseignant (sa stratégie effective), pour imaginer d'autres possibles (des stratégies contrefactuelles) qui seront conçus à partir de la compréhension à laquelle aboutit le collectif de travail, relativement à la pratique analysée. La pensée contrefactuelle constitue donc, selon ces auteurs, un outil précieux pour explorer la pratique et permettre ainsi de la transformer. Nous retenons cette proposition méthodologique du raisonnement par contrefactuel, cependant, afin de tenir compte de l'avertissement de Crahay (2006) rapporté précédemment et éviter le subjectivisme, nous proposons de constituer un *espace de cas*, dont nous expliquons à présent le principe.

8.4.2 …à l'espace de cas

Dans le prolongement des travaux de Gomm *et al.*, (2000), Goldenberg et Mason (2008) creusent l'idée qu'un ensemble de cas – ou espace *de cas* – permet de mettre au jour des dimensions pertinentes pour une exploitation déductive des résultats obtenus. Chaque cas de cet *espace de cas* pouvant alors, comme l'expliquent ces auteurs, faire fonction de contre-exemple, de preuve à propos de la typicalité d'un cas, ou devenir l'instrument de contrôle d'une règle. Pour répondre à nos questions de recherche, nous nous proposons donc de constituer un espace de cas.

Pour cela, nous commençons par définir les *régularités* et les *variabilités* (Perrin-Glorian, 2002, p. 181) de notre espace de cas.

En termes de régularités nous nous attachons tout d'abord à cibler une classe de situations. C'est ainsi sur la *situation de départ* d'une séquence d'ESFI (aussi appelée *situation d'entrée)* que nous nous centrons. Autrement dit, nous choisissons de faire porter nos observations sur la première séance d'une séquence car nous partons du présupposé qu'émergent, dans cette

première séance, des éléments plus ou moins attendus qui peuvent influencer considérablement la suite de la séquence. Notons à ce propos que Bucheton (2009, p. 41), dans un autre contexte didactique, qualifie de *point névralgique des situations didactiques* les situations d'entrée dans la séquence – elle parle du *début de la leçon* – car c'est le lieu où les élèves construisent l'objet de la leçon, et l'auteur rappelle que cette construction ne va pas de soi. Dans le champ de la didactique des sciences et plus précisément dans le cas des situations d'ESFI à l'école primaire, nous partons du présupposé que cette *situation de départ* présente des régularités dans les formes d'organisation de l'activité, quel que soit le professeur et quel que soit le niveau de classe. Ce présupposé s'appuie sur l'hypothèse avancée par Marlot et Morge (2015), selon laquelle il existerait des normes professionnelles à caractère doxique, c'est-à-dire des normes collectivement construites et partagées comme évidentes, à partir des prescriptions primaires ou secondaires relatives à l'ESFI. Ainsi, la lecture des documents institutionnels, professionnels ou didactiques, permet de peindre à gros traits ce type de situation qui vise : l'engagement ou enrôlement des élèves dans le thème de la séquence, tant que possible en s'ancrant dans le quotidien de ces derniers et éventuellement de manière ludique, afin de faire émerger un questionnement productif qui sera par la suite sujet à investigations sous une forme ou une autre (Calmettes, 2009 ; MEN, 2020).

Précisons également qu'en termes de régularité, nous choisissons d'observer uniquement des enseignants expérimentés car nous présupposons qu'ils ne sont plus soumis aux tensions entre mise en activité des élèves et contrôle du déroulement de la séance comme l'observe Ria (2009) chez des enseignants débutants. Ce choix méthodologique a pour but de mieux comprendre le rôle de l'enseignant dans la situation précise de son travail qui correspond à l'entrée dans une séquence d'ESFI, en mettant au jour les connaissances opératoires développées par l'expérience qui lui permettent de réaliser des ajustements.

Outre ces régularités, nous déterminons également les variabilités de notre espace de cas. Il s'agit de l'âge et du genre des enseignants impliqués, de leur formation initiale – qui se veut diversifiée pour être représentative de la diversité des profils des professeurs des écoles – et enfin de l'établissement et du niveau de classe dans lesquels ils enseignent. Si les contextes scolaires des établissements sont homogènes comme nous l'avons précisé dans la section précédente, nous veillons cependant à observer des enseignants qui travaillent dans différentes écoles. Nous constituons notre espace de cas avec des classes de niveau élémentaire allant du CP au CM2 et excluons de cette recherche les niveaux de maternelle car nous partons du présupposé que les attentes et les fonctionnements pédagogiques en maternelle et en élémentaire sont différents. Prendre en compte des classes maternelles dans cette recherche introduirait selon nous une trop grande variabilité pour nous permettre de mettre au jour des dimensions pertinentes pour l'exploitation de nos résultats. Enfin, en termes de variabilités, si le thème abordé doit être en lien avec l'entrée « matière » ou l'entrée « objets », les contenus sont laissés au choix de chaque enseignant.

Les principes clés de notre méthodologie étant maintenant présentés, il nous reste à expliquer comment nous procédons pour trouver nos terrains de recherche et constituer concrètement notre espace de cas.

8.5 Constitution de l'espace de cas

Dans cette section, nous présentons pour commencer les aspects pratiques de la construction de notre espace de cas. Nous explicitons ensuite les points contractualisés entre les chercheurs et les enseignants impliqués dans cette recherche. Nous abordons pour terminer les préoccupations légales et éthiques soulevées par notre méthodologie de recherche.

8.5.1 Aspects pratiques

Avant de constituer notre espace de cas, nous en définissons la taille. Pour cela, nous choisissons deux variables principales : le cycle d'enseignement et la formation initiale des enseignants Tableau 2 ci-dessous.

	Cycle 2	**Cycle 3**
	5 ans d'ancienneté dans le métier avec un minimum de 3 ans d'expérience dans le niveau (En comptant les doubles-niveaux)	
Formation initiale scientifique	- Nom Prénom : - Nom Prénom :	- Nom Prénom : - Nom Prénom :
Formation initiale non scientifique	- Nom Prénom : - Nom Prénom :	- Nom Prénom : - Nom Prénom :

Tableau 2 : Définition de l'espace de cas.

D'un point de vue méthodologique, nous fixons à deux le nombre de cas par case du Tableau 2. En effet, un seul cas pourrait faire émerger de trop fortes singularités. Deux cas nous paraissent être un minimum pour faire ressortir des régularités et variabilités entre les enseignants impliqués. D'un point de vue pragmatique, cela nous amène à un total de huit cas, ce qui nous semble déjà important au regard des contraintes matérielles et calendaires relatives au cadre de notre doctorat. Parmi ces huit cas attendus, nous laissons au hasard la répartition de l'âge et du genre des enseignants. Nous nous attendons toutefois à avoir moins de cas masculins étant donné la forte féminisation du métier de professeur des écoles (83% de femmes enseignantes dans le primaire en France en 2019 d'après l'Institut des statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture[32]).

[32] https://donnees.banquemondiale.org/indicator/SE.PRM.TCHR.FE.ZS

Pour pouvoir contacter les enseignants et pénétrer dans les établissements scolaires, notre laboratoire (le CREAD) signe en septembre 2020 une convention de partenariat de recherche avec l'Inspection académique d'Ille et Vilaine. Cette convention nous autorise, dans un premier temps, à lancer un appel à contribution auprès des enseignants du département, et dans un second temps, à nous rendre dans les classes volontaires afin de recueillir les données nécessaires à notre recherche. Nous rédigeons ainsi un appel à contribution à destination des enseignants et le diffusons par messagerie électronique. Il présente notre projet de thèse, notre méthodologie, nos attentes et nos engagements (Annexe 1). C'est une forme de contractualisation pour que les enseignants volontaires puissent s'engager dans ce partenariat de recherche en connaissance de cause. Nous procédons à trois envois successifs de cet appel pour constituer notre espace de cas. Ils ont lieu chacun à une semaine d'intervalle entre fin septembre et début octobre 2020. Le premier envoi cible les Professeurs des Écoles Maitres Formateurs[33] (PEMF) du département, soit une trentaine de personnes. Nous pensons en effet dans un premier temps que les PEMF, habitués à expliciter leur pratique pourraient constituer un bon terrain d'étude. Le second appel est diffusé aux cinq cent cinquante-cinq écoles primaires publiques du département afin de toucher davantage d'enseignants. Le troisième envoi vise des personnels ayant bénéficié spécifiquement de formations académiques à l'enseignement des sciences et des technologies. Pour atteindre ce profil d'enseignants, et avec l'accord de l'Inspecteur chargé de la mission sciences pour l'Académie de Bretagne, nous prenons contact avec les responsables de la Maison Pour La Science du département[34] (la MPLS). Ils nous fournissent les coordonnées professionnelles d'une centaine d'enseignants qui ont suivi une ou plusieurs formations auprès de la MPLS au cours des cinq dernières années. Pour cet envoi notre stratégie communicationnelle est différente. En effet, nous privilégions cette fois des envois individuels et nominatifs plutôt qu'un envoi groupé à partir d'une liste de diffusion.

Précisons à présent le contenu de ces appels à contribution.

8.5.2 Contractualisation

Notre appel à participer à cette recherche se veut une première contractualisation avec les enseignants concernant les objectifs de notre recherche et les conditions de leur participation. Pour être totalement transparents avec les enseignants contactés et les engager à s'impliquer librement, nous commençons par présenter notre parcours professionnel car notre expérience de professeure des écoles nous semble être un atout important pour rassurer les

[33] Les professeurs des écoles maitres-formateurs (PEMF) sont des enseignants qui ont passé une certification pour exercer des fonctions de formation et d'accompagnement des professeurs stagiaires ou contractuels. Ils bénéficient d'une décharge hebdomadaire de leur temps de présence en classe pour assurer ces fonctions, et accueillent régulièrement dans leur classe des enseignants en formation, ce qui leur vaut également le nom de « tuteur-terrain ».

[34] La MPLS est un réseau français de structures régionales coordonné par la Fondation « la main à la pâte », qui propose une offre de développement professionnel en sciences, en partenariat avec les directions académiques. https://bretagne.maisons-pour-la-science.org

enseignants sur le regard que nous pourrons porter sur leur pratique. Il s'agit alors pour nous d'expliquer aux enseignants que nous avons besoin de les observer et de les questionner pour comprendre l'organisation de leur activité de conduite de la classe en situation ordinaire d'ESFI. Nous leur précisons l'objectif général de notre recherche qui vise à comprendre comment un enseignant non débutant adapte sa préparation au contexte lors de la mise en œuvre d'une séance fondée sur l'investigation. Nous ciblons les entrées – sciences de la matière non vivante ou monde des objets – tout en laissant le choix de la séquence et du calendrier (dans une fourchette de six mois) aux enseignants afin de leur laisser un peu de latitude vis-à-vis de leur programmation.

Remarquons que les programmes du cycle 2 proposent de « questionner le monde du vivant, de la matière et des objets » (MEN, 2020, p. 47). Nous nous focalisons sur la partie non vivante[35] de ces programmes à laquelle les cycle 3 peuvent également s'inscrire puisqu'ils doivent traiter le thème de la matière non vivante (« matière, mouvement, énergie, information » MEN, 2020, p. 80) et le thème des objets (« matériaux et objets techniques », MEN, 2020, p. 85). Nous proposons ces deux entrées de manière à augmenter nos chances d'avoir des réponses positives à notre appel à participation. L'idée est de constituer un espace de cas suffisamment fourni, autour d'un objet de savoir commun, portant soit sur le thème de la matière soit sur le thème des objets techniques, en fonction des propositions avancées par les enseignants volontaires. Nous craignons en effet un taux de réponses positives assez faible pour deux raisons. La première est que les professeurs des écoles semblent moins à l'aise pour traiter les entrées *sciences de la matière* et *technologies* du programme d'enseignement (Brigido *et al*., 2013 ; Lebeaume *et al*., 2018 ; Murphy *et al.*, 2007). La seconde tient à la méthodologie employée. Comme le résume la figure suivante, extraite de cet appel à participation (annexe 1), trois rendez-vous sont prévus pour chaque enseignant : un entretien *ante* vidéo, une séance filmée et un entretien *post* vidéo.

- Pour chaque enseignant : 3 rendez-vous d'environ une heure, regroupés sur une semaine pour constituer deux corpus de données :

- **Une séance de classe filmée** (première séance d'une séquence ordinaire dans le domaine « questionner le monde de la matière et des objets » s'inscrivant dans le contexte d'un enseignement fondé sur l'investigation.
- **Deux entretiens enregistrés *et/ou filmés*** : l'un **avant la séance** (au plus tard la veille) pour échanger à partir de la fiche de préparation sur l'anticipation de la séance (objectifs, déroulement, habitudes, incertitudes…), l'autre **après la séance** (au plus tard la veille de la séance suivante) pour échanger, à partir de la vidéo de la séance, sur les ajustements réalisés en situation de classe (raisons, informations prélevées, habitudes, incertitudes…).

Figure 9 : Extrait de l'appel à participation (Annexe 1)

[35] Précisons que, bien que les prescriptions institutionnelles ne distinguent pas spécifiquement les démarches d'enseignement en sciences des démarches d'enseignement en technologie (Agostini & Ginestié, 2012 ; Baillat & Hasni, 2011 ; Hasni & Lebeaume, 2010 ; Lebeaume, 2003 ; Lebeaume *et al*., 2018), nous ne considérons pas que les enseignements technologiques se réduisent à une application des sciences. Nous voulons simplement cibler des thèmes tels qu'ils sont identifiés par les prescriptions.

Nous sommes conscients que cette méthodologie représente du temps dans les emplois du temps déjà très contraints des professeurs des écoles, en outre pour l'enseignant, accepter qu'une personne inconnue vienne vous interviewer et vous filmer en classe est loin d'être habituel et anodin. Cela peut perturber les habitudes de classe (Bru, 2002b ; Van der Maren, 1995) et même être perçu comme intrusif, voire, précisent Veillard et Tiberghien (2013), comme « un viol de l'intimité de la classe » (p. 141). Nous préférons donc que cela soit annoncé dès le départ pour que personne ne se sente « piégé ». Dans cet appel à participation, nous précisons également les engagements que nous prenons de notre côté relativement au retour que nous ferons aux enseignants sur les résultats de cette recherche, et les engagements que nous prenons relativement au traitement des données personnelles des enseignants et de leurs élèves. Soulignons quant à ce dernier point qu'au travers des analyses de pratiques de classe, l'usage de la vidéo s'est particulièrement développé dans la recherche en éducation (Veillard & Tiberghien, 2013) ce qui soulève des considérations éthiques et légales que nous abordons à présent.

8.5.3 Préoccupations légales et éthiques

Le recueil et le traitement des données nécessaires à cette recherche se réalisent dans le respect du protocole universitaire pour les données audio et vidéo, et du règlement (UE) 2016/679 du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel[36] (également désigné « RGPD »). Selon ce protocole, nous signalons aux enseignants, aux élèves mineurs que nous filmons, et à leurs parents (à qui nous faisons signer une autorisation), que les observations réalisées en classe et en entretien sont anonymisées et ne sont traitées qu'aux seules fins de la recherche. Nous échangeons à ce sujet avec les enseignants dès la première prise de contact pour les informer et éventuellement les rassurer, en particulier sur le fait que les données récoltées ne seront ni partagées ni diffusées à des tiers, *y compris à leurs supérieurs hiérarchiques*. Nous leur précisons également dès ces premiers échanges que notre but n'est en aucun cas de porter un jugement sur les pratiques mais de mieux les comprendre. Enfin, nous précisons le dispositif de captation envisagé (§ 9.1.1, p. 109) afin que les enseignants soient précisément renseignés et qu'ils puissent à leur tour renseigner les élèves et leurs parents.

Nous soulignons donc que ce sont exclusivement *les résultats* de notre recherche et des extraits de transcriptions anonymisés qui pourront être diffusés dans les revues de recherche. Nous insistons bien sur le fait que si une capture d'image est réalisée à partir d'une vidéo ou d'une production d'élèves pour illustrer un résultat, les personnes sont floutées (enfants *et* enseignants) et leurs productions anonymisées. Nous précisons également que les vidéos sont consultées uniquement par l'équipe de recherche composée de la directrice et du directeur

[36] https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees

de cette thèse et de nous-même, et que les vidéos recueillies sont conservées par le laboratoire du CREAD (exclusivement) pour une durée de cinq années.

Ces informations ainsi qu'une adresse électronique pour toute demande de rectification sont communiquées aux enseignants et aux parents d'élèves. Nous recueillons toutes les autorisations nécessaires pour filmer avant notre venue en classe par l'intermédiaire des enseignants.

Avant de présenter les données recueillies et notre méthode de recueil, précisons que nous distinguons, à l'instar des chercheurs travaillant dans le cadre du réseau ViSA[37], *les données primaires* qui ont un lien très proche avec l'évènement documenté (captations audio-visuelles, traces de l'activité de l'enseignant ou des élèves), *les données primaires associées* (pour nous : entretiens et prescriptions institutionnelles), et les *données secondaires* (qui sont constituées à partir des données primaires comme par exemple les transcriptions).

[37] Vidéos de Situations d'enseignement et d'Apprentissage : http://visa.ens-lyon.fr/

Chapitre 9
RECUEIL DE DONNEES

Notre protocole méthodologique s'inspire des principes développés par Leutenegger (2009), à savoir :

- Un entretien *ante-séance* (ou *ante-vidéo*), qui comme son nom l'indique est réalisé en amont de la séance et qui peut prendre en compte les documents de préparation des séances,
- Le film de la séance qui témoigne de l'activité réalisée,
- Un entretien *post-séance* (ou *post-vidéo*), qui permet de revenir sur certains éléments de la séance.

Dans ce chapitre, nous présentons pour commencer notre corpus de données primaires constitué des captations audio-visuelles de séances de classe et des fiches de préparation[38] de ces séances. Nous présentons ensuite notre méthode de recueil des données primaires associées : entretien ante vidéo, entretien post-vidéo et prescriptions institutionnelles. Nous terminons par une explicitation de notre méthode d'organisation des données.

9.1 Données primaires

Dans les sections suivantes, nous précisons nos choix méthodologiques concernant le recueil des traces de l'activité enseignante en classe et les traces de l'activité enseignante de préparation de classe.

9.1.1 La séance filmée

La préoccupation principale de notre recherche consiste à mieux comprendre l'organisation de l'activité enseignante en situation d'ESFI. Pour cela, nous voulons mettre en perspective l'activité effective de l'enseignant en situation de classe avec les anticipations de ce dernier, ses intentions et ses conceptualisations. Il nous semble donc nécessaire de pouvoir *revoir* la situation de classe, autant de fois que nécessaire, afin de l'analyser en profondeur. C'est-à-dire que nous voulons pouvoir mener à la fois une *analyse structurale* de la séance (par

[38] Nous considérons ici les fiches de préparation des enseignants comme des données primaires, dans la mesure où elles constituent des traces de l'activité enseignante de préparation de séance.

exemple repérer comment se délimitent les phases de la séance, où se situe le professeur, les élèves…), mais également, comme le propose Sensevy (2011), une analyse *intrinsèque* centrée sur le sens que l'enseignant accorde à son activité.

Pour ces raisons, nous réalisons une captation audio-visuelle de chaque séance à analyser. Cette captation va nous permettre de produire un film destiné à l'analyse de la séance (§ 10.1.3, p. 131). Bien que ce film ne soit pas *la réalité*, mais une représentation de celle-ci, un analogon de la réalité (Sensevy, *ibid*., p. 219), il permet cependant d'en témoigner de manière spécifique. En effet, il donne à voir la réalité du temps et de sa gestion qui est une contrainte forte du métier d'enseignant. En outre, les manipulations qui peuvent être réalisées sur les images captées – ralenti, accélération, zoom, extraction d'image pour réaliser des photogrammes[39] (Forest, 2009 ; Rilhac, 2007) – permettent d'augmenter la visibilité de certains éléments, voire de faciliter la mise en comparaison de moments éloignés dans la réalité. Enfin, la captation audio-visuelle du fait qu'elle enregistre les voix, rend sensible aux phénomènes d'accentuation, d'intonation et permet aussi de percevoir « comment ces voix s'incarnent dans des corps en mouvement » (Sensevy, *ibid*., p. 234). La densité d'informations contenues dans une captation audio-visuelle, souligne Sensevy (*ibid.*), rend donc possible une infinité de descriptions qui visent une meilleure compréhension de la manière dont s'organise l'agir enseignant en situation de classe, au regard des « signaux[40] » envoyés par les élèves (et inversement).

Relativement à notre objectif de recherche, le film de la séance se présente également comme un moyen privilégié d'accéder au point de vue des acteurs, car ce film devient lui-même support de l'entretien mené après la séance, ou entretien *post*-vidéo (§ 9.2.2.2, p. 117).

Du point de vue de l'agencement du matériel, et puisque nous avons placé notre focale d'observation sur l'activité enseignante, nous gardons à tout moment une caméra mobile à l'épaule en plan serré sur l'enseignant et son environnement proche. L'idée consiste à *le suivre* dans ses déplacements et dans ses interactions (suivre au plus près ses gestes, ses paroles, ses échanges, ses mimiques, ses regards…). Cette caméra (Panasonic HC-V720) est prise en main par le chercheur qui prend soin de toujours rester à une distance d'au moins trois mètres de l'enseignant pour l'observer de près sans toutefois être collé à lui. Ainsi, lorsque l'enseignant se rapproche d'un élève ou d'un groupe d'élèves, ou lorsqu'il observe des productions écrites, nous captons également les élèves ou les travaux qui participent de l'interaction.

Nous voulons également pouvoir resituer chaque enseignant dans son environnement de travail. Autrement dit, nous voulons capter ce qu'il regarde, ce qui attire son attention, pour pouvoir repérer les indices qu'il perçoit. Il nous faut donc pouvoir garder des traces de qui participe, quand, comment, qui sollicite l'enseignant, qui se déplace, quelles interactions sont repérables, à qui l'enseignant donne-t-il ou ne donne-t-il pas la parole... Nous utilisons donc

[39] Un photogramme est « une suite de photos extraites d'un enregistrement vidéo, auxquelles sont ajoutées des inscriptions (flèches, annotations, etc.) » (Veillard et Tiberghien, 2013, p. 150)
[40] A l'instar de Jameau (2012), nous utilisons le terme *d'indices perçus par l'enseignant*.

une seconde caméra (Panasonic HC-V720) sur trépied, en plan large fixe, placée au fond de la classe. Placer cette seconde caméra face aux élèves aurait pu être une option intéressante pour capter les expressions faciales des élèves cependant elle aurait sans doute davantage gêné les déplacements des enseignants et attiré l'attention des élèves.

Enfin, afin d'enregistrer distinctement les propos de chaque enseignant à tout moment de la séance – qu'il s'adresse à un seul élève ou à toute la classe – ceux-ci sont équipés d'un micro-cravate sans fil (Sennheiser eW 100 G3). De cette manière nous nous assurons d'une bonne qualité d'enregistrement audio. En effet, les micros des caméras enregistrent beaucoup de bruit blanc et ne nous assurent pas d'une telle qualité audio. Le matériel est mis à notre disposition par le laboratoire du CREAD.

La Figure 10 (p. 112) donne à voir un exemple de cette configuration technique sur le plan de classe du professeur P3.

Précisons qu'avant de commencer la captation audiovisuelle, nous prenons un temps pour présenter le matériel aux élèves, leur repréciser le but de cette captation et l'usage qui va en être fait (en particulier qui va regarder le film), et répondre à leurs éventuelles questions. Ensuite, nous adoptons le rôle d'un *observateur complet* (Martineau, 2005) c'est-à-dire que nous ne prenons pas part à l'activité. Cela ne signifie cependant pas que nous soyons inactifs, au contraire, car l'usage de la caméra mobile nécessite d'être très attentif à son propre mouvement (pour ne pas avoir des images tremblantes ou trop furtives), à la lumière (pour ne pas nous retrouver en surexposition ou sous-exposition qui rendrait l'image trop claire ou trop sombre pour être exploitée), mais également à tout élément utile voire nécessaire pour les analyses à venir. Nous filmons par exemple les inscriptions sur le tableau, les productions d'élèves sur lesquelles l'enseignant entre en interaction, les gestes et expressions de l'enseignant mais également ceux du, ou des quelques élèves qui interagissent avec lui individuellement. Précisons qu'en fin de séance nous utilisons la fonction appareil photo de la caméra pour prendre des photos des productions d'élèves afin de pouvoir les analyser ensuite en détail si besoin. L'usage de la caméra mobile permet donc de capter de nombreuses informations que la caméra en plan large fixe ne peut permettre de percevoir et à l'inverse, la caméra sur trépied en plan large fixe assure une vision stable et plus distanciée permettant d'autres descriptions.

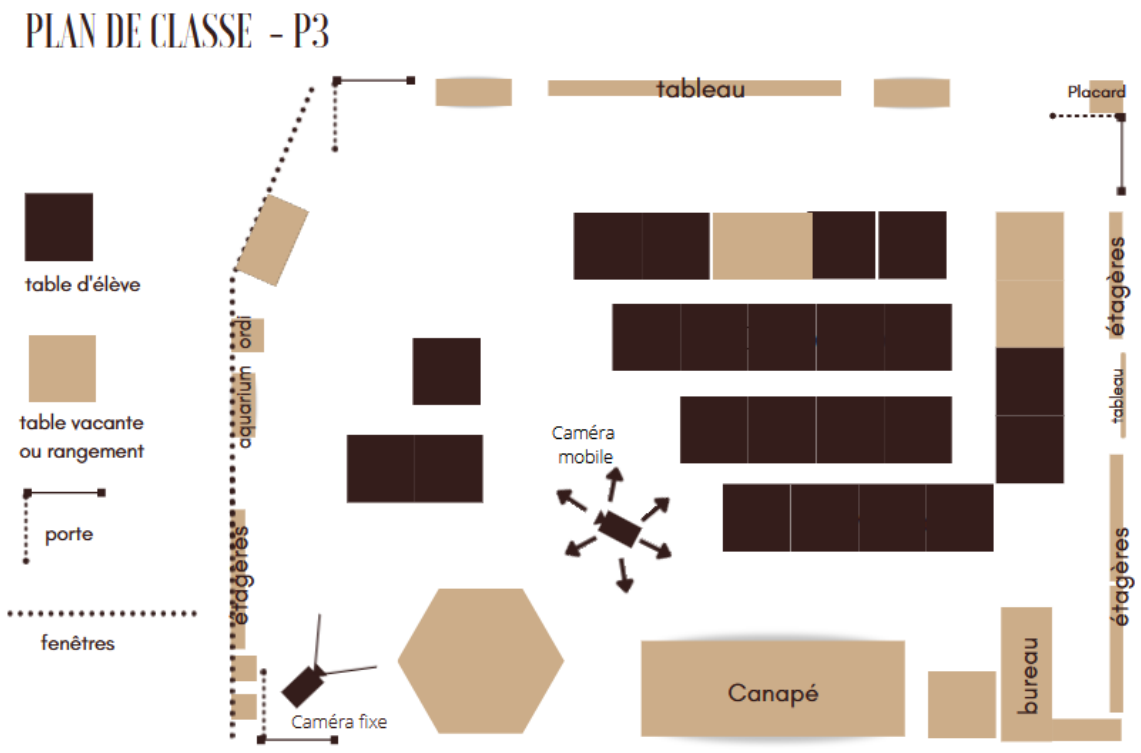


Figure 10 : Exemple de plan de classe

Rappelons que notre recherche questionne la dynamique des intentions de professeurs des écoles en situation d'ESFI, et donc le passage de ce que les enseignants prévoient de faire à ce qu'ils font en situation de classe. Bécu-Robinault (2007, p. 165) au travers de ses recherches sur les connaissances mobilisées par le professeur lors de l'activité de préparation d'un cours de sciences physiques, souligne qu'« une part non négligeable des décisions sur l'enseignement est prise pendant [la] préparation » de la classe. Nous recueillons donc les fiches de préparation des enseignants qui constituent des traces de l'activité de préparation de séance des enseignants. La section suivante apporte quelques précisions sur ces données.

9.1.2 Les fiches de préparation de séance

C'est au cours de notre premier échange téléphonique que nous demandons aux enseignants de notre panel de nous fournir leur fiche de préparation de la séance qui sera observée, dans leur forme « habituelle » et si possible avant notre rencontre. La fiche de préparation d'une séquence – ou séance – est un document écrit, plus ou moins détaillé, qui constitue une trace objective de l'activité de planification de l'enseignant. Administrativement, ce document n'est pas obligatoire, cependant les enseignants (et en particulier les enseignants du premier degré) sont incités à rédiger des fiches de préparation pour les aider à anticiper leurs séquences d'enseignement et à en garder la trace.

Altet (1991) souligne que, bien que cette préparation didactique puisse se révéler contraignante pour l'enseignant de par son scénario préétabli, elle s'avère néanmoins très importante car elle permet de structurer les contenus de la séquence/séance et ainsi de cadrer et de guider l'agir de l'enseignant en situation de classe. La fiche de préparation doit donc permettre à ce dernier de poser sur le papier un certain nombre de décisions qu'il prend au cours de son activité de préparation de classe pour en retrouver rapidement le fil lorsqu'il se trouve face aux élèves. C'est pourquoi nous associons ces données à notre corpus de données primaires. Précisons cependant que nous nous attendons essentiellement à y trouver des informations sur la structuration des séances relativement aux tâches prescrites aux élèves plutôt que des explicitations relatives aux choix didactiques des enseignants. En effet, nous travaillons avec des enseignants expérimentés et Tochon (1989) remarque que plus les enseignants sont expérimentés, plus leurs fiches de préparation sont succinctes, notamment sur l'aspect didactique. Bécu-Robinault (2007, p. 166) ajoute que « les décisions prises lors [des] phase[s] de préparation restent le plus souvent implicites ». Ces deux auteurs rejoignent ainsi Morine-Dershimer (1978) qui montre de son côté que le simple plan écrit du cours est bien moins détaillé que l'image mentale que l'enseignant se fait de ce cours en amont de celui-ci car l'image mentale comporte également *les attentes* de l'enseignant concernant la séance à venir, autrement dit, ses anticipations.

L'objectif méthodologique visé par le recueil de ces fiches de préparation consiste donc essentiellement à nous approprier le *plan prévu* par chaque enseignant afin de pouvoir ensuite identifier plus facilement les régulations réalisées. Ces données doivent en outre nous permettre d'identifier les savoirs visés dans chaque situation d'enseignement. Il apparait cependant nécessaire de mener un entretien en amont de la séance pour *faire parler* davantage ces fiches de préparation, c'est-à-dire permettre aux enseignants d'expliciter les décisions prises au cours de leur activité de préparation de séance/séquence, et ainsi reconstruire leurs Intentionnalités.

Précisons à présent l'objectif et la teneur de de ce premier entretien (entretiens *ante*-vidéo).

9.2 Données primaires associées

Dans cette section, nous précisons les finalités et les méthodes de chaque entretien. Nous présentons pour commencer l'entretien ante-vidéo, qui est un entretien semi-directif. Nous poursuivons par l'entretien post-vidéo, qui est un entretien de type autoconfrontation explicitante. Nous expliquons pour terminer pourquoi nous intégrons également les programmes d'enseignement aux données recueillies.

9.2.1 De l'entretien ante-vidéo

Nous décrivons tout d'abord la méthode et la finalité de ce premier entretien, puis nous précisons la grille que nous construisons pour le mener à bien.

9.2.1.1 Un entretien semi-directif

Nous avons introduit précédemment l'idée de réaliser un entretien préalable à la séance (Leutenegger, 2009), ou entretien *ante*-vidéo, afin de mettre au jour le projet d'enseignement de chaque enseignant de notre espace de cas. Cet entretien a lieu quelques jours avant la séance filmée et s'appuie sur la préparation de l'enseignant de manière à faire préciser à ce dernier certains implicites de sa préparation. Notre objectif consiste à mettre au jour des éléments organisateurs de l'activité enseignante tant à un niveau macroscopique qu'à un niveau local ou mésoscopique[41]. Précisons que le niveau microscopique de l'organisation de l'activité concerne spécifiquement les interactions et ne nous semble de ce fait pas accessible en amont de la séance.

L'objectif méthodologique de cet entretien *ante*-vidéo consiste donc à amener l'enseignant, au travers des explicitations qu'il apporte sur sa fiche de préparation, à préciser en particulier ses buts, ses anticipations et ce qu'il juge vrai ou pertinent pour agir, afin de nous permettre de reconstruire ses Intentionnalités. C'est un entretien semi-directif (Lincoln, 1995 ; Savoie-Zajc, 1997), c'est-à-dire que le chercheur prévoit à l'avance un guide d'entretien comportant une liste de thèmes à aborder. Dans ce type d'entretien, comme le soulignent De Ketele et Roegiers (1996 [1991]), le chercheur n'exerce pas de contrôle absolu sur le contenu de l'entretien ni sur le déroulement des échanges. Il doit donc s'efforcer de faire preuve de flexibilité afin de prendre en compte les réponses de l'interviewé qui peuvent faire varier l'ordre des thèmes ou faire émerger de nouvelles questions ou idées que le chercheur n'avait pas forcément anticipées (Karsenti & Savoie-Zajc, 2011). Précisons que cet entretien est enregistré et présentons le contenu du guide d'entretien que nous avons construit.

9.2.1.2 Guide d'entretien

Une phase introductive permet de poser les bases de l'échange à venir. Outre les remerciements par lesquels il nous semble primordial de commencer, nous prévoyons dans cette phase de repréciser les objectifs de la recherche, sans toutefois entrer dans le détail de l'univers de référence théorique, comme le préconise Leutenegger (2009, p. 123). Nous rappelons ainsi que la visée de cet entretien est compréhensive et que l'enseignant ne doit pas se sentir mal à l'aise s'il ne sait pas ou ne souhaite pas répondre à certaines questions. Nous organisons ensuite notre guide d'entretien selon trois axes de questionnement : le premier axe concerne spécifiquement la séance qui sera observée/filmée (niveau

[41] Le niveau macroscopique rend compte des éléments d'*Intentio* que l'enseignant s'est approprié, c'est à dire de son projet d'enseignement et des finalités qu'il assigne à l'enseignement des sciences de manière générale. Le niveau local ou mésoscopique rend compte, quant à lui, plus spécifiquement de la séance ciblée autour d'un savoir, telle que l'enseignant la prévoit phase par phase.

mésoscopique d'organisation de l'activité), le second concerne l'enseignement des sciences de manière plus générale (niveau macroscopique d'organisation de l'activité portant sur les finalités, l'organisation, les ressources) et le dernier concerne l'expérience professionnelle de l'enseignant. Ces axes sont déterminés au regard de notre questionnement qui a pour but de mettre au jour les organisateurs de la pratique de l'enseignant et les préciser à différentes échelles.

Le guide comporte quelques questions principales qui se veulent suffisamment ouvertes pour favoriser « la libre expression de la pensée et […] un examen approfondi de la réponse du participant » (Karsenti & Savoie-Zajc, 2011, p. 428). Cinq dimensions de l'activité enseignante sont abordées au travers de chaque axe, et une sixième est abordée au travers de l'axe expérience professionnelle. Il s'agit de : 1/ La dimension des attentes et de l'anticipation (exemple : « À quoi prêtez-vous le plus attention quand vous enseignez les sciences ? ») ; 2/ La dimension difficultés rencontrées qui peut renvoyer aux buts visés (exemple : « D'après l'enquête Cèdre 2019, 60% des enseignants trouvent difficile de mettre en œuvre une démarche d'investigation. Qu'en pensez-vous ? Quelles difficultés identifiez-vous ? ») ; 3/ La dimension des règles d'action (exemple : « Comment prenez-vous en compte le questionnement des élèves ? ») ; 4/ La dimension intentionnelle (exemple : « Vous appuyez-vous sur des ressources spécifiques (et si oui lesquelles) et quels aspects retiennent votre attention ? ») ; 5/ La dimension des finalités (exemple : « Au travers de cette séance, que voulez-vous que les élèves apprennent ? ») ; 6/ La dimension personnelle de l'expérience (exemple : « Avez-vous des lectures personnelles, régulières ou occasionnelles qui contribuent à votre auto-formation en sciences ? »). Le guide complet peut être consulté en annexe 2.

La section suivante expose les objectifs et la méthode appliquée pour le recueil des entretiens *post*-vidéo.

9.2.2 De l'entretien-*post* vidéo

Un second entretien (entretien *post* vidéo) est réalisé dans la semaine suivant la séance. Ce laps de temps est proposé, d'une part pour nous laisser le temps de réaliser le montage de la vidéo à partir des différentes captations réalisées[42], et d'autre part pour que les souvenirs de l'enseignant soient encore présents à son esprit et non perturbés par une deuxième ou troisième séance qui se serait intercalée si nous avions réalisé l'entretien plus tard. Les sections suivantes précisent la méthode mise en œuvre pour réaliser ce type d'entretien, en abordant tout d'abord sa finalité, puis sa conduite.

[42] Rappelons que le film de la séance sert de support à l'entretien *post*-vidéo (§ 9.1.1, p. 109).

9.2.2.1 L'explicitation au service de l'autoconfrontation

L'entretien que nous réalisons *a posteriori* (ou entretien *post*-vidéo) est un entretien de type autoconfrontation explicitante (Cahour *et al*., 2016). Nous en présentons ici la finalité et précisons son déroulement dans la section suivante.

Dans ce type d'entretien, le film de la séance sert de support pour accéder au point de vue de l'enseignant confronté à l'image de sa propre activité. En ce sens, c'est un entretien d'autoconfrontation. Mais quelques précisions nous semblent nécessaires pour éviter les malentendus. La méthode d'autoconfrontation, théorisée par von Cranach *et al.* (1982) se donne pour objectif de faire émerger le sens subjectif de l'agir d'un sujet, autrement dit, de mieux cerner « la vraie signification » de l'activité d'un sujet (pour le sujet lui-même) en le confrontant à l'enregistrement vidéo de cette activité. Veillard et Tiberghien (2013, p. 139) soulignent que cette méthodologie est reprise et adaptée par deux grands courants de recherche. Ainsi, le cadre de la théorie du cours d'action en ergonomie cognitive (Pinsky, 1992 ; Theureau, 1992) recourt à l'autoconfrontation pour obtenir de la part des acteurs, des données (verbales et gestuelles) concernant leur activité (Theureau, 2010, p. 288). Pour Theureau (*ibid.)* l'entretien en autoconfrontation est un entretien de remise en situation des acteurs par les traces de leur activité. De leur côté, les travaux de Faïta (1989) puis de Clot (1999b), qui puisent leurs sources dans les approches sociolinguistiques et interactionnistes sur le langage (appliquées au champ du travail), recourent à l'autoconfrontation (et/ou autoconfrontation croisée) pour provoquer une réaction chez les sujets confrontés à l'image de leur propre activité. Ces auteurs se situent dans une perspective d'émancipation des sujets travaillant, et visent l'étude des processus de développement (Veillard & Tiberghien, *ibid*., p. 140).

En ce qui nous concerne, l'objectif de notre recherche vise une compréhension approfondie de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI. Nous adoptons le point de vue des enseignants[43] lorsqu'ils mettent en œuvre une régulation en situation de classe. Que perçoivent-ils, que pensent-ils, que font-ils ? La méthode que nous mobilisons pour les entretiens *post*-vidéo, vise donc à rendre compte de la dimension subjective de l'activité. Elle doit permettre la remise en situation de l'enseignant interviewé afin de favoriser le « resouvenir[44] » (*Cahour et al.*, 2018) de son activité sans « forcer » ce « resouvenir » (p. 273). L'idée est d'éviter que l'enseignant ne rationalise et ne reconstruire après coup son expérience (au sens de ce qu'il a vécu) et ses raisons d'agir.

Notre approche de l'autoconfrontation est donc celle de l'ergonomie d'inspiration phénoménologique, et nous nous appuyons sur les techniques de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994) pour guider l'entretien. Par exemple, nous évitons les questions commençant par « pourquoi », qui appellent des réponses explicatives potentiellement

[43] Appréhendés comme des sujets agissants dans un contexte déterminé qui les impacte.
[44] Dans le mot « resouvenir » il y a l'idée d'une remise en situation qui permet de se souvenir en revivant le souvenir de l'expérience.

parsemées de justifications, de rationalisations, d'argumentations ou d'intellectualisations qui n'existaient pas forcément dans l'activité réelle. Nous privilégions plutôt des questions plus descriptives qu'explicatives du type : « quand tu dis ceci, qu'est-ce que tu te dis ? », « Quand tu fais cela, qu'est-ce que tu fais ? », ou « qu'est-ce qui est important pour toi » etc. Pour nous, au travers de ces techniques d'entretiens, ce sont bien les intentions de l'enseignant qu'il s'agit de faire émerger. Remarquons que Vermersch (*ibid.*) ne s'intéresse pas spécifiquement aux intentions des enseignants et les classe dans ce qu'il appelle les *satellites de l'action*. Ainsi, si nous recourons aux techniques de l'entretien d'explicitation, nous ne menons pas un entretien d'explicitation, tel que le préconise Vermersch. La méthode employée et les objectifs visés correspondent davantage à ce que Cahour *et al.* (2016) ont baptisé : *entretien d'autoconfrontation explicitante*.

Au travers de ce type d'entretien, il s'agit, par l'usage des enregistrements vidéo réalisés, de « dé-situer » l'enseignant à la fois de la situation de l'entretien qui inclut le chercheur, mais également des situations d'entretiens auxquelles il peut être professionnellement habitué (entretiens de visite qu'il a pu expérimenter lors de sa formation initiale ou entretiens d'inspection), pour ensuite le « resituer » dans la situation préalablement filmée. L'idée consiste à le maintenir « au plus près du flux expérientiel vécu » (Cahour *et al*., 2016, p. 273) pour nous permette d'accéder à la part accessible de son activité mentale en situation de travail. Expliquons à présent le déroulé de ce type d'entretien.

9.2.2.2 Conduite de l'entretien d'autoconfrontation explicitante

Cet entretien *pos*t-vidéo – tout comme l'entretien *ante*-vidéo – se déroule tant que possible dans la classe car cela permet de créer une relation entre l'espace de l'entretien et l'espace d'activité, et ainsi de faciliter la remise en situation. L'entretien est enregistré.

Dans notre protocole cet entretien est structuré en quatre temps. Dans un premier temps s'opère une forme de contractualisation avec l'enseignant, c'est-à-dire que nous partageons avec lui l'objectif de l'entretien qui vise à faire émerger, par une méthode de remise en contexte, ce que l'enseignant perçoit, pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas à certains moments de la séance et en particulier lorsqu'il se trouve en situation de régulation. Nous précisons également qu'il peut nous arriver de couper court à certains échanges pour recentrer l'enseignant sur son activité si nécessaire. Nous explicitons cela clairement pour nous assurer que, le cas échéant, l'enseignant ne s'en sente pas froissé. Nous réaffirmons également que la visée de l'entretien est compréhensive et que l'enseignant peut ne pas répondre à certaines questions puisque l'idée n'est pas qu'il reconstruise des justifications mais qu'il se remémore et verbalise, *tant que possible*, son activité mentale lors de la séance.

Le temps suivant invite l'enseignant à s'exprimer librement sur son propre bilan de la séance filmée quelques jours auparavant. Nous l'invitons en particulier à s'exprimer sur les évènements qui l'ont amené à mettre en œuvre des régulations, même minimes de son point de vue. Le chercheur ne pose alors pas (ou peu) de questions. Ce moment de libre parole nous

permet de vérifier auprès des enseignants si les évènements que nous avons identifiés lors du montage du film correspondent ou non à ceux identifiés par l'enseignant, et inversement, de vérifier si l'enseignant a identifié des évènements surprenants voire déstabilisants de son point de vue, que nous n'avions pas nous-mêmes repérés. Par la suite, nous appelons ces évènements des *incidents critiques* et en explicitons le concept à la section § 10.1.6, p. 148.

Le troisième temps de l'entretien, le plus conséquent, reprend le fil chronologique de la séance et s'attache à développer les échanges autour des évènements identifiés par l'enseignant et/ou par le chercheur comme des moments de régulation. Ce temps s'appuie sur des extraits du film de la séance de manière à faciliter la « re-situation » de l'enseignant au cœur de celle-ci. Ces extraits vidéo, préalablement repérés par le chercheur lors du montage du film, sont en général calibrés entre une et cinq minutes. Ils se veulent suffisamment longs pour remettre l'acteur en situation dynamique, tout en se centrant sur des moments suffisamment circonscrits de l'activité enseignante en situation de classe. L'enseignant est également invité à prendre la main sur la vidéo pour l'arrêter, l'avancer ou revenir sur un passage qu'il souhaite développer davantage, notamment lorsqu'il mentionne des évènements non identifiés au préalable par le chercheur. Le rôle du chercheur au cours de ce troisième temps de l'entretien de type autoconfrontation explicitante consiste à maintenir l'enseignant dans son revécu de la situation de classe. En effet, certaines questions inappropriées ou un arrêt prolongé sur un instant spécifique de l'activité peuvent « dé-situer » l'enseignant. Pour éviter cette difficulté, Theureau (2010) suggère de ne pas recourir abusivement à des relances de fragmentation, c'est-à-dire à des relances qui engagent l'acteur à entrer trop finement dans la description de son activité.

Enfin, pour clore l'entretien, nous proposons à l'enseignant de réagir à notre reconstruction de ses Intentionnalités (§ 10.2.1, p. 150). En effet, suite à l'entretien *ante*-vidéo, nous reconstruisons des Intentionnalités. Proposer à l'enseignant un retour sur ces reconstructions peut être considéré comme un « member checks » (Blais, 2006, p. 13), c'est-à-dire une vérification des premiers résultats de la recherche auprès des enseignants en leur offrant la possibilité de confirmer d'infirmer ou de compléter nos interprétations lorsque la phase précédente de l'entretien n'a pas permis de le faire complètement. Le but consiste toujours à favoriser le point de vue de l'enseignant pour éviter tant que possible des surinterprétations de la part du chercheur. L'exemple ci-dessous illustre cela. Dans cet exemple, le chercheur revient sur un extrait de la séance qui n'a pas été abordé au cours de l'entretien[45] :

> P1 EP 73, 74 :
> [>Question?]: […] + je voudrais vérifier que je n'ai pas mal interprété tes buts et tes intentions+ donc toute la phase de structuration du lexique est-ce que ton but c'était bien de se mettre d'accord sur le sens des mot'+ d'expliquer les définitions'
> [>P1]: ben euh ça c'était un préalable à la séance+ il fallait que ça se soit clair parce que si ils savent déjà pas de quoi on parle ils peuvent pas trouver d'expérience euh : en rapport

[45] Conventions de transcription Vion (2000) – Annexe 6.

[>Question?]: donc l'intention c'est de construire un référent’
[>P1]: oui

Soulignons pour terminer que le montage vidéo de la séance tel que nous l’avons réalisé pour servir de support à l’entretien *post*-vidéo est partagé à l’enseignant quelques jours avant l’entretien de manière à lui laisser la possibilité de revoir une première fois la séance seul. L’objectif de ce partage est surtout éthique car nous savons qu’il n’est pas habituel, et pas toujours agréable de se revoir en vidéo. Il nous semble donc plus facile pour l’enseignant (s’il le souhaite), de revoir le film de la séance une première fois, seul. La consigne qui lui est alors passée, sans outillage particulier, est de repérer les extraits correspondant aux évènements qui l’ont questionné, interpelé, voire déstabilisé, ou tout au moins, qui l’ont engagé à procéder à des régulations même minimes au cours de la séance. Ce repérage doit nous permettre de cibler des moments clés sur lesquels revenir au cours de l’entretien. Le risque de procéder ainsi, comme le pointe Theureau (2010), est d’aboutir à une expression de la conscience réflexive *actuelle* de l’enseignant relativement à son activité passée et non pas à une expression de sa conscience préréflexive (*durant son activité)*. Cependant, il nous semble utile de préciser dès maintenant qu’aucun enseignant de notre espace de cas ne juge utile (ni ne trouve le temps) de visualiser le film avant l’entretien *post*-vidéo, puisqu’ils estiment tous pouvoir répondre à la consigne de mémoire.

La section suivante permet de clarifier l’enjeu du recueil d’une dernière donnée primaire associée : les programmes d’enseignement de l’école élémentaire.

9.2.3 Des prescriptions institutionnelles

Afin de caractériser la première instance intentionnelle (*Intentio*), nous avons besoin d’analyser les *prescriptions primaires* (§ 5.1, p. 69). Daguzon et Goigoux (2007, p. 2) définissent sous ce terme, tout ce qui est communiqué au professeur « pour l’aider à concevoir, à organiser et à réaliser son travail : les programmes d’enseignement et autres instructions officielles, les lois et règlements de la fonction publique d’État, l’évaluation du travail enseignant réalisée par les inspecteurs de l’Éducation nationale, l’évaluation des acquisitions des élèves etc. » Pour notre recherche qui est exploratoire, nous nous focalisons uniquement sur les derniers programmes d’enseignement de l’école élémentaire[46] (MEN, 2020). Nous considérons en effet que ces prescriptions à elles-seules peuvent déjà nous permettre de caractériser assez précisément la part institutionnelle de l’*Intentio*. Nos résultats pourront cependant être approfondis par la suite si nous voulons procéder à une caractérisation plus exhaustive de cette première instance intentionnelle.

La section suivante résume l’ensemble des données recueillies et présente notre méthode d’organisation de ces données.

[46] Il s’agit de l’ensemble des programmes d’enseignement de l’école élémentaire dans lequel est inclus le programme des enseignements scientifiques et technologiques.

9.3 Organisation des données

La Figure 11 ci-dessous retrace la chronologie des prises de contact et des prises de données réalisées auprès de chaque enseignant de notre espace de cas. Les flèches obliques positionnées à côté des entretiens rappellent que l'entretien *ante*-vidéo (codé EA) porte en partie sur la fiche de préparation (§ 9.1.2, p. 112) et que l'entretien *post*-vidéo (codé EP) porte sur la séance réalisée et s'appuie sur le film de cette séance (§ 9.1.1, p. 109).

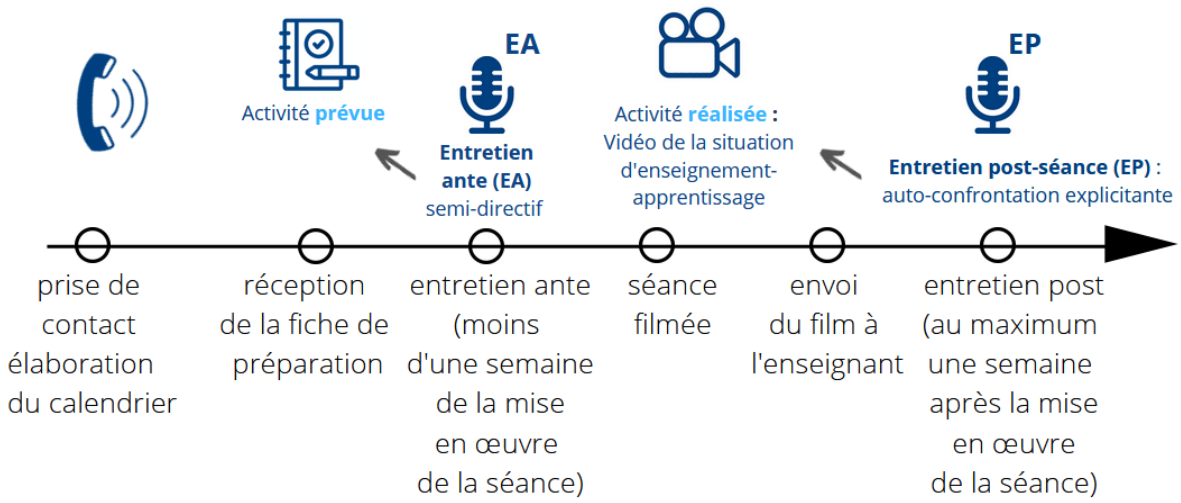


Figure 11 : Chronologie du recueil de données pour un enseignant de l'espace de cas

Afin de ranger méthodiquement les données ainsi recueillies auprès de chaque enseignant, nous réalisons un *tableau d'organisation des données*. Le Tableau 3 (p. 121) présente la logique adoptée. Une première colonne indique les enseignants auprès desquels sont recueillies les données. Une seconde colonne indique le corpus des données primaires et primaires associées. Une troisième colonne indique les données secondaires constituées à partir des données primaires.

Chaque donnée recueillie est inscrite dans ce tableau sous un code spécifique. Ce code commence par l'identification de l'enseignant (Px). Le corpus de données primaires et primaires associées est lui-même divisé en plusieurs colonnes de manière à répertorier, d'un côté les documents audiovisuels et de l'autre les documents papiers (qui peuvent être recueillis dans un format numérique). Les documents audiovisuels sont identifiés comme suit : identification du professeur (Px), suivie de l'identification de la source (audEA, si c'est un enregistrement audio d'Entretien Ante vidéo, audEP si c'est un enregistrement audio d'Entretien Post vidéo, C si c'est un document capté en situation de Classe).

Pour les documents audiovisuels issus des captations réalisées en classe (PxC---), nous distinguons les captations audio (PxCaud), les captations de la caméra fixe (PxCfix), et les captations de la caméra mobile (PxCmob).

La colonne des « données papier » répertorie les fiches de préparation de chaque professeur (Pxprep) ainsi que les annexes numérotées de ces fiches, quand il y en a (Pxprep_anxn). Les annexes peuvent être par exemple, un document à distribuer aux élèves ou un document complémentaire jugé nécessaire par le professeur.

La dernière colonne, répertorie les données secondaires qui seront présentées au chapitre 10. Il s'agit d'une part des films des séances (Px_film) qui sont l'aboutissement d'un montage réalisé par le chercheur à partir des captations recueillies en situation de classe, et d'autre part, des transcriptions ou transcriptions partielles de ces films (Px_transcript), des transcriptions des entretiens (Px EA pour l'entretien Ante vidéo, Px EP pour l'entretien Post vidéo) et des synopsis construits (Px_synP pour le Prévu, Px_synR pour le réalisé).

Enseignants	**Données primaires et primaires associées**				**Données secondaires**
	Données audiovisuelles			**Données papier**	
	Code	***Date***	***Durée***		
Px	PxaudEA	--/--/----	h : min : sec		Px EA
	PxCfix PxCmob PxCaud	--/--/----		Pxprep Pxprep_anx1	Px_film Px_transcript
	PxaudEP	--/--/----	h : min : sec		Px EP

Tableau 3 : Organisation des données

Le chapitre suivant expose notre méthodologie de traitement de ces données. Traitement des données primaires d'une part, qui nous permet de construire les données secondaires, et traitement des données secondaires d'autre part, qui vise à apporter des réponses à nos questions de recherche.

Chapitre 10
TRAITEMENT DES DONNEES

Dans ce chapitre, nous présentons les outils et méthodes mobilisés pour le traitement des données selon deux niveaux. Nous commençons par présenter les différentes focales du traitement de premier niveau qui vise à constituer des données secondaires à partir des données primaires (et primaires associées).

L'enjeu du second niveau de traitement des données, que nous présentons dans un deuxième temps, consiste à faire ressortir de l'analyse des données secondaires des résultats exploitables pour répondre à nos questions de recherche (§ 7.2, p. 92). Rappelons celles-ci :

> Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI, à l'école élémentaire française ?
> Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
> Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des savoirs d'expérience construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
> Q4 : Observe-t-on des dynamiques intentionnelles similaires entre les différents cas de notre espace de cas, et lesquelles ?

Nous expliquons ainsi comment nous reconstruisons les différentes formes d'intentions du système intentionnel (I_o, I, i) d'une part, et divers éléments de schèmes d'action de l'enseignant d'autre part, afin de mieux comprendre le rôle joué par le système intentionnel dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (Q1). Nous expliquons ensuite comment nous faisons fonctionner le modèle InDIS pour reconstruire les dynamiques intentionnelles des enseignants. L'enjeu est double, il s'agit de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI (Q2), et également d'identifier des savoirs d'expérience (Q3). Puis, nous précisons comment nous procédons pour mettre en perspective différents cas de l'espace de cas, afin de repérer des similitudes et des différences interpersonnelles (Q4). Enfin, nous proposons une synthèse de cette partie méthodologie.

10.1 Premier niveau d'analyse

Dans cette section, six focales sont abordées. La première est celle du traitement des programmes d'enseignement de l'école élémentaire, qui nous permet d'approcher une première caractérisation de l'*Intentio*. La seconde se rapporte au traitement des fiches de préparation de séances, qui vise à mettre en lumière la structure de la séance telle que chaque enseignant la prévoit. La focale suivante traite du montage vidéo du film de la séance. Celui-ci en effet implique des choix méthodologiques que nous précisons. Nous explicitons ensuite la procédure de traitement des entretiens qui nous permet de repérer des éléments de divers schèmes (buts, anticipations, invariants opératoires, inférences et règles d'action) et de mettre au jour des intentions (I et i). Une cinquième focale est consacrée à la réduction des données et à leur présentation dans différents synopsis (synopsis du prévu et synopsis du réalisé). Nous précisons dans cette focale comment nous adaptons l'outil méthodologique à notre recherche. Enfin, une sixième et dernière focale précise notre méthode de repérage d'incidents critiques et son importance pour la reconstruction des dynamiques intentionnelles.

10.1.1 Analyse des programmes d'enseignement

Cette section ne traite pas directement de l'activité enseignante mais des contraintes institutionnelles qui pèsent sur elle et influencent les choix et décisions professionnelles des enseignants. Désignées sous le terme d'*Intentio*, les contraintes institutionnelles et sociales se caractérisent selon Portugais (1998) à partir de quatre entrées : les contenus à enseigner, les caractéristiques épistémologiques, le fonctionnement de l'enseignement et les injonctions sociales. Nous expliquons ici la méthode employée pour le traitement des programmes scolaires, dans le but de mettre au travail les trois premières entrées qui caractérisent l'aspect institutionnel de l'*Intentio*.

10.1.1.1 Prendre en compte les savoirs

Une fois le premier contact pris avec les enseignants volontaires pour participer à cette recherche, nous nous mettons d'accord avec chacun sur les dates de nos trois rendez-vous et sur le thème qu'ils comptent aborder. Alors, au travers d'une lecture approfondie et critique de ces thèmes dans les programmes d'enseignement scientifique, le chercheur identifie d'une part les attentes institutionnelles sur le thème en question, et d'autre part les points d'appui voire peut-être les ambiguïtés qui peuvent se révéler comme autant de ressources ou de contraintes pour les professeurs des écoles, rarement spécialistes de l'enseignement des sciences. Nous procédons ainsi à une analyse des programmes d'enseignement scientifique et technologique du cycle 2, puis du cycle 3, ce qui nous donne un regard sur l'ensemble des attentes institutionnelles au niveau élémentaire.

Nous considérons ensuite les caractéristiques épistémologiques de l'*Intentio*.

10.1.1.2 Caractéristiques épistémologiques d'I_0

Nous avons souligné dans la première partie de cette thèse les fondements (socio) constructivistes de l'enseignement des sciences et des technologies (§ 1.2, p. 23). Nous cherchons donc ici à repérer si ces fondements s'expriment dans les programmes d'enseignement scientifique, et comment. Pour cela, nous procédons à une analyse lexicale des programmes dans leur ensemble (cycle 2, puis cycle 3) car, comme le soulignent Bisault *et al.* (2009, p. 41) :

> « Les spécificités de l'école primaire en termes de programmes et en termes de formation des enseignants ne permettent pas d'analyser l'enseignement scientifique et technologique indépendamment des autres domaines d'enseignement. »

Pour cette analyse, nous n'utilisons aucun logiciel spécifique, simplement les filtrages habituels permettant une recherche par mots-clés. Pour identifier des références au constructivisme, nous réalisons une première recherche autour des mots : *construire, construction, concepts, modèles*, et procédons à un comptage des occurrences. Nous opérons cependant une distinction selon que les mots apparaissent dans la partie spécifique du programme d'enseignement scientifique, ou dans une autre partie du programme (partie transversale ou autre enseignement). Cette distinction nous permet d'observer si l'épistémologie constructiviste – si elle s'exprime – concerne l'ensemble des programmes d'enseignement ou certains enseignements plus spécifiquement, et notamment pour ce qui nous intéresse, l'enseignement scientifique.

Nous poursuivons de la même manière par une recherche lexicale centrée sur les mots *questionner, questionnement, question(s),* de manière à voir apparaitre la place du questionnement dans les prescriptions institutionnelles. Nous terminons par une recherche lexicale centrée sur les mots *conception(s), représentation(s), concepts spontanés*, de manière à voir apparaitre la place accordée aux conceptions initiales des élèves. Remarquons enfin que nous doublons cette recherche lexicale de plusieurs lectures linéaires des programmes, de manière à identifier (éventuellement) d'autres termes que ceux pris en compte dans nos recherches par mots clés, qui se rapporteraient à ces notions de construction, de questionnement ou de conception/représentation.

Ensuite, de manière à identifier d'éventuelles références socio constructivistes dans les programmes, nous procédons selon la même méthode avec les termes de : *conflit (cognitif ou sociocognitif), confrontation d'idées, échanges contradictoires*, mais aussi : *discussion, dialogue, débat, argumentation, coopération, mutualisation, négociation*.

Nous terminons par une analyse de la place accordée à l'observation et à l'expérimentation dans les programmes d'enseignement scientifique puisque cette place a fait l'objet de nombreux débats scientifiques (§ 1.2, p. 23). Pour cela, nous procédons à une recherche lexicale centrée sur les mots : *observation(s), observé, observateur,* puis centrée sur les mots : *expérience, expérimentale, expérimentation*. Une relecture du contexte de chaque mot avant

le décompte des occurrences nous permet de vérifier que le sens des mots repérés est bien celui d'expérimentation et non celui d'expérience vécue.

Précisons à présent comment nous identifions le positionnement institutionnel relativement au fonctionnement de l'enseignement.

10.1.1.3 Fonctionnement de l'enseignement

Pour caractériser les conditions de fonctionnement de l'enseignement telles qu'elles sont appréhendées par l'institution qui rédige les programmes, nous relisons attentivement ces-derniers à la lumière de trois questions : Qu'est-ce qu'apprendre ? Comment les élèves apprennent-ils ? Comment enseigner ?

Concernant la première question : qu'est-ce qu'apprendre, Larcher et Peterfalvi (2006, p. 828) soulignent que le processus d'apprentissage n'est pas unique et que deux approches peuvent être distinguées. La première va du simple au complexe dans un esprit de progressivité et permet, selon ces auteures, d'apprendre « par capitalisation de pré-acquis et développement de maitrise dans une « zone proximale de développement[47] », avec néanmoins le « risque de ne jamais arriver à des investigations qui suscitent la curiosité ». La seconde se heurte directement à la complexité en opérant par approximations successives. Elle ne vise pas la « maitrise » d'un savoir bien cerné qu'on élargit progressivement mais « peut assurer une culture nécessaire à tout citoyen » (*ibid*.). Pour ces auteures, un apprentissage progressif s'oppose donc, dans une certaine mesure, à un apprentissage se heurtant directement à la complexité. Elles soulignent cependant que c'est sans doute en utilisant ces deux approches que se construisent les connaissances, c'est pourquoi elles jugent utile de distinguer les deux approches. Au regard de ces considérations, nous cherchons à identifier si les programmes d'enseignement privilégient une approche par rapport à l'autre, et si oui, laquelle et comment ? Si non, il s'agit alors d'identifier quelle valorisation est apportée à chaque approche. Enfin, nous relevons les indications apportées par les programmes sur la manière dont les élèves apprennent (construction des connaissances, imitation, répétition…), et sur les conseils ou injonctions explicites à enseigner de telle ou telle manière.

Nous explicitons à présent notre méthode de traitement des fiches de préparation de séance des enseignants.

10.1.2 Traitement des fiches de préparation

Les savoirs en jeu dans une séance d'enseignement sont généralement définis par les prescriptions officielles et formulés par les enseignants en termes d'objectifs à atteindre. La fiche de préparation nous permet donc d'identifier les savoirs en jeu dans la séance tels que

[47] La zone proximale de développement fait référence aux travaux de Vygotski et est définie par Larcher et Peterfalvi (2006, p. 828) comme « ce que l'on sait faire avec aide, puis seul par extension de maitrise. Elle se déplace, s'étend, se rétracte parfois, au cours des apprentissages, tout au long de la vie. »

l'enseignant les (re)formule. Nous qualifions le traitement que nous faisons des fiches de préparation de *lecture approfondie*, plutôt que d'*analyse*, afin d'éviter tout malentendu. En effet, le terme d'analyse renvoie bien souvent à l'analyse *didactique*, or, dans notre cas, l'analyse didactique se situe « après coup, à partir des objets présents dans le système observé » comme Mercier (2008, p. 9) suggère de le faire. En outre, dans les recherches en didactique les *analyse*s de fiches de préparation font généralement référence aux analyses *a priori* (Margolinas, 1992) qui visent à caractériser ce que l'auteure appelle les *possibilités didactiques* de la séance à partir de l'identification des variables didactiques de l'agir enseignant. Notre objectif est différent puisqu'il consiste à comprendre l'organisation de la séance telle qu'elle est prévue par chaque enseignant et à relever les implicites de la préparation afin de personnaliser le guide[48] de l'entretien *ante*-vidéo, sans juger *a priori* des possibilités didactiques de cette séance. Rappelons en effet que l'objectif de l'entretien *ante*-vidéo consiste à la fois à faire clarifier les attentes et les anticipations de l'enseignant à l'échelle de la séance, et à objectiver les premières interprétations ou inférences du chercheur relativement aux buts visés par chaque tâche[49].

Plus concrètement, précisons en quoi consiste cette *lecture approfondie* des fiches de préparation. Nous procédons pour commencer à une réécriture des fiches sous forme de *plans prévus* qui permet de faire ressortir la structure prévue par l'enseignant pour chaque séance. Pour cela, nous identifions les différentes étapes de la séance envisagées par le professeur. Notre analyse de ce déroulement prévu repose alors sur le concept de tâche, la tâche pouvant se définir comme ce qu'il y a à faire (Leplat, 1997) ou encore comme « *un but donné dans des conditions déterminées* » (Leontiev, 1972, p. 96). Nous relevons ainsi chaque tâche que l'enseignant prévoit d'assigner aux élèves (tâche prescrite) et nous nous demandons systématiquement quel est le but de ce dernier, c'est-à-dire quel est l'état final visé. Remarquons que pour un but défini, l'enseignant peut envisager de prescrire aux élèves une ou plusieurs tâches correspondant à autant de sous-buts. Cette organisation hiérarchisée correspond à ce que nous appelons la structure de la séance. Nous repérons donc ces tâches et les formes de travail qui leurs sont associées (collectif, individuel, par groupes, oral, écrit).

Nous identifions également la situation de départ imaginée pour la séance ainsi que le type de problème soumis aux élèves. Pour cela, à l'instar de Mathé *et al.* (2008), nous regardons si les problèmes ont plutôt un caractère théorique (mise en relation de deux concepts, interprétation d'un phénomène) ou technique (mise au point d'un protocole ou d'un dispositif permettant d'obtenir un résultat souhaité). Nous observons enfin si les fiches de préparation donnent des indications sur les anticipations des enseignants. Par *anticipations*, nous entendons d'une part les *anticipations des résultats de leur activité* sur les élèves (réponses, difficultés, réactions…), d'autre part les *anticipations de leur propre activité enseignante* en réponse à l'activité (anticipée) des élèves.

[48] Du moins dans sa partie relative à la séance prévue (§ 9.2.1.2, p. 114).
[49] Il s'agit des tâches que l'enseignant prévoit de prescrire aux élèves.

Cette réécriture permet de centrer notre attention à la fois sur les contenus à enseigner-faire apprendre, sur les modalités de travail envisagées, sur la prise en compte des caractéristiques des élèves et sur le matériel mobilisé, afin d'être plus vigilants aux écarts réalisés en situation d'enseignement car ce sont ces écarts qui vont nous permettre d'identifier les régulations opérées par l'enseignant en situation de classe. Précisons que ces premiers éléments sont ensuite complétés et/ou modifiés à partir des commentaires réalisés par les enseignants lors des entretiens *ante* vidéo.

Les Figure 12 (p. 129) et Figure 13 (p. 130) exemplifient ce travail. La figure 12 est une reproduction du plan prévu par P3, tel que nous l'avons réécrit (annexe 4). Nous y ajoutons différentes lettres majuscules et surlignages pour repérer les données extraites de la fiche de préparation de P3 (annexe 3 P3). Celle-ci est reproduite figure 13, et les données extraites y sont repérées avec les mêmes couleurs de surlignage et les mêmes lettres indicatives : en jaune le titre (repéré par la lettre T) et le but principal de la séance (repéré par la lettre B), en bleu les différentes phases de la séance (repérées par les codes Ph1 pour la phase 1, Ph2 pour la phase 2 et Ph3 pour la phase 3), en vert les anticipations de P3 (repérées avec la lettre *A*).

P3 : Plan de séance Prévu

T

B *Niveau de classe :* CM1-CM2 *Titre :* La matière : Changement d'état

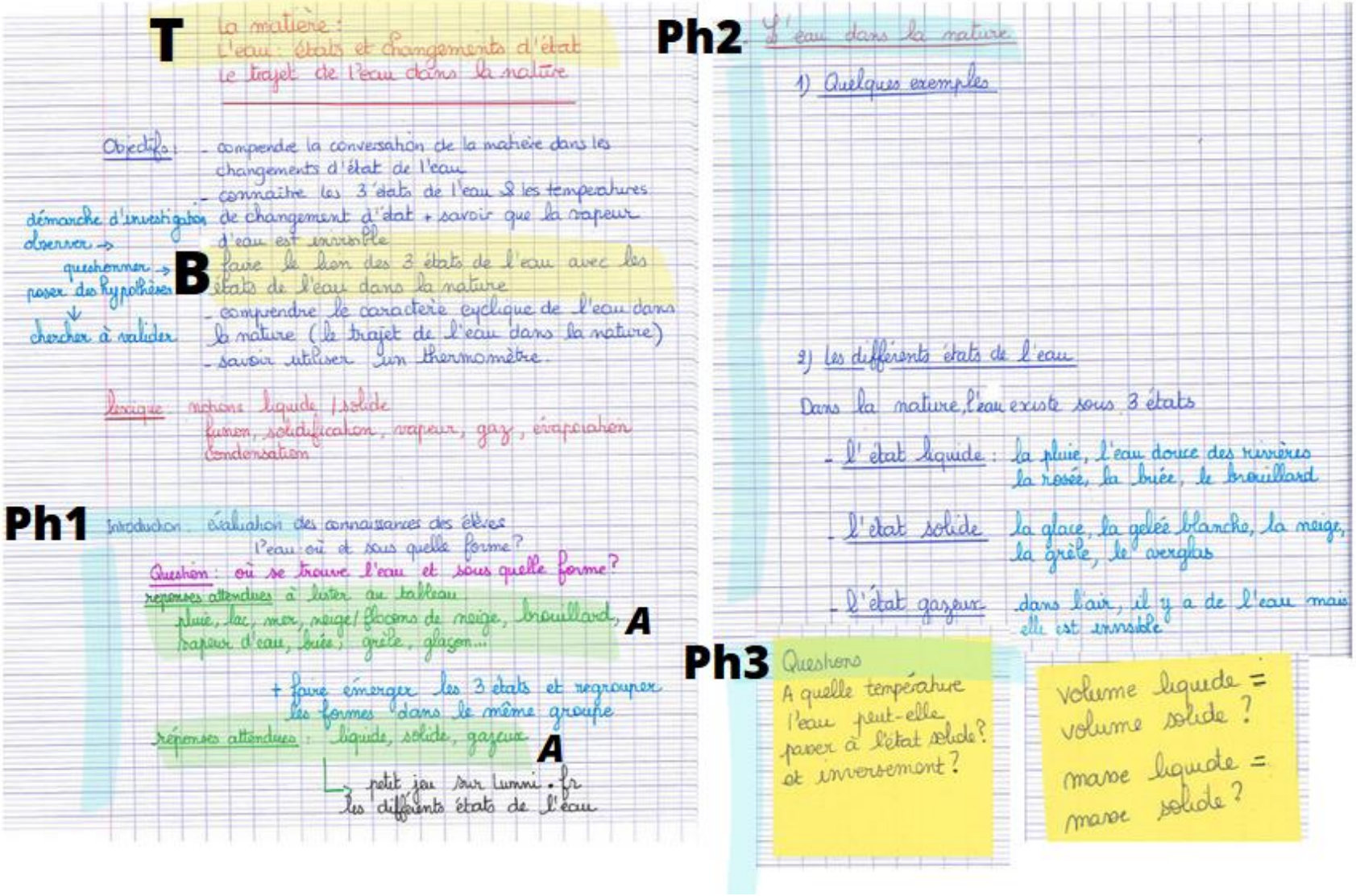
But principal de la séance : faire le lien des 3 états de l'eau avec les états de l'eau dans la nature

	Phases/buts	tâche prescrite aux élèves	modalités de travail	anticipations A
Ph1	Phase d'introduction : But : évaluer les connaissances des élèves	-exprimer son avis (ses connaissances)	non renseigné	réponses attendues : pluie, lac, mer, neige, flocon de neige, brouillard, vapeur d'eau, buée, grêle , glaçon ...
Ph2	Phase 1 – Trace écrite : But : rappeler les trois états de l'eau et copier une définition assortie d'exemples	-participer à la rédaction de la trace écrite	coll oral/écrit	« alors les exemples ça c'est EUX qui me les donneront+ et puis arriver donc à la définition en fait des trois états liquide solide gazeux+ et puis en mettant des petits exemples devant quoi+ » (P3 EA 14)
Ph3	Phase 2 – Se questionner : But : faire émerger des questions pour organiser la suite de la séquence	non renseigné, seuls des post-it avec des questions figurent sur la préparation	non renseigné	« et après pfuit <bruit de bouche> c'est là que j'aimerais bien qu'on arrive à se poser des questions+ [...]++par exemple à quelle température l' eau peut-elle passer à l'état solide et inversement [+ autres questions anticipées] j'espère qu'ils vont se poser des questions + » (P3 EA 14)

Situation de départ : tri des propositions des élèves

Type de problème : selon les critères de *Mathé et al. 2008*, on ne reconnait ici ni problème théorique, ni problème technique.

Figure 12 : Réécriture par le chercheur du Plan de séance prévu de P3



T

La matière :
L'eau : états et changements d'état
Le trajet de l'eau dans la nature

Objectifs : - comprendre la conversation de la matière dans les changements d'état de l'eau
- connaître les 3 états de l'eau & les températures de changement d'état + savoir que la vapeur d'eau est invisible
- faire le lien des 3 états de l'eau avec les états de l'eau dans la nature
- comprendre le caractère cyclique de l'eau dans la nature (le trajet de l'eau dans la nature)
- savoir utiliser un thermomètre.

démarche d'investigation
observer →
questionner →
poser des hypothèses
↓
chercher à valider

B

Lexique : notions liquide / solide
fumer, solidification, vapeur, gaz, évaporation
condensation

Ph1

Introduction : évaluation des connaissances des élèves
l'eau où et sous quelle forme ?
Question : où se trouve l'eau et sous quelle forme ?
réponses attendues à lister au tableau
pluie, lac, mer, neige / flocons de neige, brouillard, vapeur d'eau, buée, grêle, glaçon...

A

+ faire émerger les 3 états et regrouper les formes dans le même groupe
réponses attendues : liquide, solide, gazeux

A

→ petit jeu sur lumni.fr
les différents états de l'eau

Ph2

L'eau dans la nature

1) Quelques exemples

2) Les différents états de l'eau

Dans la nature, l'eau existe sous 3 états
- l'état liquide : la pluie, l'eau douce des rivières, la rosée, la buée, le brouillard
- l'état solide : la glace, la gelée blanche, la neige, la grêle, le verglas
- l'état gazeux : dans l'air, il y a de l'eau mais elle est invisible

Ph3

Questions
A quelle température l'eau peut-elle passer à l'état solide ? et inversement ?

Volume liquide = volume solide ?
Masse liquide = masse solide ?

Figure 13 : Surlignage pour extraction de données de la fiche de préparation de P3

Décrivons à présent les choix méthodologiques opérés pour réaliser le montage du film de la séance.

10.1.3 Montage de la vidéo de la séance

Nous avons présenté précédemment (§ 9.1.1, p. 109) les contraintes techniques prises en compte pour le recueil de données en situation de classe (nombre de caméras, placement, prise de son). À l'issue du recueil audio-vidéo nous nous retrouvons donc avec une quantité de matériaux importante puisque nous disposons, pour chaque étude de cas, des enregistrements des deux caméras, auxquels s'ajoute la bande son captée par le micro-cravate. Procéder au montage du film de chaque séance implique donc une première étape de traitement des données et notamment de réduction des données audio-visuelles. Ce montage doit être réalisé avant l'entretien *d'autoconfrontation explicitante* qui nécessite de s'appuyer sur un matériau de remise en situation de qualité. Remarquons que ce chevauchement de la collecte et de l'analyse des données est assez classique dans une enquête qualitative de terrain, et Paillé et Mucchielli (2021, p. 28) soulignent qu'« idéalement, […], quelques entretiens ou observations ont lieu, puis une première analyse des matériaux recueillis est réalisée, laquelle fournit de nouvelles pistes pour les entretiens ou les observations à venir, et ainsi de suite. »

Nous réalisons donc un montage vidéo à partir de ces trois sources de matériaux, à l'aide du logiciel Hitfilm Express[50] (FXhome, 2019). Ce logiciel permet d'importer en parallèle plusieurs pistes d'image ou de son. La base de notre montage est la vidéo de la caméra en plan large fixe qui donne une vision d'ensemble de la classe et des différents acteurs (exemples ci-dessous : Figure 14).

[50] Logiciel libre de droits.

Figure 14 : P3 et P4 en plan large

Puis, quand nous repérons des gestes ou expressions de l'enseignant, verbales ou non, qui nécessiteront peut-être des précisions (sourcils froncés, tête penchée, phrase interrompue…), nous basculons sur le plan rapproché des vidéos de la caméra mobile (exemples ci-dessous : Figure 15).

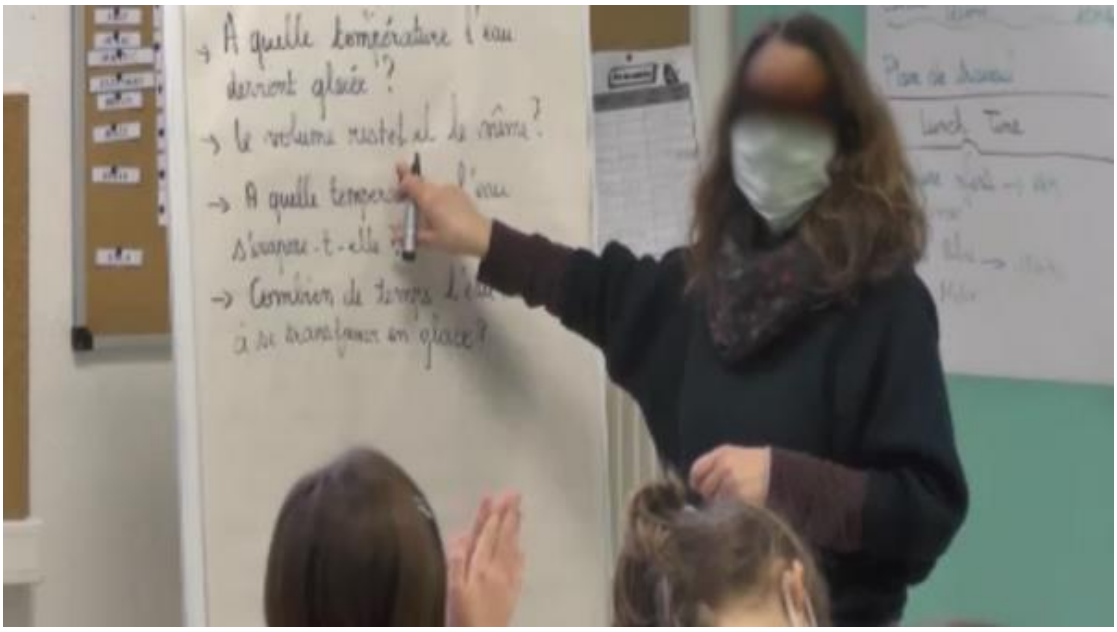


Figure 15 : P3 et P4 en plan rapproché

Enfin, il arrive que nous trouvions un intérêt à voir à la fois l'enseignant en plan rapproché pour voir précisément ses gestes et expressions faciales, et la classe dans son ensemble, pour bien situer l'enseignant dans son environnement (où il se trouve, quelles réactions des élèves…). Nous incrustons alors, comme le suggèrent Veillard et Coppé (2009), un médaillon du plan rapproché sur l'image de la caméra fixe (exemples ci-dessous : figure 16).

Figure 16 : P3 et P4 en médaillon

Concernant le son, c'est celui du micro-cravate qui est choisi comme base de notre montage car il permet d'entendre plus distinctement l'enseignant. Cependant, quand nous considérons que le rapport d'intensité entre les paroles de l'enseignant et celles des élèves est déséquilibré, notamment quand l'enseignant s'adresse à la classe entière, nous coupons au montage le son du micro-cravate pour basculer sur celui d'une des caméras (nous gardons la piste la plus audible). Grâce à la fonction équaliseur du logiciel nous lissons ensuite les volumes des différents découpages sur l'ensemble de la vidéo.

Ce travail de montage permet donc une première réduction des données audio-visuelles captées au cours de la séance. Ainsi, tout en permettant d'observer l'enseignant dans l'environnement de sa classe afin de l'aider à se remémorer les indices qu'il perçoit *in situ*, nous orientons le regard de l'observateur sur l'enseignant et son environnement restreint dès lors que les interactions auxquelles ce dernier prend part ont lieu au sein de petits groupes de travail. Les seuls gros plans sur l'enseignant que nous incrustons dans le montage vidéo sont ceux qui donnent à voir une expression particulière sur son visage (froncement de sourcils, hésitations, interrogations…) ou des gestes spécifiques qui pourront par la suite faire l'objet d'une analyse plus fine.

La réalisation de ce montage se montre également très utile pour l'appropriation de la séance par le chercheur et l'identification d'écarts entre ce que l'enseignant prévoyait de faire (relativement à ce qu'il annonçait lors de l'entretien *ante*-vidéo) et ce qu'il fait effectivement. La réalisation du film de la séance nous donne en outre l'occasion de repérer des évènements qu'il nous semble intéressant de questionner au cours de l'entretien d'autoconfrontation explicitante, dont il est le support. En termes de méthodologie cependant, nous ne pouvons que constater que tous les évènements que nous repérons ne pourront être abordés au cours

de l'entretien. L'idée consiste à nous donner des points de repères pour pouvoir réagir aux verbalisations de l'enseignant interviewé et repérer quelques moments clés (incidents critiques § 10.1.6, p. 148) sur lesquels nous ferons prioritairement porter les échanges.

Terminons cette section par deux remarques. La première est d'ordre méthodologique et interroge les choix réalisés. En effet, l'usage des deux caméras tel que nous le proposons semble relativement classique dans les recherches en didactique (Veillard & Tiberghien, 2013). Notons cependant que le point de vue offert par le film est celui d'un observateur extérieur, or, pour faciliter davantage encore la remise en situation de l'enseignant, il aurait sans doute été pertinent de réfléchir à un système de captation de l'image situé au niveau des yeux de l'enseignant (par exemple une micro-caméra fixée sur des lunettes). Ainsi le point de vue du montage serait beaucoup plus proche du point de vue de l'enseignant *in situ*. La deuxième remarque est pragmatique et se rapporte à la transcription du film de la séance. Nous ne disposons que de quelques jours entre la captation audio-visuelle et l'entretien *post*-vidéo et ce temps est essentiellement consacré à la réalisation du film de la séance et du repérage d'évènements à questionner. De ce fait, nous ne réalisons que des transcripts partiels de la vidéo dans l'optique de nous remémorer rapidement le contexte d'un évènement au cours des échanges et y revenir plus facilement. Ces transcripts partiels sont ensuite complétés selon les besoins de l'analyse. Les normes de transcriptions utilisées sont celles définies par Vion (2000).

Abordons à présent notre méthode de traitement des entretiens.

10.1.4 Traitement des entretiens avec le logiciel Sonal

Dans cette section nous expliquons comment nous analysons les propos des enseignants. Précisons à l'instar de Laks et Neschke-Hentschke (2008, p. 46) que nous visons ici à « comprendre le discours non comme un phénomène linguistique – ce qui revient à une analyse du discours – mais comme évènement intellectuel qui vise un sens et une vérité théorique ou pratique ». Au travers des entretiens, nous cherchons donc à saisir des propos ou des phénomènes, en les reportant dans des catégories[51], afin de pouvoir les mettre ensuite en relation et faire émerger des significations.

10.1.4.1 Grille de lecture des entretiens

Pour analyser les entretiens, nous recourrons tout d'abord à un procédé de *marquage*. Pour cela, nous prenons en main le logiciel Sonal[52] (Alber, 2013) qui permet de travailler directement sur des bandes sonores issues d'enregistrements audio ou vidéo. Nous constituons alors un corpus regroupant l'ensemble des entretiens réalisés et procédons à un marquage de chaque bande, ou pour être plus précis, à un surlignage ou découpage de ces

[51] Constituées par le chercheur au fur et à mesure de son analyse.
[52] Logiciel libre

bandes selon une grille de lecture (Figure 17, p. 138) que nous construisons au préalable de l'analyse, et qui se trouve affinée au fur et à mesure de nos écoutes et au regard de notre première question de recherche. Rappelons que cette question consiste à comprendre le rôle joué par le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'ESFI (§ 7.2, p. 92). La grille de lecture des entretiens est composée de quatre catégories (elles-mêmes divisées en sous-catégories).

Avant de préciser ces catégories, soulignons que Paillé et Mucchielli (2021, p. 22) marquent une distinction entre *catégorie* et *rubrique* en référence à « la tradition d'analyse qualitative » et plus particulièrement à la théorie ancrée (Glaser & Strauss, 1967, 2017). Selon cette approche, la *catégorie* renvoie « de façon précise, à la *désignation substantive d'un phénomène* apparaissant dans l'extrait du corpus analysé ». La catégorie se distingue donc de la *rubrique* qui, elle, recouvre un sens plus générique et joue davantage le rôle d'étiquette descriptive. Pour ne pas multiplier les termes nous utilisons uniquement le terme de *catégorie*, tout en précisant que dans notre analyse certaines catégories pourraient être qualifiées de *rubriques* puisqu'elles correspondent à des étiquettes génériques, alors que d'autres jouent davantage le rôle de *catégories conceptualisantes* (Paillé & Mucchielli, 2021, p. 360) puisqu'elles désignent « [des] phénomène[s] perceptible[s] au travers d'une lecture conceptuelle [du] matériau de recherche ».

Comme il nous importe de mettre au jour le rôle du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, nous définissons quatre catégories dans notre grille de lecture des entretiens : les *éléments de schèmes*, les *éléments d'intentions*, les éléments relatifs à *l'expérience/l'expertise* des enseignants et enfin une catégorie *autre* qui recouvre tous les passages des entretiens qui ne correspondent pas aux trois premières catégories (éléments de contextualisation, visionnages d'extraits vidéos, interruptions de l'entretien ou éléments *a priori* de moindre importance comme des digressions ou les éléments de contractualisation). Précisons que le marquage *moindre intérêt* ne se veut pas péjoratif, c'est simplement que l'extrait est de moindre intérêt relativement à la question de recherche mentionnée. Par exemple, l'extrait ci-dessous provenant de l'entretien *post*-vidéo de P3 n'apporte pas d'information directement exploitable pour traiter cette question, ce qui ne l'empêche pas de nous faire réfléchir sur notre méthodologie[53]. Cet exemple correspond à l'extrait 124 de l'entretien dont le time-code est indiqué à droite du numéro de l'extrait. Le marquage de la sous-catégorie apparait entre crochets. Les conventions de transcription sont celles de Vion (2000) (Annexe 6).

> P3 124 - 58:49 > 1:00:19 [moindre intérêt]
> […]
> [>Question?]: est-ce que toi tu vois autre chose que tu aurais aimé me partager'
> [>P3]: ben je pense qu'on a fait déjà un bon décorticage++

[53] Cf. la remarque d'ordre méthodologique formulée au § 10.1.3, p. 131

[>P3]: c'est vraiment intéressant de voir le film, ça permet de voir les enfants aussi d'une autre/ de l'arrière ça on le voit jamais

La catégorie expérience/expertise recouvre quant à elle tous les éléments d'entretiens portant sur l'expérience de l'enseignant, ses commentaires sur les ressources, l'expression de ses connaissances relativement au savoir en jeu dans la séance qu'il nous présente, les passages qui témoignent d'un retour sur son expérience passée, mais également les passages où l'enseignant émet un jugement sur son activité réalisée ou suggère des améliorations. L'exemple ci-dessous illustre cette catégorie. Il correspond à l'extrait 53 de l'entretien *post*-vidéo de P4. L'indication « Tag » correspond au mot clé[54] que nous associons à l'extrait pour le retrouver rapidement si nous le souhaitons.

53 - 23:49 > 24:45 [Retour sur expérience]
Tag(s): G2R,
la seule fois où je me suis intéressé vraiment aux sciences et de manière approfondie c'était quand on avait fait le groupe de recherche et que je/ sur les engrenages là + où là/ et pis d'ailleurs j'étais pas fier parce que le <rire> j'avais l'impression d'être le/ tellement novice+ et pis tellement mal outillé sur des concepts scientifiques que ça m'avait vraiment euh :: j'étais/ j'y allais euh : un peu craintif++ et en fait ça m'a :: a posteriori je m'en rappelle euh :: de ce moment-là +comme d'une vraie expérience pédagogique++ parce que ya c'était très intéressant de euh :: de se questionner ensemble même sur une séance+ de décortiquer+ pis je l'ai refaite après euh : perso et euh : ça m'a beaucoup plu++

Les deux autres catégories (éléments de schèmes et éléments d'intentions) représentent pour nous davantage des catégories *conceptualisantes*, c'est-à-dire qu'elles se réfèrent plus spécifiquement à des concepts théorisés, en particulier la catégorie « éléments de schèmes ». Pour notre recherche, nous déclinons donc cette catégorie en sous-catégories correspondant aux six composantes des schèmes décrites par Jameau (§ 4.3.1, p. 64) : les buts (état final visé), les invariants opératoires (ce que l'enseignant considère vrai ou juge pertinent pour agir), les indices (réponse élève, verbale ou non, qui déclenche l'agir de l'enseignant), les anticipations (ce à quoi l'enseignant s'attend ou s'attendait), les règles d'action (relatives aux verbes d'action mentionnés), et les inférences (relatives à ce que l'enseignant projette sur le raisonnement des élèves, c'est à dire ce qu'il pense que les élèves pensent, ou ce qu'il pense que les élèves savent ou ne savent pas). L'exemple ci-dessous, extrait 32 de l'entretien *post*-vidéo de P0, illustre le marquage d'une inférence de P0. Il s'agit d'extrait dans lequel l'enseignante décrit un moment de son activité où elle fait préciser le vocabulaire (réfrigérateur, congélateur), et l'on comprend l'importance qu'elle y accorde particulièrement en situation, quand elle prend l'exemple d'une élève de la classe qu'elle pointe du doigt sur la vidéo en disant « elle » et infère, du fait que celle-ci vient des Comores, qu'un tel objet ne fait peut-être pas partie du quotidien de l'élève.

[54] Nous précisons l'intérêt de cette entrée par thèmes (ou tag) à la fin de cette section.

32 - 10:13 > 10:20 [inférence]
Tag(s): congélateur, connaissance des élèves,
est-ce que ils ont tous vu des congélateurs ce genre de choses c'est pas évident : euh elle elle vient des Comores là : euh :: Là en CP euh : c'est pas DU tout évident +

Pour les éléments d'intention enfin, c'est au fur et à mesure de nos écoutes des entretiens que nous précisons et nommons chaque catégorie d'intention pour faire progresser notre analyse. Cet affinage et la stabilisation de ces sous-catégories d'éléments d'intentions se réalise donc tout au long du traitement des entretiens et demande au chercheur un travail de conceptualisation comme nous l'expliquons et l'exemplifions dans la partie résultats (§ 14.2.1, p. 216). En effet, et à notre connaissance, aucun cadre préexistant n'a identifié auparavant, et *de cette manière,* les éléments d'intention des professeurs. La Figure 17figure 17 (ci-dessous) résume les quatre catégories (et sous-catégories) que nous avons stabilisées au cours de notre analyse.

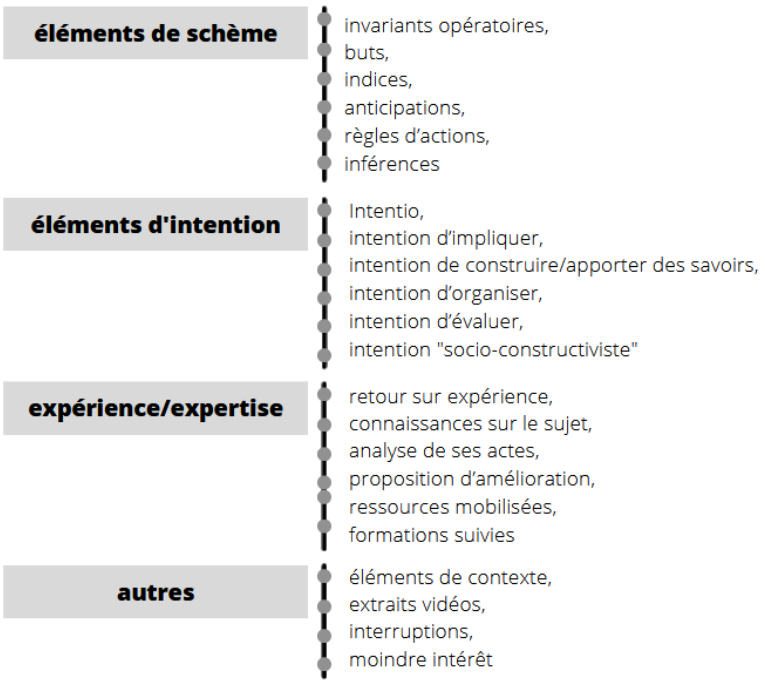


Figure 17 : Grille stabilisée pour le marquage des entretiens

L'annexe 5 est une version à la fois synthétique et plus détaillée de cette grille de marquage des entretiens. C'est cette version que nous avons présentée à des observateurs extérieurs dans l'optique de réaliser une *data session*[55]. Ce temps de travail réalisé courant octobre 2021 visait l'analyse par chaque observateur d'un même extrait d'entretien, avec pour outillage cette grille de marquage, dans le but de mettre celle-ci à l'épreuve et éventuellement de la

[55] Session de travail en équipe portant sur une analyse des données.

préciser. Ce test en double aveugle nous assure d'une certaine robustesse de la grille avant de l'appliquer à l'ensemble du corpus des entretiens.

10.1.4.2 Aperçu du marquage des entretiens recueillis

La Figure 18 (p. 139) donne un aperçu des marquages réalisés à partir de la grille de lecture présentée ci-dessus. À gauche figurent verticalement les codages des entretiens inscrits dans le corpus (P0 EA, P0 EP, cf. § 9.3, p. 120). Chaque bande colorée horizontale correspond à la représentation graphique d'un entretien. Chaque couleur correspond à une sous-rubrique, à la manière d'un surlignage.

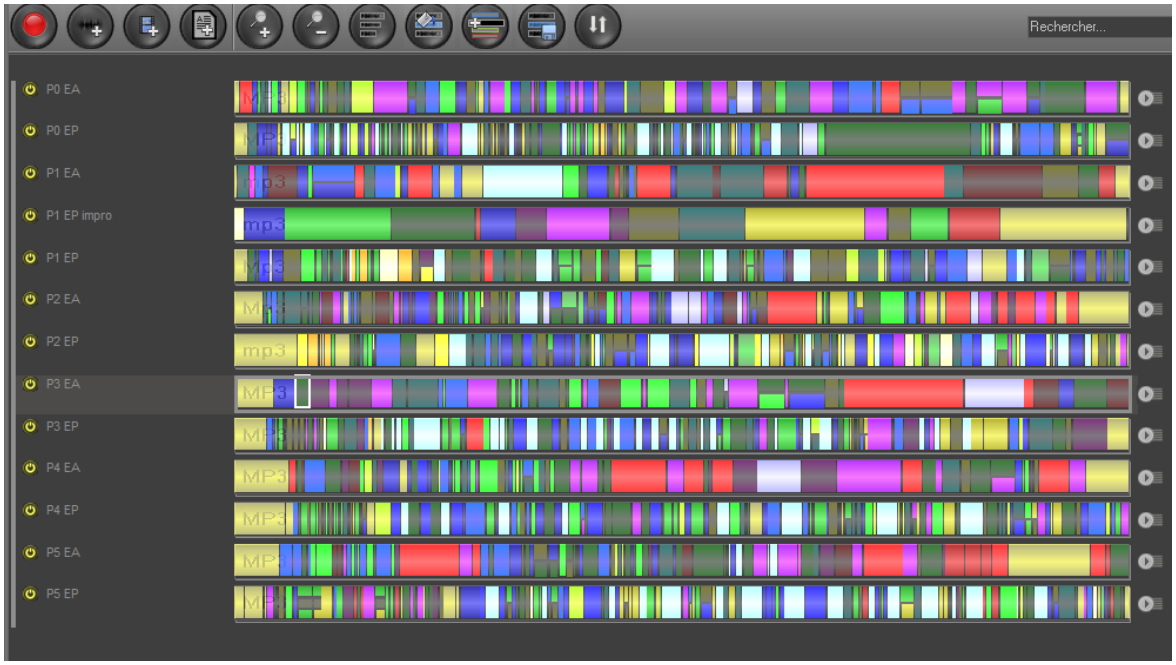


Figure 18 : Aperçu du marquage des entretiens

L'avantage que nous trouvons à travailler directement sur les bandes sonores consiste à découper directement celles-ci en extraits pour ensuite réaliser les transcriptions utiles à l'analyse, au lieu d'attendre de retranscrire tous les entretiens pour ensuite coder le texte.

10.1.4.3 Aperçu d'un tri

Tous les entretiens du corpus sont ainsi découpés ce qui permet ensuite de parcourir rapidement le corpus pour procéder par exemple à un tri qui vise à inventorier tous les extraits relatifs à une ou plusieurs catégories spécifiques. Par exemple, un tri des éléments de schèmes ne rend visibles que ces éléments comme le montre la Figure 19 ci-dessous.

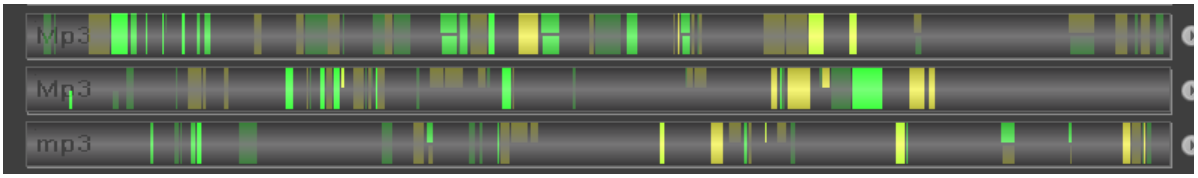


Figure 19 : Tri de la catégorie "éléments de schèmes" de trois entretiens

Chaque couleur de ce dégradé de verts correspond à une sous-catégorie (but, indice, anticipation…). Remarquons que certaines zones sont fractionnées en plusieurs couleurs. Cela indique que plusieurs éléments sont identifiés dans le même extrait.

10.1.4.4 Superposition de différentes sous-catégories

Lorsque nous sélectionnons un entretien, une zone de travail s'ouvre. La représentation graphique de l'entretien apparait en haut de cette zone de travail. Lorsque nous cliquons sur un extrait de cette représentation graphique nous voyons apparaitre sur une bande plus large située en dessous, le déroulé de l'extrait, avec une superposition des couleurs correspondant aux éléments de schèmes identifiés. Dans la partie basse de l'écran apparait la transcription de l'extrait. Sur la Figure 20 ci-dessous, par exemple, l'extrait entouré comporte trois couleurs car nous y avons identifié à la fois un élément *indice*, un élément *inférence* et un élément *règle d'action*. Ces éléments se trouvant dans une même phrase, ou s'imbriquant les uns dans les autres dans le discours de l'enseignant, nous avons fait le choix d'associer à l'extrait plusieurs catégories plutôt que de sectionner le discours au point d'en perdre la construction qui le rend compréhensible.

Figure 20 : Superposition des sous-catégories « indices, inférences, règles d'action ».

À partir de ces découpages, le chercheur peut donc repérer des éléments qui se chevauchent et accéder par simple clic à leur écoute et au transcript réalisé en parallèle du marquage des entretiens. Il peut également extraire l'ensemble des extraits de transcripts correspondant à chaque tri réalisé. Le puissant système de filtres du logiciel permet ainsi de réaliser rapidement des inventaires, des découpages, et des rapprochements de données. Le but consiste à faciliter l'analyse qualitative à partir d'une ou plusieurs catégories ou à partir d'une *thématique*, comme nous l'expliquons à présent.

10.1.4.5 Précision des thèmes et pondération

Une fois les entretiens ainsi marqués et transcrits, une écoute plus approfondie nous permet de préciser *les thèmes* qui sont abordés dans chaque extrait. Contrairement à la catégorie, le thème donne des indications sur la teneur des propos tenus dans chaque extrait. Dans Sonal, l'ajout de mots clés (Tags) nous permet par la suite de recouper des extraits par thèmes ou de repérer des éléments récurrents puisque l'on peut également procéder à un inventaire par thème. Sonal offre en outre la possibilité de pondérer des passages de transcripts, c'est à dire de repérer certains passages qui semblent particulièrement importants au chercheur (échelle de pondération allant de de 1 à 5).

10.1.4.6 Conclusion

La Figure 21 ci-dessous montre la capture d'écran d'une analyse en cours afin de résumer les informations disponibles dans la zone de travail.

Figure 21 : Capture d'écran d'une analyse en cours avec le logiciel Sonal.

Sur cette figure apparait donc le marquage général de la bande sonore (ligne horizontale colorée en haut de l'écran) ainsi qu'un agrandissement de cette bande (zoom) qui défile de manière synchronisée avec la lecture de la bande sonore. Au cours de la transcription, le chercheur peut insérer des *balises* à n'importe quel endroit du transcript. Ces balises permettent d'indiquer quelques mots sur le zoom du marquage afin de se repérer rapidement sur la bande sonore pour retrouver/réécouter un passage par exemple. Nous avons signalé quelques-unes de ces balises sur la Figure 21 ci-dessus, ce sont des petits triangles blancs qui

apparaissent à la fois dans la partie agrandie (zoomée) du marquage de l'entretien et dans le transcript qui apparait dans la partie basse de l'écran. Dans la zone de transcript, apparaissent en bleu les thématiques indiquées par le chercheur et modifiables à tout moment de l'analyse, et en gras les éléments pondérés.

Présentons à présent les outils méthodologiques utilisés pour réduire, condenser, et présenter ces données afin d'en faire émerger des significations.

10.1.5 Réduire, condenser et présenter les données

Rappelons que notre recherche vise la reconstruction des *dynamiques* intentionnelles des enseignants, or Dumez (2010, p. 50) souligne que « dans l'étude des dynamiques, une description de l'état initial et une description de l'état final sont nécessaires pour établir avec précision ce qui a changé et ce qui est resté à l'identique. » Deux synopsis – un *synopsis du prévu* et un *synopsis du réalisé* – nous permettent ainsi de mettre au jour les écarts entre la séance initialement prévue par l'enseignant et la séance finalement réalisée, dans l'optique de reconstruire les dynamiques intentionnelles des enseignants de notre espace de cas. Dans cette section, nous abordons tout d'abord les finalités de l'outil *synopsis.* Nous expliquons ensuite à travers quelques exemples comment nous adaptons cet outil à notre recherche en précisant les éléments de description retenus pour réaliser chacun de ces synopsis. Nous soulignons pour terminer comment la comparaison des synopsis nous amène à identifier des incidents critiques sur lesquels nous nous focaliserons ensuite pour reconstruire les dynamiques intentionnelles des enseignants.

10.1.5.1 Le synopsis, un outil méthodologique

De nombreux travaux en didactique s'emparent du concept de *vue synoptique*[56] pour développer l'outil méthodologique qu'est le *synopsis* (Ash, 2007 ; Blaser, 2009 ; Leinhard & Steele, 2005 ; Schneuwly *et al.,* 2006 ; Schubauer-Léoni *et al.,* 2007 ; Sensevy, 2009). L'objectif que se donnent les chercheurs au travers de l'utilisation de cet outil n'est pas toujours le même. Certains y recourent pour analyser l'objet enseigné (p. ex. Schneuwly *et al.,* 2006), d'autres pour analyser plus spécifiquement les pratiques enseignantes (Blaser, 2009) ou bien pour clarifier une pratique donnée (Lefeuvre, 2018 ; Sensevy, 2009) ou encore pour étudier le rapport à la culture dans les pratiques enseignantes (Falardeau & Simard, 2011). Toutefois, et quel que soit l'objectif visé, la fonction du synopsis est la même : extraire des informations essentielles de séquences d'enseignement filmées ou de leurs transcriptions sur la base de critères définis, et procéder à la réduction des éléments extraits en fonction des objectifs de la recherche (Blaser, 2009, p. 119). Cet outil permet donc de répondre aux trois étapes jugées comme nécessaires par Miles et Huberman (2003, p. 2) pour faire ressortir l'essentiel des

[56] Concept que Sensevy rapproche de celui d'*Übersicht* utilisé par Wittgenstein (Sensevy, 2011, p. 249).

données dans une analyse qualitative, à savoir : réduire, condenser et présenter les données pour faciliter leur analyse.

Il convient alors, tout en gardant une visée holistique, de commencer par définir ce sur quoi doivent porter les descriptions. Cette étape essentielle n'en demeure pas moins délicate, car, comme le précise Dumez (2010, p. 36), les descriptions réalisées au travers d'une analyse qualitative peuvent « s'étendre ou se réduire, se gonfler ou se dégonfler » faisant par moments perdre des éléments de compréhension essentiels, et faisant à d'autres moments revenir l'accent précisément sur l'essentiel.

Sensevy (2011, p. 254) souligne que le principe synoptique réside dans le « rapprochement des faits ». Rapprochement qui peut se réaliser selon deux axes : un axe « vertical » (ou diachronique précise l'auteur) qui correspond à des faits qui se déroulent dans une même classe au cours d'une séance ou d'une séquence, et un axe « horizontal » qui permet une comparaison entre deux classes. Dans notre recherche ce sont deux synopsis que nous prévoyons de réaliser. D'une part, pour pouvoir comparer le prévu et le réalisé chez un même enseignant, comme Jameau (2012) nous invite à le faire, d'autre part, pour pouvoir comparer les pratiques entre différents cas de notre espace de cas. Nous appelons *synopsis du prévu* le tableau synoptique[57] de la séance prévue, et nous le construisons essentiellement à partir de la fiche de préparation de l'enseignant et des précisions que ce dernier apporte au cours de l'entretien *ante*-vidéo (§ 9.2.1, p. 114). *Nous appelons synopsis du réalisé* le synopsis de la séance réalisée. Celui-ci va bien au-delà du tableau synoptique réalisé pour décrire la séance prévue comme nous allons l'expliquer (§ 10.1.5.3, p. 146).

La première étape de la réalisation de ces synopsis consiste à découper la séance, afin de mettre en évidence les différentes tâches dédiées aux élèves (tâches prescrites pour le *synopsis du prévu* et tâches effectives pour le *synopsis du réalisé*). Nous précisons alors (ou inférons) pour chaque tâche identifiée, le but visé (état final) et l'intention dont ce but semble être l'objet (impliquer, organiser…). Pour chaque tâche identifiée, nous réalisons ensuite une courte narration qui décrit le déroulé de l'activité de classe, au plus près du vocabulaire utilisé par l'enseignant dans sa fiche de préparation et/ou au cours des entretiens. Le Tableau 4**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** (p. 144) en propose une illustration.

[57] Le tableau synoptique se rapproche davantage d'un *scénario* tel qu'on le conçoit dans le langage cinématographique (Journot, 2019). Nous l'appelons tout de même *synopsis*, même s'il n'est pas un *synopsis d'action* tel qu'on le trouve défini en Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (Sensevy, 2011, p. 251).

repérage des phases de la séance relativement aux tâches prescrites aux élèves

Synopsis séance réalisée – P1- CM2

	Déroulement de la séance (remarque d'ordre matériel)	tâche	Attendu = but	intentions
Phase 1 : introduction	00 :00 :05 M. annonce ce qui va être travaillé « les propriétés de la matière » 00 :00 :15 des élèves rappellent ce qu'ils savent sur la matière 00 :01 :01 M attire l'attention sur le terme « propriété » et ce qui a été vu lors de la précédente leçon	- remobiliser ses connaissances (différents types de matériaux, différents états), intérêt de connaitre les propriétés de la matière	-rappeler ce qui a été vu sur la matière	-réactiver les savoirs de la leçon précédente pour centrer l'attention ? -donner la parole aux élèves pour les impliquer ?
Phase 2 :	00 :01 :51 M demande de sortir	-partager oralement son travail	-se mettre d'accord sur la signification des mots	-pour élargir les connaissances

Time code et narration factuelle (les guillemets indiquent les mots de l'enseignant)

inférences du chercheur à confirmer, infirmer, préciser en entretien

Tableau 4 : Premier synopsis

De cette manière nous condensons les données et en proposons une réduction puisque la narration effectuée exclut de fait certains éléments de la description. Des repères sont cependant indiqués dans le synopsis pour laisser la possibilité au chercheur, si le besoin s'en fait sentir, de retrouver facilement un élément précis dans les données primaires afin de le réintroduire dans des descriptions ultérieures comme le suggère Dumez (2010) (p. ex. repères temporels de la vidéo du type *00 :02 :35* qui renvoient au time-code du montage vidéo de la séance, phrases de l'enseignant notées entre guillemets pour ne pas les confondre avec la narration du chercheur).

Les allers-retours successifs entre les analyses et les données nous amènent à construire plusieurs versions des synopsis (en particulier du synopsis du réalisé). Les sections suivantes en retracent quelques étapes.

10.1.5.2 Le synopsis du prévu

Ce que nous qualifions de *synopsis du prévu* correspond, comme nous l'avons indiqué précédemment, à un tableau synoptique du plan de séance ou *scénario* prévu par l'enseignant. Ce synopsis du prévu est reconstruit par le chercheur suite au traitement des fiches de préparation (§ 10.1.2, p. 126). Les informations recueillies lors de l'entretien *ante*-vidéo (notamment les buts et les anticipations) permettent de le compléter. Remarquons qu'il peut aussi arriver au décours de l'entretien *post*-vidéo, que l'enseignant revienne sur ce qu'il anticipait avant la séance. Dans ce cas, nous complétons à nouveau le synopsis. Ce sont donc les lectures successives de l'ensemble des données qui permettent de renseigner progressivement ce dernier. Le Tableau 5tableau 5 (p. 145) présente un exemple de synopsis du prévu.

Repères temporels/ *Modalités de travail*	Tâche (T) / But (B) / Intentionnalité (I)	Description du déroulé (anticipation)	Invariants opératoires
1/introduction (Pas de repère temporel anticipé) Collectif oral	T1 - Définir des propriétés de la matière (EA 3, 4, 9) B1 - Comprendre les définitions (EA 3) I - Acquérir des savoirs Comprendre ce que sont les propriétés (EA 3, 4) I_{SAV}	- Compléter collectivement les définitions des propriétés données dans la fiche 1 (prép.) *Constat :* P1 anticipe les propriétés que les élèves peuvent définir facilement ou pas (EA 8) - *aspect savoir* *Constat :* P1 anticipe qu'il faudra compléter les propositions des élèves (EA 9) *aspect savoir*	- Certaines définitions sont plus complexes à comprendre/ plus éloignées du quotidien des élèves (EP 9 : « je savais que certaines propriétés leur parleraient plus que d'autres » *Aspect savoir*

Tableau 5 : Extrait du synopsis du prévu de P1

Cet exemple montre une volonté du chercheur de rédiger un synopsis descriptif et synthétique afin d'accéder à une compréhension de la macrostructure de la séance. Quelques éléments d'écriture analytique y sont toutefois intégrés notamment au travers de la production de *constats* du chercheur, mis en relief par l'usage de la couleur d'écriture bleue.

Paillé et Mucchielli (2021, p. 229) définissent les *constats* comme « une expression, une phrase ou une série de phrases tenant lieu de rapport descriptif ou analytique en lien avec la compréhension atteinte par l'analyste à un moment de son travail ». Ces constats émergent lorsque les données commencent à faire sens pour nous et ils ont pour but de baliser notre exploration. L'analyse qualitative progresse donc, comme le soulignent Paillé et Mucchielli (*ibid*.), à mesure de l'écriture, de l'accumulation, et de la réécriture de ces constats.

Explicitons les acronymes parfois associés aux constats : *EA* pour Entretien *Ante*-vidéo et *EP* pour Entretien *Post*-vidéo. L'indice numéraire associé à ces acronymes indique le (les) extrait(s) de l'entretien en question. Par exemple : le codage *EP 9 (colonne « invariants opératoires » du* Tableau 5*),* signifie que l'extrait 9 de l'entretien *ante*-vidéo est celui qui nous a permis de reconstruire un invariant opératoire. Enfin, l'indication *prép*. Signifie que l'information est extraite de la fiche de préparation de la séance.

Au fur et à mesure de notre analyse et du statut accordé aux invariants opératoires, ce synopsis du prévu évolue encore jusqu'à sa forme finale dans laquelle n'apparaissent plus les invariants opératoires, mais uniquement les différentes phases et leur but (prévu), les tâches que l'enseignant envisage de prescrire aux élèves, les modalités de travail, le temps prévu (s'il est annoncé), et enfin les anticipations (cf. § 14.1.4, p. 214 et annexe 4).

La même logique est appliquée pour la réalisation des synopsis du réalisé comme nous le décrivons à présent, toutefois, ce second synopsis va au-delà du premier car le film de la séance et l'entretien post-vidéo apportent une quantité d'informations bien plus importante.

10.1.5.3 Le synopsis du réalisé

Cette fois encore le synopsis est complété au fur et à mesure du traitement des données. Dans une première version nous indiquons les tâches prescrites aux élèves telles qu'elles se précisent en situation de classe, et nous renseignons le descriptif du déroulé effectif de la séance en indiquant les repères du time code du film de la séance, comme le montre le Tableau 4 (p. 144) présenté en exemple. Cette première version est construite au moment où nous réalisons le film de la séance et des constats sous forme de questions peuvent y être notés afin de guider le chercheur au moment de l'entretien *post*-vidéo. C'est cette première version du synopsis qui donne lieu à une comparaison des tâches et déroulés prévus/réalisés afin de repérer comment se précisent, ou se redéfinissent, les tâches prescrites par l'enseignant.

L'évolution du synopsis au fil des analyses nous amène, dans un premier temps, à y ajouter une colonne *invariants opératoires* ainsi que des repères relatifs aux extraits d'entretiens qui nous ont permis de reconstruire ces invariants opératoires (exemple Tableau 5, p. 145). Puis nous y ajoutons une colonne *indices, inférences et règles d'actions* comme l'illustre Tableau 6 (p. 147).

L'émergence de sous-tâches (par exemple : T1-1, sous-tâche de T1) dans l'activité réelle est notée dans le synopsis et permet de mettre au jour les tâches qui n'étaient pas apparues dans le synopsis du prévu. Ces tâches ou sous-tâches, que nous pouvons qualifier d'émergentes, peuvent être très évidentes et routinisées, si bien qu'elles n'apparaissent pas dans le synopsis du prévu, ou bien être le résultat d'une régulation. C'est alors un retour à la vidéo qui nous permet de reconnaitre (ou non) des incidents critiques (nous expliquons comment dans la section 10.1.6, p. 148)

L'entretien *post*-vidéo se centre ensuite sur les incidents critiques identifiés parmi ces divers écarts au prévu. L'enjeu consiste alors à faire préciser par l'enseignant son activité au cours de ces régulations, c'est-à-dire ce qu'il perçoit, pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas à ces moments précis. Nous reformulons ces informations en termes *d'indices, d'inférences* réalisées à partir de ces indices, et de *règles d'action* mises en œuvre. Ces informations sont ajoutées dans le tableau synoptique du réalisé comme le montre Tableau 6 (p. 147).

Repères temporels/ *Modalités de travail*	Tâche (T) / But (B) / intention didactique (i)	Description du déroulé	Invariants opératoires	Indices / inférences / Règles d'action
1/introduction V 00 :00 :05 Collectif oral V 00 :00 :15 V 00 :01 :01	T1-1- les élèves doivent rappeler ce qu'ils savent sur la matière (différents types de matériaux, différents états), intérêt de connaitre les propriétés de la matière B1-1-réactiver les savoirs de la séquence précédente sur la matière (EA 2) i – installer le cadre (EP 83) i_{IMP}	-P1 annonce ce qui va être travaillé « les propriétés de la matière » et pose quelques questions sur ce qui a déjà été vu -Des élèves rappellent ce qu'ils savent sur la matière -P1 attire l'attention sur le terme « propriété » et ce qui a été vu lors de la précédente leçon	- Il est pertinent de faire du lien entre les séances (EP 103) *aspect organisationnel*	**Indices :** mains levées **Inférence :** ces élèves peuvent répondre aux questions **RA** : P1 sollicite la parole des élèves *aspect implication* i_{IMP} *Constat :* modalité proche du cours dialogué

Tableau 6 : Extrait du synopsis du réalisé de P1

Cet exemple de synopsis du réalisé montre que nous ajoutons également des constats – signalés par la couleur bleue – afin de baliser notre exploration. Cette version du synopsis est très synthétique mais les retours aux données permettent de l'étoffer en questionnant le microscopique. Ainsi par exemple, à partir de la règle d'action : P1 sollicite la parole des élèves, nous analysons de quelle manière l'enseignant s'y prend : quels élèves sollicite-t-il, ceux qui lèvent la main, ou non ? Ceux qui sont pressentis pour avoir la réponse attendue ou non ? etc…

Enfin, nous sommes attentifs aux propos des enseignants qui peuvent mettre au jour de nouveaux invariants opératoires (je sais que…, je juge pertinent de…) mobilisés au cœur des interactions et en réponse à tel indice perçu à l'échelle microscopique de l'activité. Si c'est le cas, nous les ajoutons dans le synopsis du réalisé.

La version finale du synopsis du réalisé ne contient plus les invariants opératoires ni les inférences qui permettent de caractériser des intentions didactiques. En revanche, il précise plus largement les règles d'actions que nous reformulons à partir des indices. Pour cela, nous

observons le film de la séance et constatons par exemple à plusieurs reprises que, au cours de telle phase spécifique, l'enseignant lorsqu'il estime les réponses à ses questions trop vagues ou incomplètes, prend la main pour répondre lui-même (ce qu'il ne fait pas forcément au cours d'une autre phase de la séance car son intention didactique sera différente). Nous formulons alors la règle d'action ainsi : ***Si** la réponse est vague ou incomplète, **alors** je fais compléter par un autre élève ou je complète moi-même*. Autrement dit, ***si** indice, **alors** verbe d'action*. C'est en allant ensuite questionner ces règles d'actions, notamment grâce aux inférences et aux invariants opératoires préalablement identifiés ou reconstruits que nous parvenons à reconstruire les dynamiques intentionnelles. C'est là un second niveau de traitement des données que nous présentons au § 10.2, p. 150. Le Tableau 7 (ci-dessous) est un extrait de cette version finale du synopsis du réalisé de P1, présenté dans sa totalité en annexe 7 P1.

Annexe 1 : Synopsis séance réalisée P1 :

tot : 1 :07 :20)	déroulé	tâche prescrite	But (état final visé)	Règles d'Action
introduction 1'51 collectif	P1 annonce aux élèves qu'ils vont travailler sur les propriétés de la matière et fait rappeler ce qu'ils savent déjà sur la matière.	Remobiliser et partager oralement ses connaissances sur la matière	Centrer l'attention des élèves sur l'objet de savoir : la matière	Questionner -**si** un élève lève la main, **alors** je lui donne la parole -**si** la réponse est vague ou incomplète, **alors** je fais compléter par un autre élève ou je complète moi-même -**si** la réponse correspond globalement à mes attentes, **alors** je reformule et /ou je synthétise ses propos
Phase 1 : définitions 10'15 collectif	Les élèves prennent la fiche « définitions » qu'ils devaient renseigner en amont de la séance. Pour chaque propriété de la matière	Partager oralement son travail de recherche sur les	Définir les douze propriétés de la matière répertoriées	Questionner -**si** la réponse est vague ou incomplète **alors je** fais compléter ou je complète moi-même

Tableau 7 : Extrait du synopsis du réalisé, version finale

Au cours de ce processus de traitement des données nous parvenons à identifier des *incidents critiques*, sur lesquels porte plus spécifiquement l'entretien *post*-vidéo. Nous expliquons maintenant ce concept et précisons comment nous identifions ces incidents critiques.

10.1.6 Repérage des incidents critiques

La *technique de l'incident critique*, développée par Flanagan (1954), est largement reprise et développée en sciences humaines (Butterfield *et al.*, 2005 ; Gremler, 2004, Jameau, 2012, 2021) et particulièrement en ergonomie et dans le champ de la formation des enseignants (Perrenoud, 1999 ; Rogalski, 1999). Rogalski et Leplat (2011, p. 13) précisent qu'elle se trouve même « transposée en une "méthode de la décision critique" (*Critical décision method, CDM*) ». Cette-dernière s'attache à questionner des experts dans le but de stimuler le rappel de cas saillants au travers desquels l'acteur – pour nous l'enseignant – est amené à mettre en œuvre ses connaissances expertes de manière à prendre des décisions critiques. Autrement dit, elle vise à « faire expliciter la connaissance experte dans des situations complexes (essentiellement des situations dynamiques) » (Rogalski et Leplat, 2011, p. 13). En outre, Leclerc *et al.* (2010, p. 18) soulignent que « les incidents critiques ponctuels vécus par un sujet

s'avèrent souvent révélateurs des schèmes interactifs mobilisés dans plusieurs autres situations. Autrement dit, l'analyse d'un seul incident peut donner accès à une compréhension d'un large éventail de situations professionnelles similaires. » Au regard de nos questions de recherche il nous semble donc épistémologiquement cohérent de nous référer au concept d'*incident critique* pour définir, à partir du traitement de nos données, des évènements saillants pour l'analyse de celles-ci.

En remontant à la définition de ces deux mots Leclerc *et al*. (*ibid.,* p. 14) notent que :

> « un incident est "un petit évènement qui survient dans le cours d'une affaire, en provoquant une interruption ressentie le plus souvent comme fâcheuse […] un petit évènement fortuit et imprévisible qui modifie le déroulement attendu et normal des choses, le cours d'une entreprise". Et, ce qui est critique, c'est ce "qui implique des suites de grande importance, dans un sens favorable ou défavorable […] ce qui décide du sort de quelqu'un ou de quelque chose, [ce] qui amène un changement". »

Précisons cependant dès à présent, et à la suite de Rogalski et Leplat (*ibid.*), que la *technique de l'incident critique* n'est pas centrée sur le négatif, c'est-à-dire qu'elle ne vise en aucun cas la recherche d'une défaillance ou la limite de compétence de l'enseignant et peut tout à fait porter sur le dénouement positif d'une situation qui semblait pourtant s'engager dans une impasse professionnelle.

Dans notre recherche nous nous appuyons donc sur la définition de Leclerc *et al.* (*ibid.*), pour considérer comme *incident critique* tout évènement, *a priori* anodin, qui :

- 1/ se montre suffisamment déstabilisant pour engager la réflexivité de l'enseignant dans les conditions concrètes de l'exercice de son travail,
- 2/ reste circonscrit dans le temps afin de ne pas perdre l'attention de l'enseignant lors de la phase d'explicitation de cet évènement,
- 3/ se déploie au cœur des interactions enseignant/élèves qui constituent « un lieu privilégié d'émergence de dilemmes et de controverses professionnelles » (*ibid.,* p. 17).

Concrètement, nous recherchons des moments qui semblent révéler une hésitation de l'enseignant, ou certaines expressions de celui-ci (sourcils froncés, soupirs…), qui se déroulent au cœur des interactions enseignants /élèves et qui s'accompagnent d'une régulation par rapport à ce qui était prévu. Les incidents critiques ainsi repérés sont indiqués dans le synopsis du réalisé sous forme de constats pour nous aider à préparer l'entretien d'autoconfrontation explicitante réalisé après le recueil de la vidéo. Les éléments recueillis lors de cet entretien permettent par la suite de reconstruire les dynamiques intentionnelles de l'enseignant.

Une fois les données primaires (et primaires associées) ainsi traitées puis réduites, condensées et présentées, nous passons à un second niveau d'analyse que nous présentons à présent.

10.2 Second niveau d'analyse

Pour pouvoir apporter des réponses à nos questions de recherche il nous faut tout d'abord reconstruire les Intentionnalités des enseignants et leurs intentions didactiques. L'enjeu ici est double. Il s'agit d'une part de mieux comprendre le rôle du système intentionnel (I_o, I, i)[58] dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'ESFI. Nous précisons donc pour commencer notre méthode de reconstruction des intentions (I et i) à partir des invariants opératoires. Il s'agit également de mettre au travail le modèle InDIS. Nous explicitons donc dans un second temps, la méthode employée pour y parvenir. Enfin, nous expliquons la méthode à laquelle nous avons recours pour comparer les cas de notre espace de cas, dans l'idée d'observer s'il existe des dynamiques intentionnelles semblables, et si oui, lesquelles.

10.2.1 Reconstruction des invariants opératoires

Pour Vergnaud (1994), c'est la composante conceptualisation du schème qui fonde l'organisation de l'activité. Cette composante est constituée de théorèmes en actes (propositions prises pour vraies mais qui ne le sont pas forcément) et de concepts-en-acte (objets ou prédicats, ni vrais ni faux mais simplement pertinents ou pas pour la prise d'information nécessaire à l'action). L'ensemble de ces théorèmes en acte et concepts en acte représente les *invariants opératoires* de chaque enseignant. Pour mieux comprendre l'organisation de l'activité il faut donc parvenir à mettre au jour ces invariants opératoires.

Lors du découpage des entretiens avec Sonal nous identifions sous l'étiquette *invariant opératoire*, tout propos qui nous semble pouvoir être reformulé en termes de « il est pertinent de… » ou « je considère que… », de manière à reconstruire les concepts en acte ou théorèmes en acte de l'enseignant. Dans ce deuxième niveau de traitement des données nous procédons à une sélection des extraits ainsi étiquetés (fonction *tri* du logiciel), c'est-à-dire à une extraction des transcripts de ces extraits. Puis, nous rapprochons les extraits, par thématiques et nous les reformulons explicitement en termes de « il est pertinent de… » ou « Je considère que… » (reconstruction d'invariants opératoires). Le Tableau 8 (p. 151) exemplifie cette procédure.

Précisons que cette reconstruction des invariants opératoires est pensée à la première personne et nous nous attachons à utiliser le vocabulaire employé par l'enseignant afin de nous situer au plus près de ses propos. Dans le tableau 8, les propos de l'enseignant sont rapportés dans la colonne de gauche et chaque propos est tiré d'un extrait d'entretien référencé avec le codage habituel (identification du professeur : Px, identification de l'entretien : EA ou EP, identification de l'extrait : n°). Notons que les mots en surépaisseur de

[58] Rappelons qu'I_o est déjà caractérisé par une analyse directe des programmes d'enseignement de l'école élémentaire (§ 10.1.1, p. 124).

cette colonne correspondent aux mots clés ou thématiques construites lors du marquage des entretiens. Ces thématiques, selon nous, se rapportent à un objet commun (par exemple : intéresser, apprendre…), qui représente l'objet d'une intention. La colonne de droite présente nos reformulations des extraits ainsi regroupés, sous forme d'invariants opératoires. Nous indiquons en couleur l'objet de l'intention reconstruite.

Propos d'un enseignant	**Reformulation sous forme d'invariants opératoires**
-faire des sciences « ça **change** des autres matières », « **les élèves aiment** ça », « ça éveille leur **intérêt** » (P1 EA 33), « c'est un moyen pour **accrocher** tout le monde, ça permet de **varier** pour que ce ne soit pas monotone » (P1 EP 5).	**Il est pertinent de** « faire faire » des sciences aux élèves (c'est-à-dire les faire manipuler, réaliser des expériences) *… pour les intéresser* Macro
- « en fait j'ai envie qu'ils **trouvent par eux-mêmes** » (EA 4) ; « ce qui va m'intéresser c'est **qu'ils se posent des questions** » (P1 EP 2). - « moi la manière dont j'ai construit ma séance en fait il y a des fiches élèves avec ce qu'ils sont censés voir […] et là toutes ces définitions rigidité flexibilité dureté etc moi j'ai envie **qu'ils me les trouvent** sans avoir ces feuilles-là ben, qu'est-ce qu'on peut tester […] » (P1 EA 7)	**Il est pertinent que** les élèves se posent des questions, trouvent par eux-mêmes *… pour faire acquérir des savoirs* Méso
- « y en a [des élèves] qui […] ne vont rien proposer parce qu'ils ont pas saisi la propriété **déjà à la base** » (P1 EA 22)	**Je considère** qu'il faut avoir compris la définition des propriétés pour pouvoir proposer une expérience*…pour organiser ma séance* Méso
- « moi je pars facilement euh effectivement sur d'autres sujets que ce qui est abordé parce que je fonctionne beaucoup par association d'idées et **je sais que** les enfants ils apprennent aussi beaucoup comme ça » (P1 EP 60)	**Je considère** que les élèves apprennent beaucoup par association d'idées*…pour faire acquérir des savoirs* Macro

Tableau 8 : Exemples de reconstructions d'invariants opératoires

Remarquons que certains de ces invariants opératoires sont très macroscopiques, c'est-à-dire qu'ils pourraient être mobilisés pour n'importe quelle séance d'ESFI. Nous indiquons Macro dans la colonne de droite pour les identifier. D'autres se réfèrent plus spécifiquement au savoir en jeu dans la séance : nous indiquons Méso dans la colonne de droite pour les identifier.

De manière plus globale, nous considérons que tout propos assez général sur l'ESFI comportant par exemple des expressions comme « d'habitude », « en général », « je fais toujours… », indiquent que l'invariant mobilisé est opératoire à une échelle macroscopique d'organisation de l'activité. Des propos du type : « avec ces élèves il faut faire ceci », « quand je travaille sur les liquides, je sais que les élèves ont du mal avec l'horizontalité… », se rapportent plus spécifiquement au savoir visé dans la séance ciblée et indiquent alors que l'invariant mobilisé est opératoire à une échelle mésoscopique (ou locale). Enfin, des propos très spécifiques à une interaction qui se tient ici et maintenant, indiquent que le théorème en acte ou concept en acte (autrement dit l'invariant opératoire) mobilisé, est opératoire à une échelle microscopique.

Précisons à présent comment nous reconstruisons les dynamiques intentionnelles.

10.2.2 Dynamiques intentionnelles

Nous précisons ici pourquoi il nous importe de prendre en compte deux dimensions des dynamiques intentionnelles : une dimension temporelle et une dimension structurelle. Nous explicitons enfin notre méthode de reconstruction des dynamiques intentionnelles d'un enseignant.

10.2.2.1 Une dynamique temporelle

Les dynamiques intentionnelles permettent avant tout de décrire la transformation dans le temps des intentions de l'enseignant. Autrement dit, de comprendre ce que l'enseignant « voulait faire » (Intentionnalités) en amont de la séance et ce qui lui permet (ou l'empêche) d'actualiser ces Intentionnalités en situation de classe. Nous avons montré dans la section précédente que nous identifions des intentions (I et i) au travers des invariants opératoires. Précisons que lorsque ces invariants opératoires s'expriment en amont de la séance ou éclairent les décisions prises par l'enseignant au cours de son activité de préparation de séance/séquence d'ESFI, nous considérons qu'ils expriment les *Intentionnalités* des enseignants. Lorsque ces invariants opératoires éclairent les décisions prises par l'enseignant au cours des régulations mises en œuvre en situation de classe nous considérons qu'ils expriment les *intentions didactiques* des enseignants.

Plus précisément, le regroupement d'invariants opératoire (comme nous l'avons illustré dans le Tableau 8 (p. 151) nous permet d'identifier l'objet d'une intention (I ou i). Chaque propos ainsi regroupé (colonne de gauche du Tableau 8) représente alors une formulation spécifique d'un même invariant opératoire (colonne de droite). Ces formulations spécifiques représentent pour nous un mode psychologique de l'intention dont nous avons précisé l'objet. Reprenons pour exemplifier la première ligne du Tableau 8.

P1 annonce[59] :

[59] Les propos ne sont pas ici rapportés de manière exhaustive mais simplement à titre d'exemple.

Faire des sciences « ça **change** des autres matières », « **les élèves aiment** ça », « ça éveille leur **intérêt** » (P1 EA 33), « c'est un moyen pour **accrocher** tout le monde, ça permet de **varier** pour que ce ne soit pas monotone » (P1 EP 5).

Nous reformulons ces propos sous la forme d'un invariant opératoire (Tableau 8, p. 151) :
Il est pertinent de « faire faire » des sciences aux élèves (c'est-à-dire les faire manipuler, réaliser des expériences).

La recontextualisation de ces propos (propos issus d'un extrait plus large, qui fait suite à des extraits précédents ou annonce des extraits suivants) indique que l'objet visé ici est d'intéresser les élèves. Cet objet est pour nous l'objet d'une Intentionnalité de P1 (qu'on pourrait voir comme le but d'un schème, ce que postule le modèle InDIS).

Cette Intentionnalité se caractérise également par un(des) mode(s) psychologique(s), reprenons les propos précédents et formulons-les en termes de modes psychologiques (croire que) :

P1 annonce :	Nous reformulons ces propos sous forme de modes psychologiques
faire des sciences « ça **change** des autres matières », « **les élèves aiment** ça », « ça éveille leur **intérêt** » (P1 EA 33),	**Je crois que** faire des sciences ça change des autres matières (aspect positif) **Je crois que** les élèves aiment faire des sciences (aspect positif) **Je crois que** faire des sciences ça éveille l'intérêt des élèves (aspect positif)

Tableau 9 : Des modes psychologiques d'une intention

Selon nous, les propos ici reformulés sous forme de modes psychologiques sont à la base de l'invariant opératoire : **Il est pertinent de** « faire faire » des sciences aux élèves. Cette proposition pourrait être considérée comme une affirmation très générale, cependant, nous la considérons bien comme un invariant opératoire parce que nous observons qu'au-delà du discours elle est effectivement mobilisée par l'enseignant lors de son activité de préparation de la séance de P1 (donc opératoire).

Enfin, pour terminer la caractérisation de cette intention, il nous faut mettre au jour les conditions de satisfaction de celle-ci. En termes d'Intentionnalité, le synopsis du prévu permet de mettre au jour ces conditions de satisfaction. Concernant l'exemple précédent nous constatons que au moins un moment de la séance est consacré à des expérimentations ou préparation d'expérimentation (puisque c'est ce qu'exprime l'invariant opératoire reconstruit). En termes d'intentions didactiques, c'est le film de la séance qui permet de repérer à quel moment l'enseignant met fin à l'activité engagée pour atteindre l'objet de son intention didactique, et s'il exprime de la satisfaction ou de l'insatisfaction.

Nous venons de montrer comment nous caractérisons une intention (I ou i) par son objet, son(ses) mode(s) psychologique(s), et ses conditions de satisfaction.

Avant d'expliciter la méthode de reconstruction des *dynamiques* qui permettent l'actualisation d'une Intentionnalité en intentions didactiques, soulignons qu'une seconde dimension des dynamiques intentionnelles semble également se dessiner, c'est ce que nous expliquons à présent.

10.2.2.2 Une dynamique structurelle

Nous avons montré comment nous reconstruisons les intentions (I et i) d'un enseignant à partir de la reformulation des invariants opératoires. Nous avons également précisé que ces invariants opératoires peuvent se rattacher à différentes échelles d'organisation de l'activité. Soulignons que c'est précisément l'identification de ces échelles qui nous permet d'identifier les savoirs d'expérience que notre troisième question de recherche vise à mettre au jour (§ 7.2, p. 92). En effet, l'invariant opératoire (il est pertinent de…) mobilisé en situation d'interaction peut être très centré sur la spécificité de cette interaction ou être plus général. La *finesse* de la conceptualisation de l'enseignant révèle, selon nous, un savoir d'expérience.

Par exemple : dans la classe de P0, la séance est commencée depuis vingt-cinq minutes et Mostafa[60] s'énerve car il lève la main depuis quelques minutes et n'a toujours pas la parole. Il commence à bousculer sa table, ce qui génère du bruit et un peu d'agitation chez ses voisins. L'enseignante le regarde alors et lui parle sur un ton très calme et très empathique[61] :

> « Eh Mostafa ::+ t'es fatigué mais y a rien qui vaut le coup de s'énerver garçon+ est-ce que tu veux aller te mettre un peu d'eau sur le visage ?++ et puis reviens me voir/va dans l'atelier si tu veux+ passe par là si tu veux va dans l'atelier+ eh prends ton calme on va t'interroger mais+ ne t'énerve : pas :::+ »

Lors de cet incident, nous reconstruisons l'intention didactique suivante :

O : apaiser la tension qui monte dans la classe
M : Il est pertinent de parler calmement (macro) ;
Il est pertinent de dire à l'élève qu'on le comprend et qu'on va l'écouter (macro) ;
Il est pertinent de lui proposer de sortir quelques minutes de la classe pour reprendre le contrôle de ses émotions (macro), *surtout* Mostafa car il a des difficultés à gérer les frustrations (micro), *surtout* aujourd'hui car il a été absent plusieurs jours, il était malade (micro)
C : le climat général s'apaise

La formulation du troisième invariant opératoire met au jour la spécificité des choix opérés, au regard d'autres invariants opératoires plus macroscopiques (*surtout Mostafa* car…, *surtout*

[60] Prénom d'emprunt
[61] Conventions de transcription Vion (2000) – Annexe 6.

aujourd'hui car…). Nous observons que le climat s'apaise, ce qui indique que les règles d'action mobilisées par l'enseignante lui ont permis de *faire ce qu'elle voulait faire* : apaiser la tension qui monte dans la classe. Selon nous, cela met en lumière un *savoir d'expérience*.

Nous prenons donc en considération ces deux dimensions des dynamiques intentionnelles : temporelle et structurelle et précisons à présent plus concrètement notre méthode de reconstruction des *dynamiques* intentionnelles.

10.2.2.3 Mise au travail du modèle InDIS

Nous commençons tout d'abord par reconstruire le réseau intentionnel de l'enseignant en amont de la séance d'ESFI. C'est-à-dire que nous identifions différentes Intentionnalités à partir des invariants opératoires reformulés (cf. Tableau 8, p. 151). (I1, I2, I3 sur la Figure 22, p. 156). Chaque Intentionnalité est caractérisée par un objet différent (O1, O2, O3…), des modes psychologiques et des conditions de satisfaction qui peuvent être communs ou non et précisent ce que l'enseignant « veut faire » pour atteindre un but (état final visé) qu'il a déterminé.

Ensuite, le repérage d'écarts entre le prévu et le réalisé nous amène à identifier des incidents critiques en situation de classe. Nous nous focalisons alors sur les indices qui mobilisent la réflexion des enseignants au cours de ces incidents, et sur l'activité enseignante que ces indices génèrent (réalisation d'inférences, mobilisation d'invariants opératoires, mise en œuvre de règles d'actions).

Les règles d'actions alors mises en œuvre nous permettent d'identifier ce que l'enseignant juge pertinent de *faire*[62] précisément ici et maintenant, et ainsi, de reconstruire une (des) intention(s) didactique(s) (i3 sur la Figure 22, p. 156).

Il nous reste alors à retrouver de quelle Intentionnalité cette intention didactique semble être l'actualisation. Pour cela, nous nous reportons aux propos de l'enseignant (que nous avons reformulés précédemment comme invariants opératoires : il est pertinent de… ; ou comme modes psychologiques : je crois que…) afin d'identifier quel mode psychologique est devenu objet de l'intention didactique ainsi reconstruite.

Enfin, il nous reste à reconstruire un *espace des possibles*, c'est-à-dire d'autres intentions didactiques (I3', i3'' sur la Figure 22, p. 156) qui permettent de considérer ce que l'enseignant *aurait pu faire*. Pour cela nous mobilisons un raisonnement par contrefactuel (§ 8.4.1, p. 100).

Une toute dernière étape consiste à rechercher quelle caractéristique de l'*Intentio* (s'il y en a une) peut avoir influencé cette Intentionnalité. Pour le dire dans un langage imagé : nous tirons un fil dans le réseau intentionnel de l'enseignant.

[62] Faire ou ne pas faire, dire ou ne pas dire.

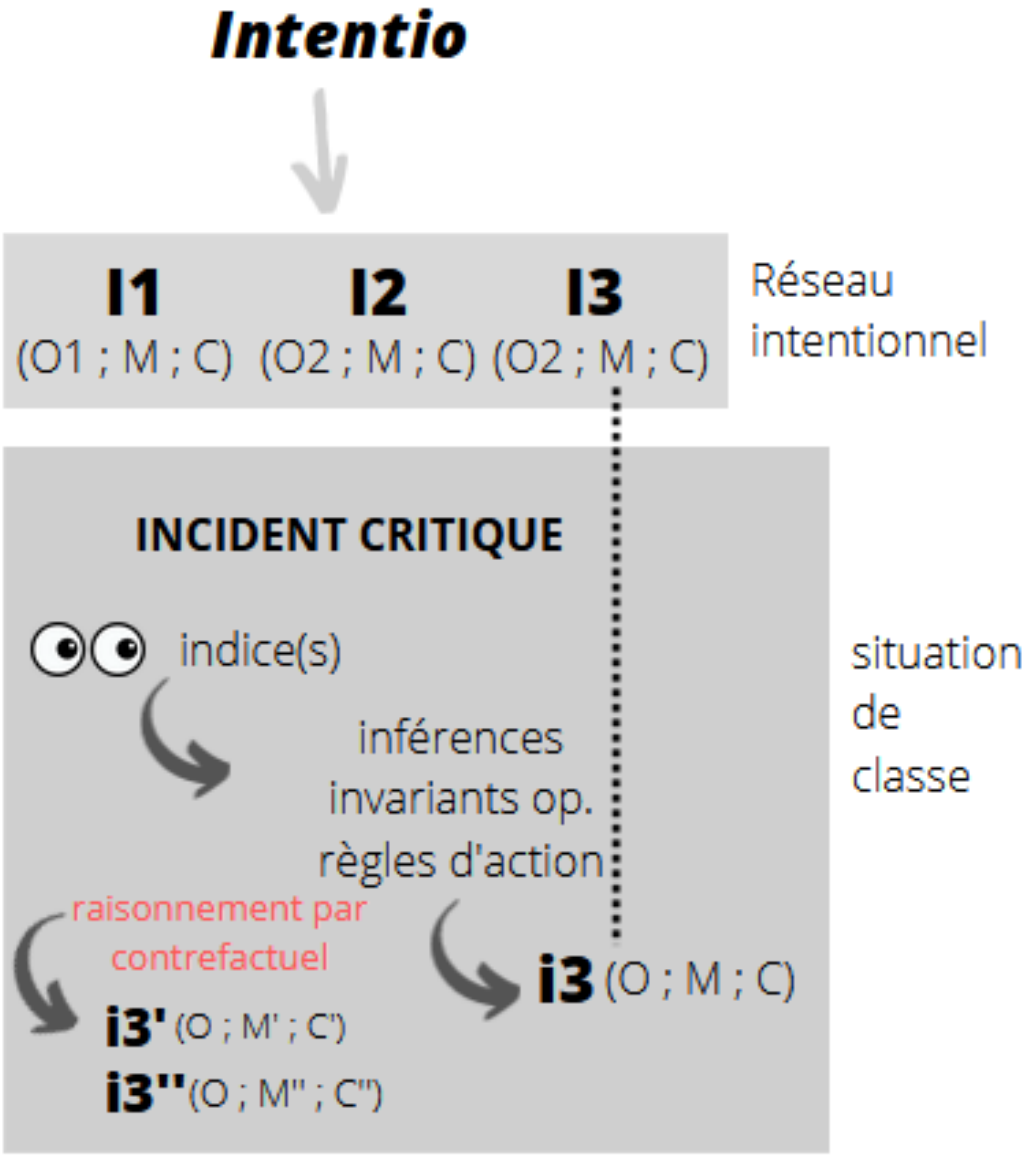


Figure 22 : Reconstruction des dynamiques intentionnelles

Cette figure 22 décrit la mise en pratique du modèle théorique InDIS que nous avons présenté au § 6.2, p. 86. Nous y retrouvons la dynamique temporelle allant de l'*Intentio* à l'Intentionnalité, puis de l'Intentionnalité aux intentions en acte c'est-à-dire aux intentions didactiques (possibles et effectives). Cette dynamique temporelle est symbolisée par des flèches grises verticales. Les flèches courbes soulignent que c'est en questionnant les indices que nous accédons aux inférences, invariants opératoires et règles d'action mobilisées dans l'ici et maintenant de la situation de classe. De même, c'est en questionnant ces trois éléments, que nous caractérisons les intentions didactiques de l'enseignant (à la fois les intentions effectives (i3) et les intentions possibles (i3' et i3'')).

La dynamique structurelle des intentions n'est pas visible sur la figure. C'est la description des invariants opératoires mobilisés en situation de classe qui nous permet de la commenter.

La section suivante précise comment nous comparons ensuite nos différentes études de cas menées en parallèle.

10.2.3 Retour à l'espace de cas

Une fois chaque cas analysé comme nous venons de le présenter, nous réalisons ce que Paillé et Mucchielli (2021, p. 211) qualifient d'« analyse situationnelle phénoménologique et structurale ». Il s'agit dans un premier temps de repérer des analogies entre les cas : analogies dans les catégories d'intentions reconstruites ou dans les types d'indices pris en compte par ces enseignants expérimentés en situation d'ESFI, ou encore analogies dans les dynamiques intentionnelles. Une fois ce repérage d'éléments semblables ou comparables effectué, nous décomposons chaque cas en « micro situations » analogues que nous renseignons dans un tableau tel que le Tableau 10 ci-dessous.

Microsituation 1	Microsituation 2	Microsituation 3
P1 réorganise l'espace de la classe pour une recherche par groupes de deux à quatre élèves	P1 passe de groupe en groupe et demande à chacun de lui expliquer son choix et le protocole imaginé	P1 repère les imprécisions des élèves et les traite de deux manières : - soit il rectifie lui-même (« alors ça c'est pas la solubilité ») - soit il reporte le traitement de l'indice à plus tard (« continuez, on verra tout à l'heure »)
P2 distribue le matériel par groupe de trois à quatre élèves et définit l'espace de chacun au fur et à mesure	P2 passe de groupe en groupe et questionne les élèves sur le tri réalisé	P2 repère les imprécisions des élèves et les traite de deux manières : - soit elle rectifie elle-même (« alors en sciences on dit : les solides ! ») - soit elle reporte le traitement de l'indice à plus tard (« oui ben c'est pas grave, on reverra ça la prochaine fois »)
P5 regroupe les voisins de table pour la réalisation d'expériences par groupes de trois à cinq élèves	P5 passe de groupe en groupe et observe les élèves au travail	P2 repère les imprécisions des élèves et les traite de deux manières : - soit elle rectifie elle-même (« non, c'est pas ça la raison ! Si le mouchoir n'est pas mouillé c'est parce qu'il y a de l'air dans le verre ») - soit elle observe sans intervenir

Tableau 10 : Exemple d'écriture de microsituations.

Une lecture par colonne permet de percevoir les analogies phénoménologiques afin de formuler le sens commun de ces situations pour chaque enseignant. Dans cet exemple, la micro situation 1 représente la mise au travail des élèves par petits groupes ; la micro situation 2 représente les règles d'actions générées par l'enseignant pour guider le travail de groupe ;

la micro situation 3 représente les règles d'action générées suite à la prise en compte d'un type d'indice (imprécision des élèves) au cours d'un incident critique.

Cette décomposition des cas en micro situations analogues permet une relecture plus fine des données, qui amène à préciser davantage encore ces micro situations, en particulier lorsqu'elles font référence à des incidents critiques. L'enjeu consiste à extraire de ces situations une forme d'organisation de l'activité commune à ces enseignants expérimentés, voire des dynamiques intentionnelles similaires, indépendamment de l'âge des enseignants, de leur formation initiale, de leur genre ou du niveau de classe.

Avant d'aborder le détail de nos résultats, nous présentons à présent une synthèse de cette partie méthodologie.

Chapitre 11
SYNTHESE

Rappelons nos questions de recherches (§ 7.2, p. 92) :

- Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI, à l'école élémentaire française ?
- Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
- Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des savoirs d'expérience construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
- Q4 : Observe-t-on des dynamiques intentionnelles similaires entre les différents cas de notre espace de cas, et lesquelles ?

Pour répondre à ces questions, nous adoptons des outils de recueil et de traitement des données répondant à quatre principes clés :
1/ notre approche est *qualitative* de *type ascendant,* c'est-à-dire que nous recueillons dans un premier temps des *traces objectives* de l'activité de l'enseignant puis, nous travaillons à extraire le sens de ces données pour *remonter à l'organisation* de l'activité des enseignants ;
2/ notre approche est *ergonomique,* c'est-à-dire qu'elle considère les écarts entre le *prévu* et le *réalisé* comme le siège de l'activité professorale ;
3/ nous nous focalisons sur des séances *ordinaires* réalisées dans des *classes ordinaires* de l'école primaire allant du CP au CM2 et portant sur la première séance d'une séquence d'ESFI, soit dans le domaine de la matière soit dans le domaine des objets. En outre, nous choisissons d'observer des professeurs des écoles expérimentés ;
4/ nous construisons un *espace de cas* afin de mettre au jour des dimensions pertinentes pour une comparaison des résultats obtenus.

La figure 23 (p. 160) résume les données primaires et primaires associées recueillies (captations audio-visuelles de séances de classe, entretiens enregistrés, fiches de préparation de séances et documents annexes, programmes d'enseignements). Cette figure indique également de manière synthétique quelles données secondaires sont construites à partir de ces données primaires (le film de chaque séance et ses transcriptions partielles, un synopsis

du prévu, un synopsis du réalisé, un découpage et transcript des entretiens *ante*-vidéo (EA) et *post*-vidéo (EP), une caractérisation de l'*Intentio*)[63].

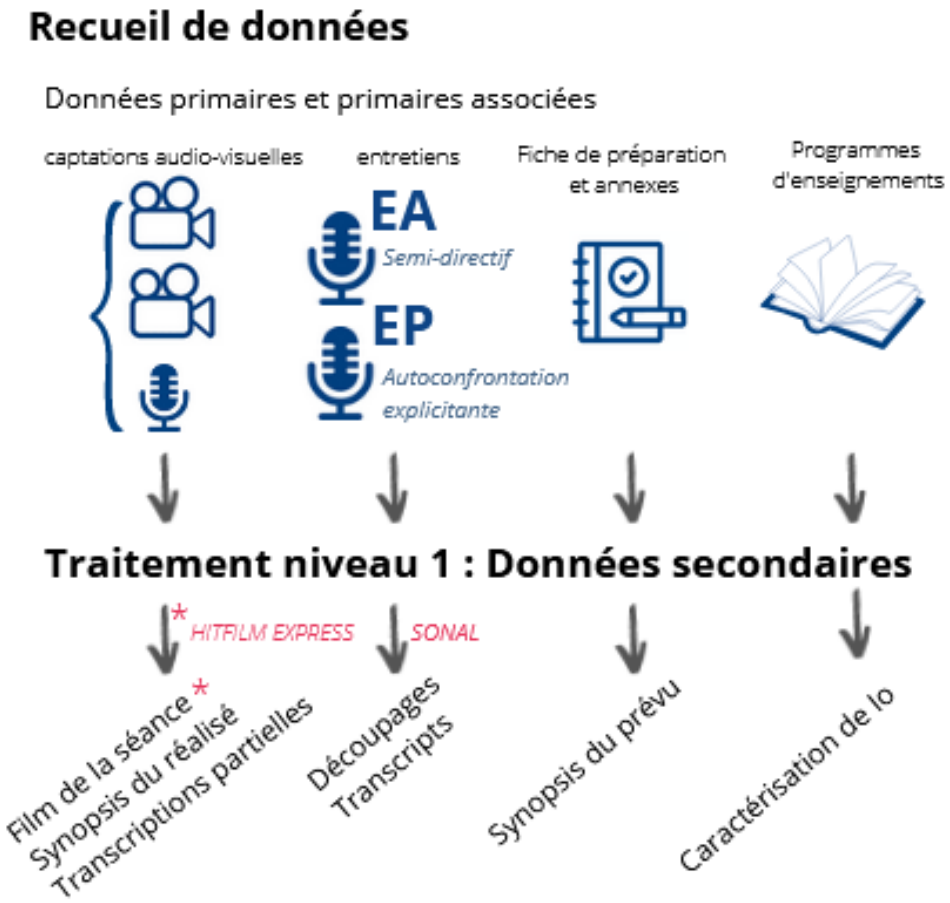


Figure 23 : Données de la recherche

Un second niveau de traitement des données nous permet ensuite :

1/ de reconstruire les différentes instances intentionnelles du système (i_o, I, i) et notamment les Intentionnalités et intentions didactiques des enseignants (I_o ayant été caractérisé précédemment). Ces reconstructions s'appuient elles-mêmes sur la reformulation de propos d'enseignants en invariants opératoires, extraits des découpages et transcripts des entretiens. L'enjeu consiste à apporter des réponses à notre première question de recherche.

2/ de reconstruire les dynamiques intentionnelles. Pour cela, nous nous appuyons sur les synopsis réalisés et en particulier sur les incidents critiques identifiés par une comparaison du synopsis du prévu avec le synopsis du réalisé. Le film du montage nous permet de décrire l'activité de guidage des enseignants en situation d'ESFI et de compléter le synopsis du réalisé avec une reformulation des règles d'actions de l'enseignant sous la forme : *si* indice, *alors*

[63] Nous précisons au § 9.3 (p. 120) comment ces données sont répertoriées dans un tableau d'organisation des données.

verbe d'action. C'est à partir de cette réécriture du synopsis, du film de la séance, et des transcripts des entretiens que nous reconstruisons les dynamiques intentionnelles de l'enseignant en situation d'interaction. L'enjeu consiste alors à mettre au travail le modèle InDIS pour mieux comprendre l'activité enseignante de guidage en situation d'ESFI d'une part, et pour identifier des savoirs d'expérience d'autre part.

3/ de comparer les différents cas de notre espace de cas, afin d'observer (ou non) des dynamiques intentionnelles similaires.

Présentons à présent les résultats de notre recherche.

Partie 3

Résultats

« Si je sais déjà ce que je cherche – dit Socrate – toute recherche est inutile. Mais si je ne le sais pas, alors la recherche est impossible. Car je ne sais quoi chercher et, à supposer que je trouve quelque chose, je ne pourrais savoir si ce que j'ai trouvé correspond bien à ce que je cherchais. »

Argument du Menon

Nous débutons cette partie en apportant, au chapitre 12, des précisions sur les caractéristiques de l'espace de cas constitué pour cette recherche.

Nous présentons ensuite les différentes formes d'intention reconstruites. Nous procédons pour commencer (chapitre 13) à la caractérisation de l'*Intentio* qui possède un caractère premier dans le système intentionnel (Io, I, i), et nous poursuivons (chapitre 14) par une reconstruction des Intentionnalités des enseignants de notre espace de cas. Le but consiste à mieux comprendre le rôle joué par le système intentionnel dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'ESFI (Q1).

Nous mettons ensuite au travail le modèle InDIS afin de reconstruire les dynamiques intentionnelles de trois enseignants : P0, P1, P2, dont les séances portent toutes sur le thème de la matière (chapitre 15). Il s'agit alors de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI (Q2), et également d'identifier des savoirs d'expérience (Q3).

Enfin, nous identifions des éléments de comparaison des différentes pratiques observées (chapitre 16). Pour cela, nous nous plaçons dans un premier temps à une échelle macroscopique qui concerne l'ensemble des cas de notre espace de cas, puis nous resserrons nos comparaisons à une échelle mésoscopique centrée sur le thème de la matière. Le but consiste à identifier des variabilités et des similitudes entre les cas de notre espace de cas.

Le chapitre 17 synthétise l'ensemble des résultats présentés dans cette partie.

Chapitre 12
Caractéristiques de l'espace de cas

Dans ce chapitre, nous rendons compte des résultats de nos appels à contribution envoyés à destination des enseignants afin de préciser comment s'est constitué notre espace de cas. Nous présentons ensuite plus spécifiquement chaque enseignant de cet espace. Enfin, nous partageons notre tableau d'organisation des données.

12.1 De la constitution de l'espace de cas

Nous avons indiqué précédemment (§ 8.5.1, p. 103) avoir réalisé trois envois successifs d'appel à contribution afin de trouver des enseignants volontaires pour participer à cette recherche.

Le premier envoi ciblait des Professeurs des Écoles Maitres Formateurs (PEMF) du département d'Ille-et-Vilaine, soit une trentaine de personnes. Aucune réponse positive ne nous est revenue (cf. Tableau 11, p. 166). Deux raisons peuvent expliquer cette absence de réponse. La première peut tenir au fait qu'un nombre important de ces enseignants délèguent fréquemment l'enseignement des sciences – et en particulier le domaine de la matière et des objets – aux personnes qui les remplacent dans leur classe les jours où ils exercent leurs missions de formation. La seconde pourrait tenir au fait que ces collègues très impliqués dans leur métier se retrouvent souvent sur-sollicités et ne souhaitent pas s'ajouter des contraintes supplémentaires en s'inscrivant dans un projet de recherche. Ce sont du moins les raisons invoquées par les huit enseignants qui nous ont répondu.

Le second envoi est diffusé aux cinq cent cinquante-cinq écoles primaires publiques du département. Le nombre d'enseignants touchés s'élève potentiellement[64] à 3396. Nous essuyons à nouveau un nombre important de non-réponses et de réponses négatives (cf. Tableau 11, p. 166). Si les réponses reçues témoignent de l'intérêt des enseignants pour notre recherche, beaucoup expriment de la fatigue et de la déstabilisation suite au premier confinement dû à la pandémie de Covid de la fin de l'année scolaire 2019-2020. Parmi ces réponses, des messages indiquent que les protocoles et mesures de distanciation ne leur permettent plus ni de faire travailler les élèves par petits groupes ni d'autoriser les manipulations. Se sentant alors empêchés d'enseigner-faire apprendre les sciences comme ils le souhaitent, ces enseignants préfèrent ne pas donner suite à notre appel. D'autres

[64] Sous réserve que chaque direction d'école ait transmis le message aux enseignants de l'établissement.

regrettent qu'une participation à un projet de recherche leur soit demandée sans contrepartie de la part de leur institution. Ils auraient par exemple souhaité un allègement de leurs heures de formation continue à hauteur du temps passé avec le chercheur. Cela n'était cependant pas prévu par la convention. D'autres enseignants enfin, indiquent clairement ne pas adhérer au protocole. Ils redoutent en particulier de se faire filmer et davantage encore de se confronter à la vidéo de leur séance.

Le troisième envoi est à destination d'enseignants qui ont suivi une ou plusieurs formations auprès de la MPLS[65] de Bretagne au cours des cinq dernières années. Parmi les réponses reçues, les enseignants signalent les mêmes freins que ceux exprimés dans les envois précédents. De nombreux enseignants déclarent également regretter de ne pas pouvoir s'impliquer parce qu'ils viennent de changer de poste et se retrouvent soit en maternelle soit dans des unités spécialisés (ULIS[66], SEGPA[67]) soit dans un niveau dans lequel ils n'avaient jamais enseigné auparavant, or ces éléments les excluent du public visé par notre protocole méthodologique[68] (§ 8.5.1, p. 103).

	Enseignants ciblés	Réponses positives	Réponses négatives	Non réponses
Envoi 1	29	0	8	21
Envoi 2	3396	4	23	3369
Envoi 3	116	3	14	99

Tableau 11 : Réponses aux appels à contribution.

Suite à ces trois séries d'appel à contribution ce sont finalement sept enseignants qui acceptent de s'impliquer dans la recherche. L'une de ces personnes est chargée d'enseigner les sciences et les technologies dans toutes les classes de son école et accepte de participer à la fois pour une séance en cycle 2 et pour une séance en cycle 3. Cette proposition nous semble très intéressante pour nous permettre de repérer des invariances et des variabilités intrapersonnelles selon le niveau de classe dans lequel la personne enseigne, de plus elle nous permet d'atteindre les huit cas initialement envisagés. Nous ne procédons donc à aucun tri et acceptons l'ensemble de ces volontaires pour constituer notre espace de cas. Cependant, deux enseignants se désisteront au moment de programmer nos rencontres : l'une pour

[65] Rappelons que la MPLS est un réseau français de structures régionales coordonné par la Fondation « la main à la pâte », qui propose une offre de développement professionnel en sciences en partenariat avec les directions académiques. https://bretagne.maisons-pour-la-science.org
[66] Unité Locale d'Intégration Scolaire
[67] Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté
[68] 5 ans d'ancienneté dans le métier avec un minimum de 3 ans d'expérience dans le niveau (en comptant les doubles-niveaux) sont requis.

raisons de santé et l'autre pour des soucis de calendrier. Nous menons donc notre recherche auprès de cinq enseignants que nous appelons P1, P2, P3, P4 et P5.

Avant de présenter plus spécifiquement chacun de ces enseignants nous rendons compte, dans la section suivante, des stratégies que nous mobilisons pour établir une relation de confiance avec eux.

12.2 Instaurer une relation de confiance

Nous avons souligné dans la section 8.5 (p. 103), notre souci d'être claire, concise et transparente à l'égard des enseignants quant aux enjeux de la recherche, quant à son protocole, et quant aux engagements réciproques qu'elle implique (acceptation du protocole pour les enseignants, respect des dispositifs légaux, réglementaires et éthiques pour le chercheur[69]). Nous nous sommes également montrée très réactive face aux réponses reçues, y compris dans le cas de réponses négatives. Nous considérons en effet que les enseignants qui ont pris le temps de nous répondre seront peut-être intéressés dans le cadre d'un autre projet et qu'il est important de leur montrer que nous avons pris en compte leurs contraintes et remarques. Concernant les réponses positives, nous avons été très vigilante à ne pas mettre de pression sur le calendrier et avons laissé un temps de réflexion aux enseignants après notre premier échange pour qu'ils puissent se rétracter ou s'engager en connaissance de cause, sans avoir l'impression que nous leur forcions la main.

Lors de notre première prise de contact, nous insistons bien sur le regard compréhensif qui porte notre recherche et précisons aux enseignants que nous sommes intéressée par leur pratique personnelle et habituelle et que nous ne cherchons pas à observer la mise en œuvre d'une séance dite « idéale » qui ne correspondrait pas à leur pratique habituelle. En outre, notre choix d'observer la première séance d'une séquence, s'il est guidé par la volonté d'observer le lieu où les élèves construisent l'objet de la leçon (cf. § 8.4.2, p. 101), nous semble également pouvoir offrir aux enseignants un sentiment de maitrise. En effet, à son issue, toute régulation du plan de séquence reste encore possible ce qui évite que l'enseignant se sente dans une posture indélicate dans le cas où ses objectifs ne seraient pas atteints. Nous constatons que rapidement, et assez naturellement au cours de ces premiers échanges, le tutoiement s'instaure. Ce détail témoigne pour nous d'une certaine confiance établie.

Notons également que parmi les enseignants participants, trois déclarent clairement avoir répondu positivement parce que nous avions indiqué dans notre appel à participation, être nous-mêmes professeure des écoles. Cette information a créé une certaine proximité entre le chercheur et les enseignants et a généré un sentiment de solidarité et de confiance qui a incité ces-derniers à participer à la recherche pour soutenir notre projet personnel de

[69] Anonymat des acteurs et discrétion professionnelle, neutralité et absence de jugement, accès et rectification possible de ses données personnelles pour tous les acteurs, partage avec ces-derniers des résultats de la recherche.

développement professionnel. Trois autres enseignants nous avaient déjà rencontrée en contexte de formation et déclarent que le fait de nous identifier a facilité leur engagement.

Enfin, nous constatons que tous les enseignants qui participent à cette recherche se disent intéressés par les résultats pour éventuellement requestionner leurs pratiques en situation d'ESFI.

Nous présentons à présent le profil des cinq enseignants de notre panel, et leur distribution dans notre espace de cas.

12.3 Présentation des enseignants impliqués

C'est donc au final cinq enseignants qu'il nous reste. Nous les appelons P1, P2, P3, P4, P5. Notons que P2 propose de nous accueillir à la fois en cycle 2 (P2) et en cycle 3 (P2 bis), ce qui nous permet d'observer six situations d'ESFI différentes. Dans le Tableau 12 ci-dessous – qui représente la répartition des enseignants dans notre tableau de constitution de l'espace de cas – nous n'avons cependant aucun enseignant de cycle 2 issu d'une formation initiale scientifique. Nous ajoutons donc à cet espace de cas la professeure P0 (PEMF) que nous avons contactée directement. P0 apparait en couleur dans le tableau

	Cycle 2	**Cycle 3**
	5 ans d'ancienneté dans le métier avec un minimum de 3 ans d'expérience dans le niveau (en comptant les doubles-niveaux)	
Formation initiale scientifique	- Ø - P0 (matière : changement d'état)	- P1 (matière : propriétés solides/liquides)
Formation initiale non scientifique	- P2 (matière : propriétés solides/liquides) - P5 (matière : matérialité de l'air)	- P2 bis (objets : construire une mangeoire à oiseaux) - P3 (matière : cycle de l'eau) - P4 (objets : leviers)

Tableau 12 : Répartition des enseignants dans le tableau de constitution de l'espace de cas

Ce tableau rend compte de la constitution de notre espace de cas et des thèmes choisis par les enseignants impliqués.

Le Tableau 13, p. 169, apporte quelques précisions supplémentaires sur le profil de ces professeurs : genre, niveau de classe, ancienneté dans le niveau, ancienneté dans le métier, nombre de formations académiques à l'enseignement des sciences et des technologies

suivies, autre information. Cette colonne intitulée *autre* permet de distinguer certaines particularités, notamment PEMF, ou expérience en REP[70].

Identification de l'enseignant	Genre	Niveau de classe	Ancienneté dans le niveau	Ancienneté dans le métier	Formation initiale	Autre	Formation MPLS
P0	F	CE1		>15	Licence de physique	Expérience en REP PEMF	0
P1	M	CM2	>10	14	Licencié d'une filière mathématiques-informatique/animation	Expérience en REP	4
P2	F	Cycle 2	7	10	Arts plastiques	École rurale Expérience en REP	1
P2 bis	F	Cycle 3	7 (pour les sciences et technologies)	10	*idem*	*idem*	*idem*
P3	F	CM2		>15	École de commerce		0
P4	M	CM2		>15	Licence de lettres classiques	PEMF	0
P5	F	CP	3+	9	Bac économique et social - licence pluridisciplinaire	École périphérique Expérience en REP	1

Tableau 13 : Profils généraux des enseignants de l'espace de cas

La section suivante dresse un bilan des données recueillies au travers d'un tableau d'organisation des données.

[70] Réseau d'Éducation Prioritaire

12.4 Tableau d'organisation des données

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des données recueillies[71] (données primaires et primaires associées) et des données secondaires construites à partir de celles-ci.

	Données primaires et primaires associées				**Données secondaires**
	Code	***Date***	***Durée***		
				Programmes d'enseignement	
P0	P0audEA	22/01/2018	00 :40 :39		P0 EA
	P0Cfix P0Cmob P0Caud	25/01/2018	00 :53 :00	P0prep	P0_film, P0_transcript P0_synP, P0_synR
	P0audEP	29/01/2018	01 :01 :54		PO EP
P1	P1audEA	9/11/2020	00 :36 :03		P1 EA
	P1Cfix P1Cmob P1Caud	17/11/2020	01 :07 :20	P1prep P1prep_anx1 P1prep_anx2	P1_film, P1_transcript P1_synP, P1_synR
	P1audEP	24/11/2020	01 :12 :50		P1 EP
P2	P2audEA	1/12/2020	01 :05 :14		P2 EA
	P2Cfix P2Cmob P2Caud	8/12/2020	00 :38 :42	P2prep P2prep_anx1	P2_film, P2_transcript P2_synP, P2_synR
	P2audEP	11/12/2020	00 :57 :38		P2 EP P2_synR
P3	P3audEA	7/01/2021	00 :47 :36		P3 EA
	P3Cfix P3Cmob P3Caud	11/01/2021	00 :52 :47	P3prep P3prep_anx1 P3prep_anx2	P3_film, P3_transcript P3_synP, P3_synR
	P3audEP	18/01/2021	01 :00 :19		P3 EP
P4	P4audEA	1/12/2020	00 :49 :15		P4 EA
	P4Cfix P4Cmob P4Caud	8/12/2020	01 :23 :53	P4prep	P4_film, P4_transcript P4_synP, P4_synR
	P4audEP	11/12/2020	01 :10 :00		P4 EP
P5	P5audEA	19/01/2021	00 :52 :38		P5 EA
	P5Cfix P5Cmob P5Caud	22/01/21	01 :08 :38	P5prep P5prep_anx1 P5prep_anx2	P5_film, P5_transcript P5_synP, P5_synR
	P5audEP	25/01/2021	01 :13 :45		P5 EP

Tableau 14 : Organisation des données

Les résultats présentés dans les chapitres suivants correspondent à un traitement des données secondaires (traitement que nous avons précédemment nommé traitement de second niveau ou second niveau d'analyse - § 10.2, p. 150). Commençons par caractériser l'*Intentio*.

[71] Rappelons que les codages sont explicités en section 9.3, p. 120.

Chapitre 13
De l'Intentio

Rappelons que l'*Intentio* est l'intention didactique du système d'enseignement à l'endroit des objets de savoir désignés comme savoirs à enseigner[72]. Les quatre entrées identifiées par Portugais pour caractériser l'*Intentio* (§ 5.1, p. 69) sont : les contenus soumis à la transposition didactique, les caractéristiques épistémologiques, les conditions de fonctionnement, et les injonctions sociales. Dans ce chapitre, nous mettons au travail chacune de ces entrées pour caractériser l'*Intentio* dans le but de mieux identifier son rôle dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées (Q1). Nous synthétisons ces résultats dans la dernière section du chapitre.

13.1 *Intentio* et transposition didactique

Dans cette section, nous expliquons pour commencer pourquoi notre analyse se centre sur le concept de matière. Ensuite, nous réalisons un état des lieux des domaines scientifiques qui travaillent ce concept et des difficultés constatées dans son enseignement, de l'université à l'école élémentaire. Puis, au travers d'une lecture critique des programmes, nous présentons les savoirs à enseigner sur la matière au cycle 2 et au cycle 3 de l'école élémentaire. L'enjeu de cette caractérisation consiste à nous donner des repères pour mieux comprendre les étapes de la transposition didactique du concept de matière.

13.1.1 Le concept de matière

Des contraintes diverses ont modifié les programmations initialement prévues si bien que les enseignants n'ont pas tous mis en œuvre une séance portant sur le thème de la matière comme convenu lors de nos premiers échanges. Nous décidons de recueillir quand même les données car nous estimons qu'il peut être intéressant de rechercher des régularités au-delà des contenus en jeu. Le travail de comparaison ne pourra cependant se mener qu'à une échelle macroscopique d'organisation de l'activité. Des comparaisons à l'échelle mésoscopique voire à l'échelle microscopique, pourront cependant être réalisées entre P0, P1

[72] Pour nous : savoirs à enseigner en sciences et technologies à l'école élémentaire

et P2 qui proposent tous les trois une séance sur le thème des liquides et des solides à différents niveaux (CE1 pour P0, CM2 pour P1 et CP-CE1-CE2 pour P2).

Le Tableau 15, ci-dessous, recense les thèmes finalement choisis par les enseignants.

Enseignant/cycle	Titre de la séance	Thème général
P0 (cycle 2)	La course aux glaçons (Changement d'état de l'eau)	**Questionner le monde de la matière** (MEN, 2020, p. 47)
P1 (cycle 3)	Propriétés des matières solides et liquides	**Thème 1 : la matière** (MEN, 2020, p. 47)
P2 (cycle 2)	Propriétés des solides et des liquides	**Questionner le monde de la matière** (MEN, 2020, p. 80)
P2 bis (cycle 3)	Construction d'une mangeoire à oiseaux	Thème 3 : matériaux et objets techniques (MEN, 2020, p. 85)
P3 (cycle 3)	États de l'eau dans la nature	**Thème 1 : la matière** (MEN, 2020, p. 47)
P4 (cycle 3)	Le principe du levier	Thème 3 : objets techniques
P5 (cycle 2)	La matérialité de l'air	**Questionner le monde de la matière** (MEN, 2020, p. 47)

Tableau 15 : Récapitulatif des objets de savoirs en jeu dans les séances filmées

La deuxième colonne de ce tableau recense les titres des séances que nous allons analyser, tels que les enseignants nous les communiquent. La troisième colonne précise le thème général auquel se rapporte chaque séance au regard des programmes d'enseignement scientifique de 2020. Une mise en surépaisseur du thème de la matière dans la troisième colonne de ce tableau fait ressortir les cinq séances dont il nous semble possible de comparer l'organisation à une échelle mésoscopique, voire microscopique.

Regardons à présent ce qu'il s'agit de construire comme savoirs sur la matière non vivante.

13.1.2 Des savoirs à enseigner sur la matière non vivante

Remarquons que de nombreuses branches scientifiques questionnent *la matière*. Citons pour exemples la *physique de la matière condensée* (anciennement prénommée *physique des solides*) qui s'intéresse aux propriétés macroscopiques et microscopiques de la matière dans un état condensé (cf. travaux du GEMAC[73]), la *mécanique des fluides* qui s'intéresse à la matière dans ses états liquide, gazeux et plasmatique (Amiroudine & Battaglia, 2014 [2011]), la *mécanique des milieux continus* qui s'efforce quant à elle de modéliser la matière et

[73] Groupe d'Etude de la Matière Condensée – https://wwwgemac.uvsq.fr

notamment les déformations des solides et les écoulements des fluides (Salençon, 2016), ou encore la *chimie* qui étudie également la matière et ses transformations (Larcher & Tarascon, 2015). Ces nombreuses branches s'appuient elles-mêmes sur d'autres branches scientifiques (physique atomique, quantique, statistique…) au travers des lois qu'elles ont développées.

Concernant l'enseignement supérieur, Métioui et Trudel (2018, p. 29) soulignent cependant les « difficultés considérables » des étudiants pour expliquer différents phénomènes physiques et chimiques à l'échelle microscopique. Les auteurs recensent dans la littérature (Driver *et al*., 1994b ; Kind, 2004 ; Park & Light, 2009) les conceptions naïves et erronées à l'égard du concept de matière, qui sont à l'origine de ces difficultés. Ils montrent en outre que les enseignants de physique et de chimie du collégial[74] au Québec ont eux-mêmes conservé des représentations relativement naïves au sujet de la matière puisqu'aucun des répondants de leur enquête « ne considère que le concept de matière [devienne] de plus en plus abstrait dans le discours des physiciens, au point où ces derniers lui préfèrent le concept d'énergie » (*ibid.*, p. 37).

Concernant l'école élémentaire, Marty (2019, p. 76) souligne que les études sur les conceptions du concept de matière chez les enseignants de ce niveau (Chang, 1999 ; Kokkotas *et al*., 1998 ; Papageorgiou *et al*., 2010) révèlent également des conceptions erronées du point de vue scientifique, et qu'en outre, ces conceptions présentent une similarité importante avec celles des enfants. Quelques études analysent plus spécifiquement les conceptions des enfants concernant les états solide, liquide, et gazeux, ainsi que leurs conceptions concernant les changements d'état (p. ex. Kambouri-Danos *et al.*, 2019 ; Plé, 1997 ; Plé, 2007 ; Ravanis *et al.,* 2022).

Regardons à présent plus spécifiquement ce que les programmes d'enseignement désignent comme savoirs à enseigner sur la matière non vivante à l'école élémentaire.

13.1.3 Des savoirs à enseigner au cycle 2

Les programmes du cycle 2 visent une « première découverte de la science » qui concerne « la matière sous toutes ses formes, vivantes ou non, naturellement présentes dans notre environnement, transformées ou fabriquées » (MEN, BO cycle 2, 2020, p. 47). Ils soulignent pour cela l'importance d'articuler « le vécu, le questionnement, l'observation de la nature et l'expérimentation avec la construction intellectuelle de premiers modèles ou concepts simples permettant d'interpréter et expliquer ».

Le Tableau 16 (p.174), extrait de ces programmes, montre que les *attendus de fin de cycle 2* sont peu nombreux. Il s'agit : 1/ d'identifier les trois états de la matière et observer des changements d'état, 2/ d'identifier un changement d'état de l'eau dans un

[74] L'enseignement *collégial au Québec* correspond à un niveau d'études supérieures situé entre l'enseignement secondaire et l'enseignement universitaire.

phénomène de la vie quotidienne (*ibid*., p. 47). En outre, le tableau précise ces attendus sous forme de « connaissances et compétences » associées, et d'« exemples de situations, d'activités et de ressources pour les élèves ». Ce qui concerne la matière non vivante est reproduit ci-dessous.

	Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
	Identifier les trois états de la matière et observer des changements d'états **Identifier un changement d'état de l'eau dans un phénomène de la vie quotidienne**	
**a **b *a *b	Comparer et mesurer la température, le volume, la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide. Reconnaître les états de l'eau et leur manifestation dans divers phénomènes naturels. Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air. - Quelques propriétés des solides, des liquides et des gaz. - Les changements d'états de la matière, notamment solidification, condensation et fusion. - Les états de l'eau (liquide, glace, vapeur d'eau). - Existence, effet et quelques propriétés de l'air (matérialité et compressibilité de l'air).	Observer des processus de solidification et de fusion de l'eau. Relier les phénomènes météorologiques observables (nuages, pluie, neige, grêle, glace) aux états liquide et solide de l'eau. Identifier l'état physique de l'eau dans différents contextes (océans, cours d'eau, glaciers, banquise, etc.). Mettre en mouvement différents objets avec le vent pour prendre conscience de l'existence de l'air. Mettre en œuvre des dispositifs simples (seringues, ballons, pompes à vélo, récipients de formes variées, etc.) visant à éprouver la matérialité de l'air.

Tableau 16 : Extrait des programmes 2020 du cycle 2 : qu'est-ce que la matière ?

Ce tableau appelle plusieurs remarques. Tout d'abord, il est lisible et assez concis et nous pouvons penser que les exemples de situations proposés représentent un réel point d'appui et une aide pour les enseignants. En revanche, alors que les programmes incitent par ailleurs à la précision du vocabulaire, nous sommes surpris par deux imprécisions signalées par un astérisque simple (*).

La première imprécision (*a) concerne le savoir sur les états de l'eau. Physiquement il s'agit d'identifier les états liquide, solide, et gazeux de l'eau. Dans le langage courant nous utilisons ainsi les termes d'eau lorsque nous désignons l'état liquide de la matière eau, le terme de glace lorsque nous désignons l'état solide de cette matière, et le terme de vapeur d'eau lorsque nous désignons son état gazeux. Nous constatons qu'ici le texte mélange dans une même phrase le terme générique (liquide) et les termes spécifiques (glace et vapeur d'eau) pour décrire les états de l'eau.

La seconde imprécision (*b) concerne le concept d'air. Le texte propose de « mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'air » de manière à prendre conscience[75] de « l'existence de l'air », de « son effet »[76], et de « quelques propriétés de l'air (matérialité et compressibilité de l'air) ». Pour nous, la précision apportée dans cette dernière parenthèse est maladroite car elle peut laisser penser que *matérialité* et *compressibilité* sont des propriétés de l'air, or la matérialité n'est pas une propriété. Éprouver la matérialité de l'air c'est étendre sa compréhension du concept de matière en conceptualisant qu'une matière ne se définit pas uniquement à travers nos sens, qu'elle n'est ni forcément visible ni forcément palpable. En revanche, la compressibilité est bien une propriété de la matière qui peut aider à déterminer les attributs du concept de matière dans le cas de l'air (Plé, 2007).

Ce tableau nous inspire une autre remarque à propos des mots « *quelques propriétés »*. Il s'agit en effet de connaitre « quelques propriétés des solides des liquides et des gaz », cependant, mis à part la mention explicite de la compressibilité de l'air aucune précision n'est apportée sur les propriétés qu'il convient de connaitre au cycle 2.

Une dernière remarque concerne les lignes du Tableau 16, p. 174, repérées par un double astérisque (**). Rappelons tout d'abord que l'un des attendus de fin de cycle (indiqués en en-tête de ce tableau) consiste à identifier les trois états de la matière et *observer* des changements d'état. Cependant, nous constatons « qu'observer des processus de solidification et de fusion de l'eau » ne figure pas dans les *connaissances et compétences associées* de ce tableau, mais dans la colonne *exemple de situations, d'activités et de ressources*. La question que nous nous posons alors est de savoir s'il s'agit de considérer :
1/ que « comparer et mesurer la température, le volume, la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide » (**a) est une compétence attendue qui peut, *éventuellement*, se travailler au travers d'une tâche « d'observation des processus de solidification et de fusion de l'eau » (nommée activité dans le Tableau 16, p. 174),
2/ ou au contraire, que la compétence à développer est « l'observation des changements d'état », ce qui correspond à la formulation de l'attendu de fin de cycle et peut se faire, *par exemple,* au travers d'« [une comparaison des mesures de] la température, [du] volume, [de] la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide ».
Ce questionnement met au jour des implications différentes en termes d'attentes de l'enseignant : l'*observation* est-elle un moyen pour apprendre ou un objet d'enseignement ?

De la même manière nous repérons par deux astérisques (**b) la proposition de « mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air ». Cette dernière se trouve dans la colonne *connaissances et compétences associées*. Cela signifie-t-il que la mise en œuvre d'expériences simples doit être considérée comme une compétence en soi qu'il convient de

[75] C'est nous qui proposons l'expression verbale « prendre conscience » car les programmes ne proposent pas de verbe, simplement un tiret.
[76] « Effet » se trouve au singulier dans le texte, bien que nous puissions distinguer divers effets de l'air en mouvement (déplacer, soulever, faire tourner…)

développer ? Ou est-ce plutôt un exemple de tâche qui permet de développer les compétences attendues en fin de cycle, à savoir : « identifier un changement d'état de l'eau » ou « identifier l'état gazeux de la matière » ?
Là encore, l'ambiguïté nous semble pouvoir avoir des conséquences sur la conception et la mise en œuvre des séances. L'enseignant va-t-il chercher à évaluer la mise en œuvre d'une expérience, et dans ce cas quels critères doit-il retenir ? Ou bien va-t-il chercher à évaluer la capacité des élèves à identifier différents états et changements d'états de la matière ?

Il nous semble qu'au travers de ces deux dernières remarques c'est le statut de l'investigation dans le programme qui est posé (§ 1.1.2, p. 21).

Penchons-nous à présent sur les savoirs à enseigner au cycle 3 concernant la matière.

13.1.4 Des savoirs à enseigner au cycle 3

Au cycle 3 (classes de CM1 et CM2 de l'école primaire et classe de 6ème du collège) un seul attendu est indiqué concernant la matière : « décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique » (MEN, BO cycle 3, 2020, p. 80). Néanmoins, la prescription suggère également de développer la capacité à décrire les états et la constitution de la matière à *l'échelle microscopique*[77], au travers de quelques *exemples d'activités.* En outre, nous constatons que des connaissances sont à construire sur les planètes et l'Univers, ce qui questionne à nouveau la référence à l'échelle. En effet, si l'on entend par *échelle macroscopique* « ce qui se voit à l'œil nu » (dictionnaire Le Robert[78]), il semble nécessaire de convoquer une autre échelle[79] pour élaborer des connaissances sur les planètes et l'Univers.

Ces remarques soulignent que l'attendu de fin de cycle (« décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique ») n'est finalement pas exactement celui indiqué. Il consiste plus précisément à « décrire les états et la constitution de la matière à *différentes échelles* ». Cette formulation apparait d'ailleurs dans les programmes (p. 80, cf. double astérisque dans le Tableau 17, p. 177) mais l'on peut s'étonner que cela soit en tant « qu'exemple d'activité » et non en tant « qu'attendu de fin de cycle ».

Comme pour le cycle précédent nous trouvons dans ces programmes de cycle 3 un tableau (Tableau 17, p. 177) qui précise les « connaissances et compétences associées » à l'attendu de fin de cycle et propose des « exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève ». Dans ce tableau, trois compétences associées sont identifiées. Arrêtons-nous sur la première qui consiste à « mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière ». Elle est repérée par un astérisque simple (*).

[77] Des « repères de progressivité » (*ibid.,* p. 82) précisent par ailleurs que l'échelle microscopique n'est à aborder qu'en dernière année du cycle c'est-à-dire en classe de 6ème
[78] https://dictionnaire.lerobert.com
[79] L'échelle *cosmique,* qualifiée de « grande échelle » à la page 81 du programme.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique	
* Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière. - Diversité de la matière : métaux, minéraux, verres, plastiques, matière issue du vivant. - L'état physique d'un échantillon de matière dépend de conditions externes, notamment de sa température. - Quelques propriétés de la matière solide ou liquide (approche qualitative).	Observer la diversité de la matière, à différentes échelles, dans la nature et dans la vie courante. ** Distinguer différents matériaux à partir de leurs propriétés physiques (par exemple : densité, élasticité, conductivité thermique ou électrique, magnétisme, solubilité dans l'eau, miscibilité avec l'eau…) ou de leurs caractéristiques (matériaux bruts, conditions de mise en forme, procédés…) Observer de façon qualitative des effets
- La matière à grande échelle : Terre, planètes, Univers. - Tout objet matériel possède une masse qui lui est propre et qui peut être mesurée.	résultant d'actions à distance (aimants, électricité statique). Utiliser la loupe et le microscope pour l'observation de structures géométriques de

Tableau 17 : Extrait des programmes 2020 du cycle 3, thème 1 : la matière

En parallèle de cette première compétence (« *mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière »), le programme propose un exemple de tâche (nommée ici *activité* et repérée dans le tableau par le double astérisque **) : « observer la diversité de la matière […] ». Nous nous étonnons de voir apparaître les termes « mettre en œuvre *des observations* » dans la colonne des *connaissances et compétences associées* en parallèle de l'exemple de tâche qui consiste à *« observer* ». L'observation est-elle un objet d'enseignement ou plutôt un moyen de développer sa capacité à décrire les états et la constitution de la matière, qui est l'attendu de fin de cycle 3 indiqué dans le tableau ?

Pour répondre à cette question, reprenons la phrase complète qui indique la compétence à travailler : « * Mettre en œuvre des observations et des expériences pour caractériser un échantillon de matière ». Le groupe prépositionnel introduit par la préposition *pour*, indique le but visé c'est à dire la compétence à développer. Il s'agit donc bien ici de « caractériser un échantillon de matière » et non de « mettre en œuvre des observations et des expériences ». La première partie de phrase décrit donc *un moyen* d'atteindre le but visé mais pas la compétence visée elle-même. Autrement dit les observations et les expériences seraient des exemples de tâches permettant de *développer la capacité à caractériser un échantillon de matière*. Nous remarquons en outre, que les savoirs développés ensuite dans la colonne *connaissances et compétences*, et introduits par des tirets, confirment cette analyse puisqu'ils précisent les connaissances qu'il est nécessaire de développer pour pouvoir *caractériser des échantillons de matière*. Il s'agit d'acquérir des connaissances sur la diversité de la matière, sur quelques propriétés de la matière, sur l'influence de la température sur l'état physique de la matière, ou encore sur l'importance du concept de masse pour caractériser la matière.

Nous ne reproduisons pas ici la suite des programmes sur le thème de la matière non vivante et ne commentons pas les deux autres compétences associées à l'attendu de fin de cycle car elles se rapportent : 1/ à l'identification des constituants d'un mélange solide (alliages, minéraux...), liquide (eau naturelle, boissons...) ou gazeux (air) ; 2/ aux protocoles de séparation de constituants d'un mélange (décantation, filtration, évaporation), et ces objets de savoirs ne sont pas en jeu dans les séances observées pour notre recherche.

Pour conclure, soulignons que les attendus des programmes sur le thème de la matière non vivante, bien qu'ils affichent un souci de clarté et de concision, sont porteurs de flous et d'imprécisions comme cela a déjà été constaté de manière assez marquée dans les travaux de recherche en didactique des sciences (Boilevin, 2014 ; Cariou, 2013 ; Marlot et Morge, 2016 ; Villeret, 2018). Pour le cycle 3 comme pour le cycle 2, il n'est pas si aisé de savoir si les *observations et expériences* à faire mener aux élèves ont le statut d'objet d'apprentissage ou de moyen d'apprentissage ni quelles propriétés de la matière les élèves doivent connaitre. Pour en finir sur ce point, remarquons que Mathé *et al*. (2008, p. 68) pointent également des imprécisions dans les curricula au niveau du collège et appellent déjà à des clarifications en termes de compétences visées, ainsi qu'en termes de types de tâches afin de faciliter l'interprétation des programmes de sciences par les enseignants. Soulignons enfin que des constats similaires sont dressés à l'international (Haug et Ødegaard, 2014).

Complétons cette première approche de l'*Intentio* par une recherche des caractéristiques épistémologiques présentes dans les programmes.

13.2 Caractéristiques épistémologiques de l'*Intentio*

Dans cette section, nous mettons au jour les traces des différentes épistémologies qui semblent sous-tendre les programmes d'enseignement des sciences à l'école élémentaire (MEN, 2020). Par une analyse lexicale nous recherchons pour commencer des traces de constructivisme, voire plus spécifiquement de socio constructivisme. Puis nous nous intéressons à la place de l'observation et de l'expérimentation dans les prescriptions institutionnelles. Notre objectif vise à mettre au jour l'épistémologie qui sous-tend ces programmes d'enseignement des sciences. Nous identifierons par la suite le poids de cette épistémologie sur les pratiques enseignantes de l'ESFI.

13.2.1 Du constructivisme

L'épistémologie constructiviste sur laquelle s'est construite la DST s'exprime dans les programmes au travers de l'idée de *construire ses connaissances.* Les programmes de cycle 2 valorisent cette approche en appelant à la « *construction intellectuelle* de premiers modèles ou concepts simples » (MEN, BO cycle 2, 2020, p. 47). Les programmes du cycle 3 la valorisent en précisant : « Chacun de ces thèmes permet de *construire* des concepts ou notions […] » ; « Le concept d'énergie, progressivement *construit* […] » ; La *construction* des concepts scientifiques s'appuie sur […] » (MEN, BO cycle 3, 2020, p. 80).

L'épistémologie constructiviste s'exprime ensuite par la prise en compte du questionnement des élèves jusque dans l'intitulé « *questionner* le monde » pour le cycle 2. Nous pouvons lire également que « Questionner le monde » constitue l'enseignement privilégié pour *formuler des questions* » (MEN, BO cycle 2, 2020, p. 6) et que « les sciences et la technologie *suscitent les questionnements des élèves* » (MEN, BO cycle 3, 2020, p. 8). En outre, sept occurrences des termes *questionner*, *question* ou *questionnement* (annexe 8) précisent qu'au cycle 2 les élèves *se posent des questions* ou *s'appuient sur le questionnement* pour « construire des compétences ». C'est encore davantage au cycle 3, où l'on relève seize occurrences de ces mêmes termes relativement à l'enseignement des sciences et des technologies (les élèves questionnent le monde, formulent un questionnement, répondent à des questions…).

L'épistémologie constructiviste s'exprime enfin à travers l'intérêt porté aux conceptions des élèves. Les programmes du cycle 2 soulignent la place centrale que tiennent « les *connaissances intuitives* » définies comme les « connaissances acquises par les enfants dans de nombreux domaines (social, physique, langue orale et culture) en dehors de l'école, que ce soit dans leur famille ou ailleurs » (programmes du cycle 2, p. 3). Nous retrouvons également dans le premier paragraphe relatif à l'enseignement des sciences et des technologies au cycle 3 une injonction à « [prendre] toujours soin de *partir* du concret et *des représentations de l'élève* » (*ibid*., p. 78). Nous reconnaissons ici l'idée du constructivisme piagétien, voire l'idée de conception très largement étudiée par les didacticiens des sciences (Astolfi, 1984 ; Astolfi et Develay, 1989 ; Driver, 1973 ; Driver & Erickson, 1983 ; Giordan, 1983, 1999 ; Giordan *et al*., 1994 ; Giordan & Martinand, 1988 ; Giordan & De Vecchi, 1987 ; Tiberghien & Delacôte, 1976). Remarquons cependant que ce sont les seules références explicites à cette caractéristique constructiviste, voire socioconstructiviste.

Précisons justement ce que notre analyse des programmes relève quant à une épistémologie socioconstructiviste.

13.2.2 Du socioconstructivisme

Selon nous, en termes de *représentations ou conceptions des élèves,* l'extrait du programme de cycle 2 mentionné précédemment fait référence à ce que Vygotski (1997 [1934]) nomme

« les concepts spontanés » que l'enfant construit de manière inconsciente à partir de ses propres expériences. Dans l'approche socio-constructiviste de cet auteur, l'appropriation de concepts scientifiques se fait par l'intermédiaire des concepts spontanés. Ces derniers constituent donc un fondement des apprentissages, et c'est bien cela que semblent revendiquer les programmes.

Nous remarquons que l'expression de *conflit* sociocognitif[80] n'est pas explicitement utilisée dans les programmes 2020. Les expressions qui semblent porter cette idée utilisent les notions de *confrontation d'idées* et *d'échanges contradictoires*, auxquelles s'ajoutent des incitations à la *contradiction*, aux *échanges* et aux *discussions*, au *dialogue* et au *débat argumenté*, ou encore à la *coopération*, la mutualisation et le travail d'équipe comme le montrent les extraits suivants :

- « L'enseignement moral et civique se prête *particulièrement* aux travaux qui placent les élèves en *situation de coopération et de mutualisation* favorisant *les échanges d'arguments* et la *confrontation des idées »* (Programmes du cycle 3, p. 62) Remarquons que l'adverbe « *particulièrement »* sous-entend que d'autres enseignements peuvent contribuer à ces apprentissages, et nous pensons ici aux enseignements scientifiques et technologiques qui prescrivent les échanges et le dialogue.
- « Dans des *échanges contradictoires*, pouvant prendre appui sur la littérature jeunesse, des écrits documentaires ou journalistiques, les élèves sont initiés à *débattre* de manière démocratique et à penser de façon critique ». (Programmes du cycle 3, p. 62). Remarquons que le travail sur les écrits documentaires est également suggéré dans les enseignements scientifiques.
- « Des expériences simples (exploration, observation, manipulation, fabrication) faites par tous les élèves *permettent le dialogue entre eux* […] (programmes du cycle 2, p. 47)
- « La *discussion réglée* et le *débat argumenté* ont une place de premier choix pour permettre aux élèves de comprendre, d'éprouver et de mettre en perspective les valeurs qui régissent notre société démocratique. Ils comportent une prise d'informations selon les modalités choisies par le professeur, *un échange d'arguments* dans un cadre défini et un retour sur les acquis permettant une trace écrite ou une formalisation. » (Programmes du cycle 3, p. 62)
- « La recherche de solutions en réponse à un problème posé dans un contexte de la vie courante est favorisée par *une activité menée par équipes d'élèves*. » (Programmes du cycle 3, p. 87)

Nous constatons cependant que ces notions émergent davantage dans la partie plus générale des programmes que dans la partie spécifique à l'enseignement scientifique. Bien sûr, l'enseignant du primaire doit avoir une connaissance de l'ensemble des programmes d'enseignement mais cette présentation ne nous semble pas faciliter l'appropriation de l'épistémologie qui sous-tend chaque discipline scolaire, et précisément en ce qui nous concerne, de l'enseignement des sciences et des technologies.

[80] Remarquons que celle de conflit cognitif issue du cadre piagétien ne l'est pas davantage.

Remarquons pour conclure sur ce point, que, bien que des caractéristiques d'une épistémologie socioconstructiviste émergent au travers de ces programmes par la valorisation de pratiques coopératives, de discussions et de débats, nous repérons une focalisation sur le terme d'*argumentation* et non sur celui de *négociation*. Nous relevons en effet 12 occurrences des mots : argumenter / argumenté / arguments / argumentatif / argumentation pour le cycle 2 et 25 pour le cycle 3, mais aucun mot associé de près ou de loin au terme de négociation (annexe 8). De notre point de vue, le choix de cette terminologie peut générer des confusions pour les enseignants. En effet – et nous rejoignons à cet endroit les constats de Bisault et Berzin (2009) ou encore de Lebeaume (2000) – les pratiques de débat, de travail de groupe et d'enquête peuvent être différentes d'une discipline à une autre, et il nous semble que l'utilisation transversale du terme d'*argumentation* dans l'ensemble des enseignements ne clarifie pas les spécificités de l'argumentation en sciences. Ces spécificités, largement documentées en didactique des sciences (Buty & Plantin, 2008 ; Hasni & Lebeaume, 2010 ; Jacobi & Peterfalvi, 2004 ; Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2007 ; Lhoste, 2006 ; Mello *et al*., 2018 ; Orange, 2003 ; Schneeberger, 2008), tiennent précisément à la dimension de négociation que recouvre le langage dans les apprentissages scientifiques. Or, si l'on n'aide pas les enseignants à prendre conscience de cette dimension, un échange une discussion ou un débat peut tout à fait rester stérile du point de vue des apprentissages scientifiques, voire, si l'on n'y prend pas garde, se trouver porté par une forme de relativisme (Feyerabend, 1979) où tous les arguments se vaudraient du moment qu'ils soient clairement et méthodiquement exposés.

La notion de « négociation » présentée par Bruner (2008 [1996], p. 77) comme un processus social qui permet d'évaluer les idées proposées au cours d'un échange verbal à la lumière des justifications avancées par les uns ou les autres, valorise en revanche le rôle de l'enseignant dans la mise en interaction entre les connaissances anciennes des élèves et le savoir nouveau ou « savoir construit » (Jonnaert, 2002, p. 190). Sous cet angle, la négociation se révèle être un processus qui favorise *l'acculturation* des élèves (Driver *et al*., 1994a, p. 8) c'est à dire un processus d'apprentissage des sciences qui met l'accent sur la « nature discursive » de la connaissance scientifique, laquelle est « socialement construite et validée » (*ibid.,* cités par Bächtold, 2012, p. 11). L'usage du terme d'*argumentation* tel que nous l'identifions dans les programmes, très transversal entre les disciplines, nous semble donc potentiellement réducteur de la dimension *socio* du socioconstructivisme. C'est-à-dire que le regard d'un enseignant non averti risque d'être porté uniquement sur l'aspect interactions sociales avec les pairs, là où une focalisation sur la *négociation* prendrait en compte non seulement ces interactions sociales mais également la nature sociale des savoirs eux-mêmes, en passant par une redéfinition du rôle de l'enseignant en « médiateur »[81] (Boilevin, 2010 ; Driver *et al*., 1994a ; Numa-Bocage, 2007 ; Weil-Barais & Dumas-Carré, 1995).

[81] Le médiateur est à entendre dans le sens de celui qui organise une négociation du sens pour arriver à une connaissance partagée entre élèves et enseignants.

Nous abordons à présent quelques réflexions épistémologiques sur la notion d'observation.

13.2.3 De l'observation et de l'expérimentation

Notre lecture approfondie des programmes de 2020 fait ressortir un très grand nombre d'occurrences des termes relatifs à l'observation – observation(s)/ observer/ observateur/ observé – 51 occurrences pour le cycle 2 dont 30 en lien avec l'enseignement « questionner le monde de la matière et des objets », et 62 pour le cycle 3 dont 39 en lien avec l'enseignement des sciences et des technologies (Annexe 8). Épistémologiquement, la référence à l'observation en sciences n'est cependant pas neutre (cf. § 1.2, p. 23) et nous nous étonnons de l'usage si récurrent de ce terme dans les programmes, d'autant plus que sa primauté est mise en relief à de nombreuses reprises comme le montrent les exemples suivants (pour un relevé exhaustif voir annexe 9) :

> - « *Par l'observation* fine du réel dans trois domaines, le vivant, la matière et les objets, la *démarche d'investigation* permet d'accéder à la connaissance de quelques caractéristiques du monde vivant, à l'observation et à la description de quelques phénomènes naturels et à la compréhension des fonctions et des fonctionnements d'objets simples. » (Programmes du cycle 2, p. 6)
> - « Ce dernier exercice [écriture de textes variés] permet d'articuler *les pratiques d'observation* réalisées dans le cadre des activités d'étude du monde du vivant, de la matière et des objets avec un enrichissement progressif du vocabulaire des élèves. » (Programmes du cycle 2, p. 15)
> - « *Par l'observation du réel*, les sciences et la technologie suscitent les questionnements des élèves et la recherche de réponses. » (Programmes du cycle 3, p. 8).
> - « La construction des concepts scientifiques s'appuie sur une démarche qui exige *des observations, des expériences,* des mesures, etc. » (Programmes du cycle 3, p. 80)

Bien qu'une « diversité des démarches et des approches » soit prescrite (Programmes du cycle 3, p. 78), notre analyse nous amène néanmoins à constater une survalorisation de l'observation et de l'expérimentation entrainant un risque fort de positivisme. En outre, le terme de construction des concepts est très peu explicite pour aider les enseignants à saisir l'importance du processus de conceptualisation[82].

Relevons pour terminer ce dernier extrait :

> - « Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion. » (Programmes du cycle 2, p. 46)

[82] Tiberghien et Vince (2005) décrivent ce processus par un passage du registre empirique (ou monde des objets et des phénomènes) au registre théorique (monde des concepts et des modèles).

Il nous semble que le modèle ici valorisé se trouve très proche du modèle OHERIC[83]. Nous y retrouvons : l'Observation, l'Expérimentation et la Conclusion. Le terme de *description* semble remplacer celui de *Résultats* et le terme de *raisonnement* celui d'*Interprétation*. La ressemblance nous semble donc frappante. Clément (1998) souligne pourtant que « la contestation de ce modèle [OHERIC] est devenue un classique de la didactique des sciences ». Notons toutefois que dans cette proposition des programmes, il n'est plus question d'émission d'*Hypothèses.* En outre, une phase de *questionnement* introduit la démarche proposée. Mais que recouvre précisément le terme de *questionnement* pour les auteurs des programmes ? Le questionnement s'appuie-t-il sur les conceptions des élèves, et comment ? Et où apparaissent les différentes modalités d'investigation identifiées par Larcher et Peterfalvi (2006) : expérience, observations, recherche ou analyse documentaire, modélisation, simulation…

Pour conclure, soulignons que les programmes d'enseignement des sciences et des technologies (MEN, 2020) présentent quelques éléments d'une épistémologie constructiviste voire socioconstructiviste. Cependant, nous constatons que l'injonction à s'appuyer sur les conceptions des élèves n'apparait explicitement qu'à une seule reprise dans chacun des cycles. En outre, bien que le questionnement des élèves apparaisse comme un point essentiel, la nuance qu'il conviendrait d'apporter entre *un questionnement* (qui relève de la *construction* d'un problème) et des *questions* (qui ne relèvent pas d'une telle construction) ne nous semble pas explicite. Enfin, nous relevons dans ces programmes une valorisation des interactions sociales avec les pairs. Néanmoins, il n'est fait aucune mention de la spécificité de l'argumentation en situation d'enseignement des sciences. Pour terminer, nous pointons une survalorisation de l'observation et de l'expérimentation relativement aux autres formes possibles d'investigation entrainant un risque de positivisme fort. L'ensemble de ces constats rend difficile la compréhension des attentes institutionnelles à l'égard de l'enseignement des sciences et fait craindre que les aspects (socio) constructivistes, tels qu'ils s'expriment dans ces programmes, ne soient pas suffisamment explicites pour aider les enseignants à sortir « des clichés habituels qui le réduisent au relevé des représentations initiales des élèves ou à l'organisation de travaux de groupes en classe », si l'on peut se permettre de reprendre la formule percutante de Jonnaert (2002, p. 194).

Considérons à présent le troisième type d'objet relatif à l'*Intentio*, à savoir : les affirmations produites par les programmes officiels sur les *conditions d'apprentissage* des sciences et des technologies.

[83] OHERIC : Observation, Hypothèses, Expérience, Résultat, Interprétation, Conclusion. Modèle proposé par Giordan, (1976) dans sa thèse mais très vite critiqué, y compris par l'auteur lui-même.

13.3 Enseigner-apprendre les sciences à l'école élémentaire

Notre objectif vise ici à caractériser les conditions de fonctionnement de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences à l'école primaire telles qu'elles apparaissent dans les programmes (MEN, 2020). Pour cela, nous relisons l'ensemble des programmes au travers du filtre de trois questions : Qu'est-ce qu'apprendre en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment les élèves apprennent-ils en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment enseigner les sciences (à l'école élémentaire) ? Chacune de ces questions fait l'objet d'une section et prend volontairement en considération, dans un premier temps, l'ensemble des programmes d'enseignement car le professeur des écoles possède une approche globale et non disciplinaire du programme. L'enjeu consiste à identifier comment les injonctions sur le fonctionnement et l'apprentissage pèsent sur sa pratique d'enseignement des sciences.

13.3.1 Qu'est-ce qu'apprendre les sciences ?

Les premières lignes des programmes de cycle 2 (MEN, BO cycle 2, 2020, p. 2) apportent une réponse institutionnelle à la question « qu'est-ce qu'apprendre ? ». Elles annoncent en effet : « Apprendre à l'école, c'est interroger le monde. C'est aussi acquérir des langages spécifiques, acquisitions pour lesquelles le simple fait de grandir ne suffit pas. […] Au cycle 2, tous les enseignements interrogent le monde ».

L'attitude active de l'élève qui interroge le monde est présentée ici comme la base de tous les apprentissages et dépasse donc le cadre de l'enseignement des sciences et des technologies. Mais arrêtons-nous un instant sur l'usage du verbe *s'interroger*.

> « Interroger a d'abord signifié "demander les avis (de plusieurs personnes)" puis, en parlant d'une seule personne, et a pris en droit le sens de "questionner", "poursuivre en justice" et enfin "argumenter" en philosophie. Ce verbe est composé de *inter* et de *rogare* dont les premiers sens étaient "s'adresser à" et "poser une question à (qqn)" »[84] (Rey, A., p. 1109)

Si nous considèrons que les termes *s'interroger* et *se questionner* sont synonymes, nous pouvons entendre dans la phrase précitée, une première orientation épistémologique sous-tendue par une pensée constructiviste puisque *l'interrogation* ou *le questionnement* de l'élève est identifié comme la base même de l'apprentissage. Cette interprétation est renforcée par l'étiquette « *questionner* le monde », relative à l'enseignement des sciences et des technologies au cycle 2, dont nous relevons vingt-sept occurrences dans l'ensemble du programme de cycle 2 (Annexe 8). Cependant, si nous en croyons la chronique littéraire de

[84] Rey, A. (dir). (2010). *Dictionnaire historique de la langue française.* Dictionnaires LE ROBERT.

l'écrivain Jean-Loup Chiflet[85], le terme d'*interrogation* implique la recherche d'une réponse précise apportée à une/des question(s), alors que le terme de *questionnement* fait référence à une problématique et n'implique pas nécessairement une réponse précise.

> Le mot question qui désigne la recherche en général, s'est spécialisé en droit au sens d'"enquête", "interrogatoire" […] et dans la langue philosophique "interrogation, discussion" » (Rey, A., p. 1824)

La nuance entre ces deux termes, dès lors qu'on ne les prend pas pour des synonymes, peut donc traduire deux orientations épistémologiques différentes. Remarquons à ce sujet que les didacticiens des sciences constructivistes utilisent le terme de *questionnement* (et non celui d'interrogation). Remarquons en outre, que c'est également le terme de *questionnement* qui est employé dans la partie des programmes spécifique à l'enseignement « questionner le monde ».

De leur côté, les programmes du cycle 3 n'apportent pas directement de réponse à la question « qu'est-ce qu'apprendre ?» Ils apportent en revanche leur point de vue sur la manière dont les élèves apprennent. C'est ce que nous abordons à présent.

13.3.2 Comment les élèves apprennent-ils les sciences ?

Dès le cycle 2 il est entendu que les élèves apprennent en étant confrontés à « des problèmes [qui] permettent d'aborder de nouvelles notions, de consolider des acquisitions, de provoquer des questionnements. » (Programmes du cycle 2, p. 55). En outre, les programmes mentionnent la place centrale des conceptions initiales des élèves dans le processus d'apprentissage et « le décalage important » qu'il existe dans ce cycle entre l'oral et l'écrit (*ibid.)*.

Les programmes de cycle 3 répondent moins directement à cette question et s'appliquent quant à eux à souligner les évolutions cognitives des élèves comme le montrent ces extraits :

> - « Ils [les élèves] deviennent également conscients des moyens à mettre en œuvre pour résoudre des problèmes. » (Programmes du cycle 3, p. 4).
> - « Ils développent des capacités métacognitives qui leur permettent de choisir les méthodes de travail les plus appropriées » (*ibid.*).
> - « En devenant capables de réfléchir aux méthodes pour apprendre et réaliser les tâches qui leur sont demandées, les élèves acquièrent une autonomie et organisent mieux leur travail personnel » (*ibid.*).
> - « Alors que leurs capacités d'abstraction s'accroissent, les élèves élaborent, structurent leur pensée et s'approprient des savoirs au travers de situations qui articulent formulations et reformulations orales et écrites. » (Programmes du cycle 3, p. 78).

Ces extraits des programmes du cycle 3 nous semblent cette fois influencés par une épistémologie dite « génétique » (Bächtold, 2012, p. 12) en lien avec la théorie piagétienne du développement cognitif. Ce courant de pensée accorde un rôle secondaire à

[85] https://www.lefigaro.fr/langue-francaise/interrogation-ou-questionnement-lequel-choisir-20210811

l'école dans le développement cognitif de l'élève et s'appuie sur une conception évolutionniste de l'apprentissage. Ainsi, le professeur non averti peut penser à la lecture de ces lignes que la capacité à raisonner, les capacités métacognitives, les capacités d'abstractions se développent « d'elles-mêmes » avec la maturité des élèves. Le risque alors est que l'enseignant ne prenne pas la mesure de l'importance de son rôle de médiateur.

Nous remarquons enfin que le caractère progressif des apprentissages est explicitement recommandé comme le montrent ces deux exemples extraits des programmes :

- « Le cycle 2 couvre la période du CP au CE2, offrant ainsi la durée et la cohérence nécessaires pour des *apprentissages progressifs* et exigeants. » (Programmes du cycle 2, p. 2) (Annexe 10)
- « L'organisation des apprentissages au cours des différents cycles de la scolarité obligatoire est pensée de manière à introduire *de façon progressive* des notions et des concepts pour laisser du temps à leur assimilation. » (Programmes du cycle 3, p. 78) (Annexe 11)

Dans les programmes, et de manière transversale à tous les enseignements, l'idée de progressivité du simple vers le complexe est sans cesse réaffirmée (Annexe 12) et c'est avec beaucoup de prudence que la confrontation à la tâche complexe est abordée puisqu'une seule occurrence du terme « *complexe »* peut être relevée en lien avec l'enseignement des sciences (Annexe 8) : « Les situations où ils [les élèves] mobilisent savoirs et savoir-faire pour mener une *tâche complexe* sont introduites progressivement » (Programmes du cycle 2, p. 5). Devons-nous alors comprendre que la confrontation à la complexité n'est pas préconisée ? Pour répondre plus précisément à cette question, examinons à nouveau les programmes au regard de la question « comment enseigner ? ».

13.3.3 Comment enseigner les sciences ?

La lecture des programmes sous le filtre de cette question apporte en premier lieu des réponses assez générales. Elle permet ensuite de mettre au jour l'aspect *maitrise de la langue*, qui, s'il est mentionné dans les programmes d'enseignement des sciences et des technologies, se voit surtout abordé de manière transversale à tous les enseignements. Enfin, cette lecture nous permet d'identifier les préconisations que les programmes semblent valoriser en termes de dispositifs didactiques. Pour terminer, deux courts extraits des programmes nous permettent d'analyser comment leurs auteurs distinguent les différents objectifs qu'il conviendrait de se fixer, selon Hodson (2014) reprit par Boilevin (2017), lorsqu'il s'agit d'enseigner les sciences et les technologies à l'école élémentaire.

13.3.3.1 Des principes généraux

Pour commencer, nous trouvons dans les programmes du cycle 2 des incitations à réaliser « des apprentissages progressifs et exigeants » (Annexe 10), en lien avec la réflexion précédente sur la manière dont les élèves apprennent. Un enseignement « particulièrement structuré et explicite » est recommandé pour « donner du sens aux apprentissages », et

l'enseignant est appelé à organiser « des reprises constantes des connaissances en cours d'acquisition » ainsi qu'une « différenciation des apprentissages » notamment au travers d'une prise en compte « des besoins éducatifs particuliers de certains élèves […] qui nécessitent des aménagements pédagogiques appropriés. » (Programmes du cycle 2, p. 2) (Annexe 10). Les mêmes préconisations apparaissent dans les programmes du cycle 3 puisque ceux-ci valorisent un enseignement « structuré, progressif et explicite » s'appuyant sur des « modalités d'apprentissage différenciées » (Programmes du cycle 3, p. 3). La nécessité d'une attitude bienveillante ressort également de la lecture de l'ensemble des programmes qui visent à développer « la confiance en soi » (Programmes du cycle 3, p. 7, 8), notamment au travers du « regard positif du professeur qui encourage l'élève, les différentes situations proposées motivantes et porteuses de sens, la collaboration entre pairs » (Programmes du cycle 3, p. 1 - Annexe 11), mais également au travers de la propension du professeur à « accepter les essais et les erreurs » (Programmes du cycle 2, p. 9 - Annexe 10). Au-delà de ces prescriptions que nous qualifions de générales, nous remarquons qu'une priorité transversale à tous les enseignements est mise en lumière. Nous la présentons à présent.

13.3.3.2 Une priorité au langage

Une lecture exhaustive des programmes de l'école élémentaire souligne à quel point la vigilance de l'enseignant envers l'apprentissage de la langue est sollicitée (Annexe 13), comme en témoignent les extraits suivants des Programmes du cycle 2 :

- « Au cycle 2, la langue française constitue l'objet d'apprentissage central » (p. 2) :
- « […] Tous les enseignements concourent à la maîtrise de la langue. Toutefois, "Questionner le monde", les arts plastiques comme l'éducation musicale, en proposant de s'intéresser à des phénomènes naturels, des formes et des représentations variées, fournissent l'occasion de les décrire, de les comparer, et de commencer à manipuler, à l'oral comme à l'écrit, des formes d'expression et un lexique spécifique » (p. 4).
- « l'enseignant veille à la pertinence et à la qualité du langage oral des élèves en toutes occasions » (p. 9).
- « Les séances consacrées spécifiquement à la pratique explicite de l'oral […] gagnent à être intégrées dans les séquences constitutives des divers enseignements […] Ces séquences incluent l'explication, la mémorisation et le réemploi du vocabulaire découvert en contexte » (p. 9).

D'autres exemples montrent que cette priorité envers l'apprentissage de la langue française est toujours soulignée dans les programmes du cycle 3 (Annexe 13) :

- « De manière générale, la maîtrise de la langue reste un objectif central du cycle 3 » (p. 10).
- « Tous les enseignements concourent à la maîtrise de la langue. En histoire, en géographie et en sciences, on s'attachera à travailler la lecture, la compréhension et la production des différentes formes d'expression et de représentation en lien avec les apprentissages des langages scientifiques » (p. 6).

- « Enfin, l'accent est mis sur la communication individuelle ou collective, à l'oral comme à l'écrit en recherchant la précision dans l'usage de la langue française que requiert la science » (p. 78).

Outre ces premières orientations, nous relevons également dans les programmes de 2020, des suggestions de dispositifs didactiques qui apportent d'autres réponses à la question « comment enseigner ? » Nous les présentons maintenant.

13.3.3.3 Des dispositifs didactiques

Les programmes du cycle 2 soulignent que « La démarche, mise en valeur par la pratique de l'observation, de l'expérimentation et de la mémorisation, développe l'esprit critique et la rigueur, le raisonnement, le goût de la recherche et l'habileté manuelle, ainsi que la curiosité et la créativité. » (p. 47) Demandons-nous cependant à quelle *démarche* se réfère cet extrait qui met en exergue « l'observation, l'expérimentation et la mémorisation » ? Et comment interpréter l'usage du terme « mémorisation » lorsqu'il s'agit de questionner le monde ? Faut-il entendre qu'au travers de l'enseignement « questionner le monde » l'élève doit *mémoriser* des résultats généralisés à partir d'une *observation* et d'une *expérience* et non comprendre le monde qui l'entoure comme le soulignent les programmes par ailleurs ? Les programmes du cycle 2 valorisent-ils ici une *démarche inductive* ? À moins qu'il ne s'agisse, de manière très implicite, de valoriser une *démarche expérimentale* ?

Une recherche spécifique des mots *expérience(s), expérimentale, expérimentation*, fait ressortir que l'expression « démarche expérimentale » n'est jamais mentionnée dans les programmes (ni au cycle 2 ni au cycle 3), et souligne une ambiguïté sur l'utilisation de ces termes. Nous l'illustrons en plaçant côte à côte les deux extraits suivants :

Programmes du cycle 2, p. 47	Programmes du cycle 3, p. 78
« Des expériences simples (**exploration, observation, manipulation, fabrication**) faites par tous les élèves permettent le dialogue entre eux, l'élaboration de leur représentation du monde qui les entoure, l'acquisition de premières connaissances scientifiques et d'habiletés techniques. »	« La diversité des démarches et des approches (**observation, manipulation, expérimentation, simulation, documentation…**) développe simultanément la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit critique, l'habileté manuelle et expérimentale, la mémorisation, la collaboration pour mieux vivre ensemble et le goût d'apprendre. »

Tableau 18 : Expériences simples, démarches, approches, ou investigation ?

Dans le Tableau 18 ci-dessus, diverses activités sont citées entre parenthèses et en surépaisseur : « exploration, observation, manipulation, fabrication, expérimentation, simulation, documentation… ». Ces activités sont qualifiées d'« *expériences simples* » au cycle 2 et de « *démarches et approches* » au cycle 3. Nous y reconnaissons diverses formes ou activités d'investigation (Larcher, Peterfalvi, 2006). Pourquoi alors ne pas les mentionner en tant que telles ? D'autant que les programmes font par ailleurs référence à l'investigation (Annexe 14). Nous relevons ainsi 3 références directes à la « démarche d'investigation » dans

les programmes du cycle 2, et 4 références directes à « l'investigation » dans les programmes du cycle 3 (Annexe 8) dont une plus précisément à la « démarche d'investigation ».

Ainsi, les programmes du cycle 2 prescrivent de « pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion » (p. 46). Néanmoins, en y regardant de près, nous pouvons constater que dans cette formulation, ni la phase d'émission d'hypothèses ni la phase d'investigation ne sont explicitement mentionnées. Cette dernière se retrouve implicitement remplacée par les termes « observation et expérience », ce qui selon nous, véhicule une représentation erronée de ce que recouvre la notion d'*investigation* et tend à réduire ce qui est présenté comme une démarche d'investigation à une démarche expérimentale, voire à une pseudo démarche expérimentale puisque la phase d'émission d'hypothèses n'est pas mentionnée alors même qu'elle se veut le pilier d'une démarche hypothético-déductive.

Au travers des programmes du cycle 3, nous constatons également des références floues à l'investigation. Ainsi, le terme d'*investigation* qui apparait trois fois sous forme de substantif, se retrouve placé au même niveau que *l'observation ou l'expérimentation*, comme le montre cet extrait : « Dans ces classes [CM1-CM2], l'investigation, l'expérimentation, l'observation du fonctionnement [des objets techniques], la recherche de résolution de problème, sont à pratiquer afin de solliciter l'analyse, la recherche, et la créativité des élèves pour répondre à un problème posé » (*ibid*., p. 87). Cette phrase est ambigüe si l'on considère que l'observation ou l'expérimentation sont deux des formes que peut prendre l'investigation au cœur d'une démarche d'investigation.

Pour terminer, nous relevons dans les programmes de cycle 3 (p. 78), une liste de compétences à travailler « pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique » :

> « -formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple
> - proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème
> - proposer des expériences simples pour tester une hypothèse
> - interpréter un résultat, en tirer une conclusion
> - formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale. »

Remarquons que cette liste fait écho aux étapes d'une démarche OHERIC (Observation, Hypothèse, Expérience, Résultat, Interprétation, Conclusion), à la seule différence que l'étape d'observation est remplacée par une étape de « formulation d'une question ou problématique ». Soulignons cependant l'ambiguïté de cette première compétence. S'appuie-t-elle sur les conceptions des élèves et comment ? [86] et avec une ambiguïté sur l'utilisation de l'expression « expériences simples ». Faut-il entendre ce terme comme une injonction à

[86] Nous avions identifié ce même type d'approche au cycle 2 (§ 13.2.3, p. 182), bien que les étapes étaient alors présentées comme étapes d'une démarche et non comme des compétences à travailler comme ici.

expérimenter ? À réaliser des expériences, *a fortiori* des expériences *simples* ? Ou faut-il comprendre que ce terme désigne les différentes activités d'investigation comme l'a suggéré notre analyse de l'extrait reproduit dans le Tableau 18, p. 188 ? Dans le premier cas, cela signifierait que les programmes continuent de prescrire des démarches expérimentales dont les limites ont pourtant été soulignées par les didacticiens des sciences. Dans le second cas, nous pouvons nous demander si les enseignants sont suffisamment outillés pour mesurer l'ambigüité du vocabulaire employé et reconnaitre dans cette prescription la valorisation d'une diversité d'activités d'investigation.

Pour résumer concernant les dispositifs didactiques suggérés par les prescriptions institutionnelles, nous pouvons donc souligner que, bien qu'ils fassent preuve de nombreuses imprécisions, les programmes plébiscitent « *une diversité des approches »* (Annexe 14). Une recherche par mots clés (Annexe 8) révèle ainsi la valorisation dans les enseignements scientifiques et technologiques des activités qui reposent sur l'expérimentation (6 occurrences au cycle 2, et 10 occurrences au cycle 3), la manipulation (2 occurrences), l'observation (30 occurrences au cycle 2, 39 au cycle 3), la modélisation (4 occurrences de ce terme et 3 occurrences du terme « modèles » en lien avec l'enseignement des sciences et des technologies), la simulation (2 occurrences), la documentation (1 occurrence de ce terme, et 3 occurrences du terme documents en lien avec cet enseignement). En outre, il convient de constater que les croisements entre les enseignements sont significativement plébiscités au travers de la mise en œuvre de projets interdisciplinaires variés (nous relevons au total 36 occurrences du terme « projet » dont 12 peuvent directement concerner les enseignements relatifs aux sciences et aux technologies).

Regardons à présent comment les programmes 2020 distinguent les trois dimensions identifiées par certaines recherches en didactique des sciences (Boilevin, 2017 ; Hodson, 2014) : faire des sciences, apprendre des sciences, apprendre sur les sciences.

13.3.3.4 Un regard sur les objectifs

Hodson (*ibid.,* p. 2538) alerte sur les erreurs de planification trop souvent commises par les enseignants, selon lui, du fait d'un manque de distinction entre : 1/ *faire des sciences* et *apprendre des sciences,* en particulier lorsque l'on vise des apprentissages conceptuels ; 2/ apprentissage basé sur la recherche et engagement dans la recherche ; 3/ apprentissage de la démarche scientifique – quelles qu'en soient ses variations – et apprentissage de la conduite d'enquêtes scientifiques. Selon l'auteur, ces erreurs fondamentales tiennent au fait que de nombreux enseignants (mais aussi des formateurs et des concepteurs de programmes) supposent que la recherche et l'expérimentation doivent être au cœur de l'enseignement des sciences parce qu'elles sont au cœur de la science. Au travers de deux exemples relevés au cours des multiples relectures des programmes réalisées pour analyser ce dernier aspect de l'*Intentio,* nous analysons comment les programmes d'enseignement des sciences et des technologies de 2020 distinguent (ou non) ces objectifs :

Exemple 1 : « La construction des concepts scientifiques s'appuie sur une démarche qui exige des observations, des expériences, des mesures, etc. » (Programmes du cycle 3, p. 80). Selon nous, cet extrait des programmes sous-entend qu'en faisant des sciences (par une démarche basée sur l'observation et l'expérimentation), l'élève construit des concepts scientifiques autrement dit, qu'il apprend des sciences.

Exemple 2 : « par le recours à la démarche d'investigation, les sciences et la technologie apprennent aux élèves à observer et à décrire, à déterminer les étapes d'une investigation, à établir des relations de cause à effet et à utiliser différentes ressources. » (Programmes du cycle 3, p. 8). Selon nous, apprendre à « déterminer les étapes d'une investigation » est un objectif relatif à *l'apprentissage de la démarche scientifique,* et apprendre à « établir des relations de cause à effet et à utiliser différentes ressources » est un objectif relatif à *l'apprentissage de la conduite d'enquêtes scientifiques*. Ces objectifs sont bien distincts, et l'on peut ajouter pour aller plus loin, qu'avoir recours à la démarche d'investigation n'est pas *faire des sciences*. En effet, Hodson (2014, p. 2546) précise que l'on ne peut apprendre à faire des sciences en apprenant une prescription ou un ensemble de processus à appliquer dans toutes les situations. (« That is, one cannot learn to do science by learning a prescription or set of processes to be applied in all situations »).

Notre analyse des programmes (MEN, 2020) sous le filtre des trois questions : Qu'est-ce qu'apprendre en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment les élèves apprennent-ils en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment enseigner les sciences (à l'école élémentaire) ? nous permet de mettre au jour les conditions de fonctionnement de l'enseignement telles qu'elles sont appréhendées par les auteurs des programmes 2020.

Nous soulignons tout d'abord que, selon les programmes 2020, l'enseignement pourra fonctionner à condition que l'élève *se questionne, s'interroge*, car précisent-ils, « apprendre c'est interroger le monde ». Nous nous attardons sur le vocabulaire utilisé car d'un point de vue épistémologique, *se questionner* peut s'entendre comme « construire un questionnement » dans le sens de Bachelard (1999 [1938]) pour qui les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes, ou comme synonyme de « s'interroger » auquel cas ce n'est plus forcément la construction du problème qui importe mais davantage le résultat ou la réponse attendue. S'agit-il alors que les élèves « répondent à des problèmes », « mémorisent » des résultats, ou bien qu'ils construisent un questionnement, qu'ils problématisent ? Est-ce les deux à la fois ?

Nous poursuivons par une relecture des programmes sous le filtre de la question « comment les élèves apprennent-ils ? » Sous cet angle, l'enseignement pourra fonctionner à condition qu'il « [progresse] vers plus de généralisation et d'abstraction » (programmes du cycle 3, p. 78), qu'il fasse « appel à des idées de plus en plus élaborées, abstraites et complexes » (programmes du cycle 2, p. 46). Une approche allant du simple au complexe se trouve donc explicitement encouragée, en même temps que des dispositifs didactiques qui placent les

élèves face à une situation complexe (exploration, investigation, situation problème, résolution de problème). Pour Larcher et Peterfalvi (2006, p. 829) ces deux approches ne sont pas opposables en continu mais il est néanmoins utile de les distinguer pour permettre à l'enseignant de réaliser les choix les plus pertinents au regard des enjeux qu'il vise. Nous ne relevons pas de distinction explicite dans ces programmes.

Une dernière relecture des programmes sous le filtre de la question « comment enseigner ? » souligne que les programmes prescrivent un enseignement progressif, exigeant, structuré, explicite, différencié, basé sur des situations motivantes qui ont du sens et qui favorisent la collaboration entre pairs. Le regard positif et l'attitude encourageante de l'enseignant face à l'erreur sont explicitement valorisés, et ce dernier est appelé à accorder au travers de tous les apprentissages une vigilance particulière envers la maitrise de la langue. Concernant plus spécifiquement les enseignements relatifs aux sciences et aux technologies, les programmes du cycle 2 enjoignent les enseignants à mettre en œuvre des « démarches scientifiques » (p. 46) ou du moins d'« engager les élèves dans une première démarche scientifique et réfléchie » (*ibid.),* démarche par ailleurs qualifiée « de démarche exploratoire» (*ibid.).* Pour le cycle 3, les programmes prescrivent explicitement la pratique de « l'investigation, l'expérimentation, l'observation du fonctionnement [d'objets techniques], la recherche de résolution de problème » (p. 87). Autrement dit, ils semblent prescrire des dispositifs didactiques reposant sur une hypothèse socioconstructiviste mais les précisions qu'ils apportent sur ces dispositifs restent peu explicites. En outre, ils ne nous semblent pas pouvoir aider les enseignants à faire la distinction entre les dimensions faire des sciences, apprendre des sciences et apprendre sur les sciences, qui permettraient aux situations d'ESFI d'aboutir aux apprentissages visés.

Pour terminer notre caractérisation de l'*Intentio*, nous prenons à présent en compte le dernier type d'objet désigné par Portugais (1998, p. 64) : « les injonctions sociales qui décrivent le genre de relation que l'élève et le maître vont devoir avoir avec les savoirs ».

13.4 Injonctions sociales de diverses institutions

Cette dernière entrée nous permet de considérer diverses injonctions sociales qui pèsent sur les projets d'enseignement personnels. Boilevin (2017a) rappelle que le projet social s'exprime au cœur des discussions sur les finalités de l'enseignement des sciences et précise que ces discussions sont abordées au sein de la « noosphère » mais également au cœur de la profession enseignante et de la recherche en éducation scientifique (p. 12). C'est pourquoi nous commençons par identifier explicitement les finalités qui s'expriment au travers des prescriptions institutionnelles, et plus précisément, au travers des programmes d'enseignement scientifique du cycle 2, puis du cycle 3. L'enjeu consiste à repérer si une

finalité est principalement mise en avant, ce qui pourrait avoir un impact sur les projets personnels des enseignants. Nous poursuivons par une analyse plus locale de l'*Intentio*, au travers des extraits étiquetés comme relevant de l'I_o et identifiés dans les entretiens. Nous affinons ensuite l'analyse de ces extraits en identifiant les contraintes ou ressources mentionnées par les enseignants et nous regroupons ces éléments d'*Intentio* relativement à l'institution qui les engendre pour décrire plus précisément les contraintes (et/ou ressources) que ces institutions font peser sur les projets d'enseignement personnels.

13.4.1 Des finalités des programmes du cycle 2

Nous analysons les programmes au travers du filtre des différentes finalités identifiées par Boilevin (2017a) (§ 1.1.1, p. 20), et surlignons avec un code couleur chaque passage qui, selon nous, renvoie à l'une ou l'autre de ces finalités. Le Tableau 19, p. 194, est une illustration de cette analyse (l'analyse exhaustive est reproduite en annexe 10). Dans ce tableau, la colonne de gauche recense les extraits de programmes du cycle 2 dans lesquels nous identifions l'expression de finalités sociales. La colonne de droite indique la finalité que nous y reconnaissons en référence aux définitions proposées par Boilevin (*ibid*., p. 14).

Les extraits qui révèlent, selon nous, des finalités humanistes ou culturelles et sociales sont surlignés en vert et les extraits qui révèlent des finalités démocratiques sont surlignés en violet. La colonne de droite mentionne les reformulations qui nous amènent à caractériser ces finalités au regard de notre interprétation des définitions de Boilevin (*ibid*.). Soulignons que d'autres finalités sont également mises au jour dans les programmes du cycle 2, notamment des finalités utilitaires (peu nombreuses) mais aussi éthiques. En revanche nous ne reconnaissons pas d'extrait indiquant une finalité économique ou technocratique.

Extraits	Finalités
Les programmes pointent deux objectifs généraux : - « d'une part de permettre aux élèves d'acquérir des connaissances nécessaires pour décrire et comprendre le monde qui les entoure et développer leur capacité à raisonner ; D'autre part de contribuer à leur formation de citoyens » (p. 46).	Il s'agit d'acquérir des connaissances : ***finalité humaniste/culturelle,*** tout autant que d'éduquer le citoyen : ***finalité démocratique***
- « se familiariser avec un lexique approprié et précis » pour développer des compétences de « lecture, d'exploitation et de communication de résultats à partir de représentations variées d'objets, de phénomènes et d'expériences simples […] » (p.4). - « développer des compétences méthodologiques pour améliorer l'efficacité des apprentissages » en contribuant à « développer les capacités à rechercher l'information, la	Il s'agit d'acquérir des connaissances et compétences : ***finalité humaniste/culturelle,*** -de développer des compétences et des capacités : ***finalité humaniste/culturelle,***

partager, à développer les premières explicitations et à porter un jugement critique. » (p.5)	-de porter un jugement critique : ***finalité démocratique***

Tableau 19 : Des finalités utilitaires et démocratiques finalités utilitaires et démocratiques

Pour résumer, nous pouvons donc avancer que les finalités prioritairement annoncées par le projet institutionnel de l'enseignement « questionner le monde », telles qu'elles s'expriment au travers des programmes du cycle 2, sont essentiellement d'ordre *humaniste ou culturel et social,* mais aussi *d'ordre éthique,* et *d'ordre démocratique.* Ce qui signifie que ces programmes visent en premier lieu le développement de connaissances, de compétences et d'habiletés ainsi que l'éducation aux valeurs de la science et à la citoyenneté.

Analysons à présent les programmes du cycle 3 au travers de ce même filtre des finalités.

13.4.2 Des finalités des programmes du cycle 3

Nous constatons, comme pour le cycle 2, que les finalités du projet institutionnel de l'enseignement « sciences et technologies » telles qu'elles s'expriment au travers des programmes du cycle 3 recouvrent assez explicitement les quatre mêmes finalités que celles identifiées pour le cycle 2. Les injonctions apparaissent tour à tour *d'ordre humaniste ou culturel et social*, *d'ordre éthique*, *d'ordre démocratique,* et dans une moindre mesure *d'ordre utilitaire* (Annexe 11). Remarquons qu'à ce niveau d'enseignement nous n'identifions pas non plus de finalité économique ou technocratique. Il s'agit donc pour les enseignants, d'assurer une culture commune, de faire partager des connaissances scientifiques du monde qui nous entoure, de faire acquérir des démarches et des habiletés, d'éduquer un futur citoyen, de développer la rationalité scientifique tout en restant vigilant à la maitrise de langue, et de permettre aux élèves de s'approprier des outils et des méthodes. Pour Larcher et Peterfalvi (2006, p. 826) : « si chacun de ces enjeux est important, vouloir les assurer tous en même temps est illusoire ». Il s'agirait donc de bien distinguer l'approche à adopter en fonction de l'objectif visé comme le souligne Hodson (2014). Cependant, les programmes semblent peu explicites à ce niveau (cf. § 13.3.3, p. 186). Pour caractériser l'*Intentio*, il nous faut encore aller au-delà des finalités visées par le projet institutionnel et considérer l'ensemble des contraintes portées par le projet social d'enseignement. Nous développons à présent cet aspect

13.4.3 Dimension locale de l'*Intentio*

Les intentions institutionnelles caractérisées précédemment se voient accompagnées d'intentions sociales issues des nombreuses institutions plus locales qui contribuent de l'*Intentio* (Figure 4, p. 73). La plupart de celles que nous identifions au travers des discours enseignants sont relativement *locales,* c'est-à-dire qu'elles sont liées au contexte spécifique

de chaque enseignant et peuvent donc présenter des intentions différentes d'un contexte à un autre, contrairement aux intentions des programmes qui sont les mêmes pour tous les enseignants du territoire. Pour identifier ces dimensions locales de l'*Intentio*, nous procédons en plusieurs étapes. Dans cette section, nous présentons nos premiers résultats et la manière dont nous les affinons pour identifier les aspects qui pèsent sur le projet personnel de chaque enseignant.

13.4.3.1 Premiers résultats

Le logiciel Sonal nous permet de filtrer les entretiens recueillis pour sélectionner uniquement les extraits dans lesquels nous avons identifié des éléments d'*Intentio* (Figure 24 ci-dessous), selon la grille de lecture des entretiens (Annexe 5) présentée au § 10.1.4.1 (p. 135). Ces éléments représentent les attentes sociales exprimées par chaque enseignant soit en termes de finalité, soit en termes de contrainte à son projet d'enseignement.

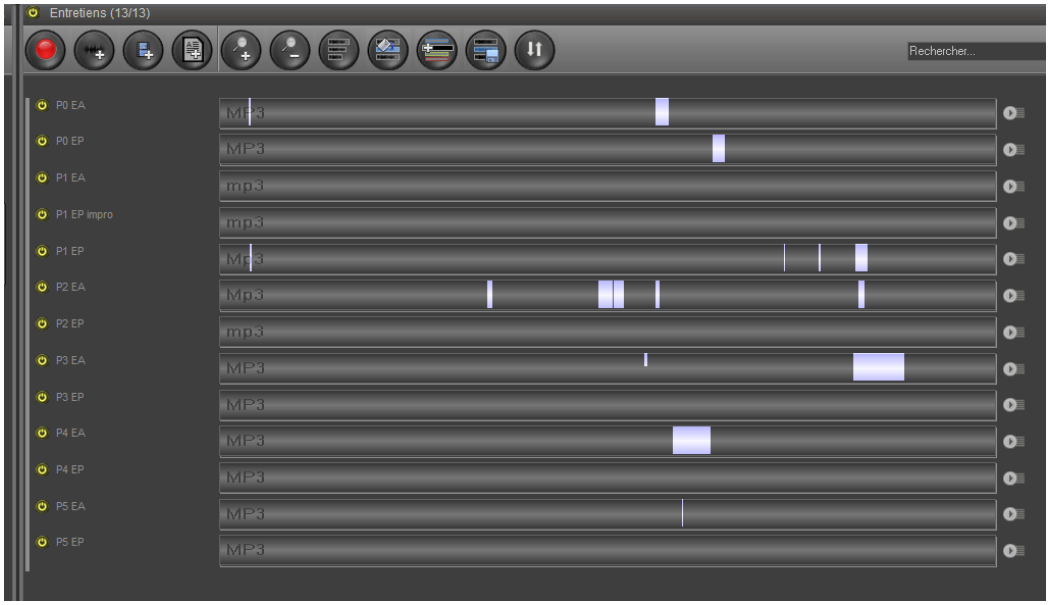


Figure 24 : Tri des éléments identifiés en premier lieu comme éléments d'*Intentio*

La Figure 24 (p. 195) montre que ces éléments sont peu nombreux. L'analyse des extraits ainsi identifiés (Annexe 16) nous permet d'identifier quelle institution pèse sur l'enseignant et de quelle manière.

Ainsi par exemple, quand P0 exprime : « en REP + euh : quand on signait c'était aussi pour euh : donner une culture scolaire à ces élèves-là » (P0 EA 7 - Annexe 15), nous comprenons que le poste[87] occupé par P0 s'accompagne d'une contractualisation spécifique entre l'Institution Éducation nationale et l'enseignante. Cette contractualisation oriente le projet de P0 en lui imposant une vigilance toute particulière et prioritaire à la construction d'une culture scolaire. Cet élément est donc bien un élément d'*Intentio* car cette contrainte est issue d'une Institution, l'institution *Éducation Nationale*. De même, lorsque P0 exprime que son but est

[87] Enseignante en Réseau d'Éducation Prioritaire renforcé

« qu'on se rapproche le plus possible de ce que pourrait faire un scientifique » (P0 EA 62 - Annexe 15), nous reconnaissons l'expression d'une finalité culturelle et sociale en phase avec les finalités des programmes.

Pour affiner notre analyse, nous procédons alors à un nouveau filtrage des données, cette fois par thèmes (cf. § 10.1.4.5, p. 141). Ainsi, lors de chaque écoute d'un entretien nous repérons les thèmes qui suggèrent des contraintes, puis nous reprenons ces thèmes afin d'en faire une synthèse générale à l'ensemble des entretiens. Nous relevons ainsi un ensemble de contraintes, plus ou moins partagées ou du moins plus ou moins exprimées par les enseignants de l'espace de cas. C'est donc au fil des discussions que nous relevons les évocations fortuites qu'ils font au sujet de telle ou telle contrainte.

Nous présentons à présent un regroupement des extraits par thèmes (Annexe 16), rattachés aux institutions qui se trouvent à l'origine des contraintes identifiées. Quant aux finalités des enseignants mises au jour par la synthèse présentée Figure 24 (p. 195), elles seront prises en compte dans un chapitre prochain centré sur les Intentionnalités des enseignants.

13.4.3.2 Institutions, contraintes et ressources

Les injonctions sociales qui pèsent sur les projets personnels d'enseignement des professeurs peuvent tout aussi bien constituer des contraintes que des ressources pour ces derniers. Précisons dès à présent que nous ne relevons aucune référence aux possibles injonctions du pôle des institutions extrascolaires (Figure 4, p. 73). En revanche, nous relevons dans un premier temps des injonctions issues du pôle des institutions *Éducation Nationale et dans un second temps, des injonctions issues du pôle des institutions de recherche et de formation.*

Si nous considérons le pôle des institutions *Éducation Nationale* dans son acception large, deux thèmes ressortent de notre analyse : *les prescriptions primaires et le temps didactique*[88]. Des exemples issus de l'annexe 16 nous permettent d'illustrer cette analyse :

1/ le thème *prescriptions primaires* regroupe toutes les contraintes liées aux programmes ou autres documents institutionnels (par exemple le référentiel de l'Éducation prioritaire[89] auquel P0 se réfère, ou les protocoles sanitaires auxquels P5 se réfère) :

> P0 EA 7 : « Heu :: parce que aussi le : en REP + euh : quand on signait c'était aussi pour euh donner une culture scolaire à ces élèves-là »
> P1 EA 14 : « donc voilà de toute façon c'est au programme donc il faut le faire »
> P5 EA 65 : « il y a quand même le programme qui dit que c'est comme ça »

Une remarque de P4 nous permet de souligner que certains de ses choix reposent sur des contraintes fixées par d'anciennes versions des programmes :

[88] Soulignons que de nombreux travaux en didactiques identifient cette contrainte du temps didactique (Mercier, 1999 ; Leutenegger, 2009 ; Tourneville, 2021).
[89] https://eduscol.education.fr/1028/la-politique-de-l-education-prioritaire-les-reseaux-d-education-prioritaire-rep-et-rep

> P4 EA 65 : « euh je sais même pas si il [le cahier d'expériences en sciences et technologies] est demandé encore de manière obligatoire là dans les dans les programmes »

Enfin, une remarque de P5 suggère le poids des protocoles sanitaires liés à la crise Covid :

> P5 EP 21 « […] en plus voilà/ avec les masques les pailles les ballons++ c'est vrai que j'avais anticipé l'histoire des pailles+ voilà on partage pas les pailles par contre le ballon + mais alors pas du tout++ ça en fait j'étais tellement sur l'expérience décrite dans le manuel qui était de mettre le ballon sur la bouteille que j'ai pas du tout envisagé qu'ils le mettent à la bouche+ pourtant c'est évident enfin/ mais je sais pas ça m'était complètement passé à côté des :: tout comme le fait/ après je me suis dit ben ouais ils mettent tous la paille dans le même bol et puis ils soufflent, enfin *donc au niveau des microbes euh je pense qu'on est pas terrible terrible* voilà […] »

2/ le thème *temps didactique* permet de sélectionner les extraits qui montrent à quel point les enseignants se sentent contraints par le temps[90]. Selon nous, cette contrainte relève en premier lieu de l'institution Éducation Nationale puisque c'est cette institution qui définit le temps imparti à l'enseignement des sciences et des technologies ainsi que les programmes à traiter sur ce temps.

> P3 EA 50 « […] euh je sais plus le temps horaire de sciences qu'on a euh normalement c'est 2 heures 30 mais c'est pas possible c'est juste pas possible parce que quand on déjà on fait une expérience euh faire le compte-rendu etc ben voilà on a fait ça donc on a fait euh un tout petit pourcentage de la leçon qu'on aurait aimé faire donc euh y a un moment euh ben voilà soit on réduit ce qu'on avait prévu de faire sur le programme ce qu'est souvent le cas, soit ben certaines leçons on passe vite […] »

Si nous considérons à présent les injonctions issues des micro-institutions de l'institution Éducation Nationale (que nous avons regroupées sous le terme *d'institutions scolaires* sur la Figure 4, p. 73), notre analyse fait ressortir le poids de l'établissement dans lequel exerce chaque enseignant à partir de quatre thèmes : élèves, collègues, matériel et espace disponible. Des exemples issus de l'annexe 16 nous permettent d'illustrer cette analyse :

1/ le thème *élèves* se rapporte soit au nombre d'élèves, soit aux élèves eux-mêmes (institution élèves). Ainsi, P1, P3 et P5 mentionnent explicitement la contrainte du nombre d'élèves (Annexe 16). Pour ces enseignants, il est plus facile de faire des sciences lorsque l'on n'a pas « trop d'élèves » dans sa classe. Précisons que le nombre de classes d'un établissement dépend de l'institution Éducation Nationale, mais la répartition des élèves dans les classes est discutée et actée chaque année par les enseignants de l'école réunis en *conseil de maitres*. L'institution élèves peut également exprimer des attentes qui pèsent sur le projet personnel

[90] Précisons que le volume horaire imparti à l'enseignement des sciences et des technologies s'élève à 45 minutes par semaine au cycle 2, et à 2h par semaine au cycle 3.

d'enseignement. P4 exprime par exemple l'attente pressante de ses élèves de réaliser des expériences.

> P4 EA 65 « […] ils réclament [des expériences] en plus hein eux »

2/ le thème *collègues* permet de constater à quel point les collègues peuvent stimuler ou non le projet personnel d'enseignant. À l'école élémentaire, c'est l'institution *Éducation Nationale* qui attribue les postes à ses agents. La constitution de l'équipe pédagogique est donc une contrainte indirectement générée par cette institution.

> P1 EA 41 « […] là cette année on a une super équipe de cycle 3 euh :: c'était pas forcément le cas les autres années donc euh : et notamment les collègues de CM1 avec qui on s'entendait pas trop + du coup ben c'est pas évident de construire un truc euh : alors que là on est tous les quatre à fond dans notre truc et euh :: du coup c'est chouette ouais+ et ça donne aussi envie de refaire des projets+ de se relancer dans autre chose […] »

En outre, nous relevons des injonctions sociales issues de la micro institution *collègues* à partir des thèmes : *fonctionnement* et *ressources.*

Nous reconnaissons par exemple le décloisonnement comme une injonction sociale de l'institution collègues à procéder à des échanges ponctuels et réguliers d'élèves de manière à se répartir certaines disciplines, ou palier à des contraintes d'emploi du temps souvent liées aux doubles-niveaux. Ces décloisonnements qui pèsent sur les projets personnels des professeurs des écoles peuvent être considérés parfois comme des ressources et parfois comme des contraintes. Parmi les cas de notre espace de cas, P1 et P2 pratiquent des décloisonnements et présentent ce fonctionnement comme un atout.

Le thème *ressource* quant à lui montre le poids de certaines équipes dans le choix des ressources pédagogiques et didactiques. P1 et P5 par exemple sont tenus d'utiliser une ressource spécifique choisie par l'institution collègues (Annexe 16) :

> P1 EA 43 : « […] c'est une politique d'école »
> P5 EA 8 : « […] c'est un manuel qui a qui est utilisé dans l'école dans la progression et donc tout le monde est censé l'utiliser »

Là encore, cette injonction sociale à utiliser une ressource commune, qu'elle soit ressentie par l'enseignant comme une contrainte ou un atout, pèse sur son projet personnel d'enseignement.

3/ le thème *matériel :* tous les enseignants (sauf P0) pointent les contraintes matérielles qui pèsent sur leur projet d'enseignement. Que ce soit en termes de *besoin* de matériel, de *gestion* du matériel, ou de *budget* (Annexe 16). La répartition du budget et les commandes de matériel relèvent de chaque établissement, c'est pourquoi nous attribuons cette contrainte à l'institution *scolaire*.

4/ le thème *espace* : la contrainte de l'espace n'est mentionnée que par P3 et P5 (Annexe 16). Remarquons que la distribution des espaces, c'est-à-dire la répartition des salles de classes relève de l'établissement (en accord avec la mairie). Certaines écoles qui ont vu leurs effectifs baisser peuvent ainsi s'aménager un espace facilitant les travaux de groupes ou les expérimentations. C'est par exemple le cas de P0 qui dispose d'un atelier concomitant à sa salle de classe.

Dans un second temps, nous relevons les contraintes générées par le pôle des institutions de recherche et de formation (Figure 4, p. 73). Nous ne relevons aucune référence directe aux injonctions sociales des institutions de recherche, en revanche, trois thèmes ressortent de nos analyses : un thème *formation* (qui peut faire référence à des formations indépendantes du métier d'enseignant mais néanmoins peser sur le projet d'enseignement (cf. P3 EA 50 ci-dessous), ou des thèmes *formation des maîtres* et *stages* (qui font plutôt ressortir des injonctions portées par les prescriptions secondaires[91] (cf. P1 EA 45).

P1 EA 45 « […] c'est ce qu'on nous apprend à l'IUFM »
P3 EA 50 « […] et tout ça parce que c'est ce que j'ai appris dans ma formation [école de commerce] »

Dans cette section relative aux intentions institutionnelles et sociales contenues dans l'*Intentio*, nous avons identifié les finalités poursuivies par les programmes 2020 de cycle 2 et de cycle 3. Nos analyses soulignent de nombreuses injonctions d'ordre *humaniste ou culturel et social,* mais aussi *d'ordre éthique,* et *d'ordre démocratique.* Ce qui signifie que ces programmes, comme les précédents, visent en premier lieu le développement de connaissances, de compétences et d'habiletés ainsi que l'éducation aux valeurs de la science et à la citoyenneté.

Nous avons ensuite mis au jour un ensemble d'injonctions sociales locales, qui se retrouvent plus ou moins partagées par les enseignants de notre espace de cas. Nous avons montré comment ces injonctions issues de différentes institutions pèsent, de manière diverse, sur le projet personnel d'enseignement de chaque enseignant. Soulignons que nous n'avons volontairement pas questionné les enseignants directement sur les contraintes ressenties afin de ne pas influencer leurs discours et laisser ces contraintes s'exprimer librement. Nous constatons que la recherche par thèmes que nous avons réalisée nous permet d'extraire du décours des entretiens des éléments très caractéristiques de ces contraintes (ou ressources). En outre, ces résultats nous semblent ouvrir des pistes pour mener une étude plus approfondie de cet aspect de l'*Intentio*.

[91] Remarquons que celles-ci peuvent être influencées par les institutions de recherche mais notre protocole ne permet pas de le mettre au jour.

La section suivante propose une synthèse de ce chapitre relatif à la caractérisation de l'*Intentio*.

13.5 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons caractérisé l'*Intentio* à partir des quatre entrées identifiées par Portugais, afin de nous permettre de mieux comprendre le rôle de cette première instance intentionnelle du système (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées relatives à une situation d'ESFI à l'école élémentaire française (Q1, p. 92).

Nous avons obtenu les résultats suivants :

L'entrée *transposition didactique* (§ 13.1, p. 171) nous a permis de souligner la complexité du concept de matière, et des conceptions naïves et erronées portées par les élèves (du primaire au supérieur) et parfois même par les enseignants. Nous avons ensuite mis au jour les deux *attendus de fin de cycle 2* (1/ identifier les trois états de la matière et observer des changements d'état, 2/ identifier un changement d'état de l'eau dans un phénomène de la vie quotidienne) et l'unique attendu de fin de cycle 3 relatif à la matière non vivante et aux états et propriétés des solides, des liquides et des gaz. Une lecture critique des programmes 2020 nous a amenés à identifier des flous et des imprécisions relatifs à la terminologie employée d'une part, et relatifs au statut réservé aux observations et aux expérimentations (très largement valorisées dans ces programmes) d'autre part. Nous en avons conclu qu'à la lecture des programmes 2020, il n'est pas aisé de comprendre si l'intention institutionnelle considère les observations et expérimentations comme des objets d'enseignement ou des moyens d'enseignement.

L'entrée *caractéristiques épistémologiques* (§ 13.2, p. 178), montre que, bien que quelques éléments des programmes puissent laisser penser que ceux-ci soient sous-tendus par une épistémologie constructiviste voire socioconstructiviste, la survalorisation de l'observation et de l'expérimentation pourrait laisser entrevoir une épistémologie positiviste. Nous soulignons également que les notions de questionnement et de conceptions des élèves, bien que mentionnées dans ces programmes, sont très peu explicites, tout comme la spécificité de l'argumentation dans l'ESFI. Newton *et al.*, (1999, p. 555) déclarent pourtant que l'observation et l'expérimentation ne sont pas le socle sur lequel la science se construit, et que ces activités sont plutôt les servantes de l'activité rationnelle qui consiste à constituer des revendications de connaissances par l'argumentation. (« Observation and experiment are not the bedrock upon which science is built; rather, they are handmaidens to the rational activity of constituting knowledge claims through argument»). Ces constats montrent qu'il n'est pas aisé d'identifier l'épistémologie qui sous-tend les programmes d'enseignement des

sciences et des technologies 2020, et donc de comprendre les attentes institutionnelles à l'égard de cet enseignement.

C'est au travers du filtre de trois questions que nous abordons le positionnement des programmes sur le *fonctionnement des sciences à l'école élémentaire* (§ 13.3, p. 184) : Qu'est-ce qu'apprendre en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment les élèves apprennent-ils en sciences (à l'école élémentaire) ? Comment enseigner les sciences (à l'école élémentaire) ? La première question fait à nouveau émerger un flou quant à l'épistémologie portée par ces programmes, au travers de l'analyse de l'usage réservé aux termes questionner et interroger. La seconde question met au jour la difficulté à comprendre la distinction réalisée par les auteurs des programmes entre une approche allant du simple au complexe et une approche inverse. La dernière question enfin, permet de constater que les programmes semblent prescrire des dispositifs didactiques reposant sur une hypothèse socioconstructiviste, sans pour autant expliciter ces dispositifs. De plus, ils ne font pasapparaitre de distinction entre les dimensions : faire des sciences, apprendre des sciences et apprendre sur les sciences.

La quatrième entrée que nous explorons pour caractériser l'*Intentio* nous amène à identifier « les injonctions sociales qui décrivent le genre de relation que l'élève et le maître vont devoir avoir avec les savoirs. » (Portugais, 1998, p. 63). Pour commencer, nous caractérisons les finalités sociales qui s'expriment au travers des prescriptions institutionnelles. Notre interprétation des finalités décrites par Boilevin (2017a) nous permet d'identifier dans les programmes de nombreuses injonctions d'ordre *humaniste ou culturel et social,* mais aussi *d'ordre éthique,* et *d'ordre démocratique*, tant au cycle 2 qu'au cycle 3. Cela semble signifier que les injonctions institutionnelles visent le développement de connaissances, de compétences et d'habiletés, ainsi que l'éducation aux valeurs de la science et à la citoyenneté. Nous mettons ensuite au jour, au décours des entretiens, les injonctions sociales qui pèsent explicitement sur les projets des enseignants. Nous constatons alors que les enseignants composent leur projet personnel d'enseignement à partir d'un certain nombre de contraintes locales plus ou moins semblables et partagées (injonctions issues du pôle des institutions de recherche et de formations, ou injonctions issues de micro institutions de l'institution scolaire (matériel, espace, ressources, collègues…).

Dans ce chapitre, nous avons mis au travail les quatre entrées identifiées par Portugais (1998) pour caractériser l'*Intentio*, dans le but de mieux comprendre le rôle de cette première instance du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre) à l'école élémentaire française (Q1).

La caractérisation de I_o n'est cependant qu'une première étape vers la réponse à cette question car il nous faut encore replacer I_o au cœur du système (I_o, I, i) c'est-à-dire identifier les intentionnalités et intentions didactiques de chacun et les mettre ensuite en relation avec les caractéristiques de I_o mises au jour dans ce chapitre. C'est seulement alors que nous pourrons reconsidérer la question Q1. Notons toutefois que les résultats obtenus par l'analyse de la dimension locale de l'*Intentio* (§ 13.4.3, p. 194) nous permettent d'identifier certaines contraintes qui pèsent sur les projets personnels d'enseignement des sciences des enseignants de notre panel. La reconstruction de leurs Intentionnalités devrait nous permettre de voir comment ces enseignants prennent en compte ces contraintes pour préparer leur séance/séquence d'ESFI.

Nous présentons dans le chapitre suivant les résultats relatifs à la reconstruction des Intentionnalités.

Chapitre 14
DE L'INTENTIONNALITE

Dans ce chapitre, nous reconstruisons les Intentionnalités des enseignants en amont de la mise en œuvre des séances. Le but de cette reconstruction consiste à mieux comprendre le rôle de ces Intentionnalités au sein du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées relatives à l'ESFI (Q1). Nous nous focalisons sur l'activité de préparation des séances reconstruite à partir des fiches de préparation de séance recueillies et des compléments apportés par les enseignants au cours de l'entretien *ante*-vidéo. Puis, nous procédons à une catégorisation des Intentionnalités ainsi reconstruites afin de mieux nous représenter le réseau intentionnel de chaque enseignant. Nous synthétisons ces résultats dans la dernière section du chapitre.

14.1 Sonder le prévu

Dans cette section, nous considérons avant tout les éléments fournis par les fiches de préparation des enseignants. Nous identifions en particulier le but de chaque séance et le type de problème posé aux élèves s'il y en a. Nous considérons ensuite les tâches que les enseignants prévoient de prescrire aux élèves et précisons notre compréhension du prévu avec les clarifications apportées par les enseignants lors des entretiens *ante*-vidéo.

14.1.1 Des fiches de préparation

Nous constatons que la majorité des enseignants de notre panel n'exprime pas le besoin de rédiger de fiche de préparation. La plupart d'entre eux nous envoie, avant l'entretien *ante* vidéo, une fiche « clés en main » issue soit de fichiers de Sciences et Technologies (P1, P2, P5) c'est-à-dire de ressources à destination des enseignants disponibles au format papier, soit de sites académiques (P4) qui proposent des ressources en ligne, soit encore, de sites personnels d'autres enseignants (P3) qui proposent également des ressources en ligne. Le Tableau 20, p. 204) résume les ressources mobilisées par chacun. Nous nous attendions à recevoir des fiches de préparation assez succinctes car Tochon (1989) souligne que les traces écrites de la planification des enseignants sont rares, et Durand (1996) ajoute que ces traces sont d'autant plus succinctes que l'enseignant est expérimenté. Nous sommes cependant surpris par l'absence totale de commentaires personnels sur les fiches de préparation. Précisons cependant que l'un de nos principes méthodologiques consiste à observer des situations

ordinaires et qu'en accord avec ce principe, nous n'avons pas exprimé d'attente spécifique concernant la préparation auprès des enseignants, de manière à les laisser procéder comme ils le font habituellement. Ce constat souligne donc l'importance de l'entretien *ante* vidéo pour identifier les Intentionnalités des enseignants. De manière à prendre en compte cet état de fait, nous appelons donc : *fiches de préparation* les fiches rédigées personnellement par les enseignants, qui résultent de ce travail d'adaptation, et nous appelons : *fiches de référence* les fiches rédigées par des auteurs autres que l'enseignant et qui de ce fait ne tiennent pas compte du contexte spécifique de chaque classe.

P0	Fiche de préparation rédigée quelques années auparavant pour la passation du CAFIPEMF (Certificat d'Aptitude à la Fonction d'Instituteur Professeur des Écoles Maitre Formateur) (Annexe 3 P0)
P1	Fiche de référence issue du manuel : Sciences et technologies Cycle 3 CM1-CM2 – Éditions MDI 2016 (Annexe 3 P1 et Annexe 3 P1 prep_anx1)
P2	Fiche de référence issue du manuel : Sciences à vivre Cycle 2 - Accès éditions 2017 (Annexe 3 P2)
P3	Fiche de préparation (Annexe 3 P3) rédigée à partir de deux séquences (une est téléchargée sur http://maikresse72.eklablog.com, une deuxième est téléchargée sur un site personnel d'enseignant non identifié).
P4	Fiche de référence issue du site : Sciences à l'école IA 47 ASTEP - http://educ47.ac-bordeaux.fr/sciences/ch-ot-lb.htm (Annexe 3 P4)
P5	Fiche de référence issue du manuel : Questionner le monde Cycle 2 CP-CE1-CE2– Éditions MDI 2016 (Annexe 3 P5)

Tableau 20 : Supports de préparation mobilisés

P0 et P3 sont les seules enseignantes du panel à rédiger leurs préparations (voir l'ensemble des fiches en annexe 3). La fiche présentée par P0 a été rédigée quelques années auparavant dans le cadre de la certification d'aptitude de l'enseignante aux fonctions de formation (CAFIPEMF). Bien que P0 précise oralement qu'elle compte adapter cette préparation à sa classe actuelle, celle-ci ne fait pas l'objet d'une réécriture spécifique. La fiche présentée par P3 est rédigée à la main dans un « cahier de sciences » où l'enseignante centralise ses préparations de séances, année après année de manière à en garder la trace et pouvoir s'en resservir. La fiche qu'elle nous fournit est rédigée pour cette séance et n'a jamais été mise en œuvre au préalable.

P1 et P5 nous fournissent leur fiche de référence avant le premier entretien. Cela nous permet de prendre connaissance des propositions du fichier mais ne nous renseigne aucunement sur les intentions des enseignants. Pensent-ils utiliser cette fiche telle quelle ? Procèdent-ils à des adaptations et lesquelles ? Ce sont les entretiens *ante* vidéo qui vont nous permettre de comprendre, en appui sur ces fiches de référence, ce que les enseignants jugent important ou

non, quel est le but de la séance, quelles sont les tâches qu'ils envisagent de prescrire aux élèves, et qu'est-ce qu'ils anticipent ?

P2 et P4 ne nous envoient aucun document avant le premier entretien qui se déroule quelques jours avant la séance car ils n'ont pas encore décidé du contenu de leur séance.

À partir de chaque fiche nous procédons à un travail de réécriture des *plans prévus* par chaque enseignant. Ce travail consiste, à partir de la fiche recueillie, à distinguer chaque phase de la séance au regard du but visé, à formuler la tâche qui sera prescrite aux élèves ainsi que les modalités de travail envisagées, et à repérer les anticipations éventuelles de l'enseignant (Annexe 4). Le Tableau 21 (p. 206), extrait de ces réécritures, indique le but principal de chaque séance, présente succinctement chaque situation de départ et identifie le type de problème posé aux élèves quand il y en a un. Précisons qu'en rédigeant ces plans prévus nous constatons que les buts de certaines tâches[92] ne sont pas explicites sur les fiches recueillies. Dans un premier temps, nous les inférons à partir des tâches envisagées (tâches élèves), puis nous les rectifions grâce aux clarifications apportées par les enseignants au cours des entretiens *ante* vidéo (en couleur dans l'annexe 4).

Remarque : la situation de départ de P1 est surlignée car ce n'est qu'au moment de la séance qu'apparait (pour nous) la mise en situation sous forme de jeu de rôle (P1 EP 85). En amont de la séance nous savions juste que l'enseignant voulait demander à ses élèves d'imaginer une expérience qui permette de caractériser une propriété physique de la matière.

À la suite de ce tableau nous analysons plus spécifiquement le but de chaque séance tel qu'il est présenté par chaque enseignant.

[92] Nous pourrions parler de sous-buts du but principal, mais cette nuance n'est pas utile pour nos analyses, c'est pourquoi nous préférons parler simplement de but afin de ne pas complexifier la lecture.

	But	Situation de départ : ➢ Type de problème
P0	***But principal de la séance :*** de nombreux objectifs et compétences annoncés qui rendent difficile l'identification *a priori* du but principal visé	**Situation de départ :** apporter un glaçon et le placer dans un endroit où il fondra le plus lentement possible **Type de problème :** théorique : Po veut que les élèves interprètent la fonte de leur glaçon et mettent ce phénomène en relation avec la température
P1	***But principal de la séance :*** *connaitre quelques propriétés physiques de la matière* P1 précise vouloir aller « plus loin » que la simple connaissance des propriétés de la matière, et viser la compréhension du concept de propriété de la matière (EP 74).	**Situation de départ :** jeu de rôles : 00 :12 :28 « nous travaillons en tant qu'ingénieur dans une grande entreprise […] » **Type de problème :** technique : P1 veut que les élèves imaginent des protocoles expérimentaux pour pouvoir tester/caractériser certaines propriétés physiques de quelques matériaux.
P2 (Cycle2)	***But principal de la séance :*** expérimenter pour dégager certaines propriétés de la matière (solide/liquide)	**Situation de départ :** tri de matières du quotidien, *a priori* connues des élèves **Type de problème :** théorique : la séance vise à faire émerger quelques propriétés des solides et des liquides pour que les élèves puissent construire/élargir leurs représentations de ces deux concepts
P3	***But principal de la séance :*** faire le lien des 3 états de l'eau avec les états de l'eau dans la nature	**Situation de départ :** tri des propositions des élèves **Type de problème :** selon les critères de *Mathé et al. 2008*, on ne reconnait ici ni problème théorique, ni problème technique.
P4	***But principal de la séance :*** découvrir le principe de levier et passer d'un vocabulaire commun aux termes scientifiques appropriés	**Situation de départ :** partir de l'histoire d'Ulysse et du cyclope, lue en classe **Type de problème :** technique : mettre au point un dispositif permettant de déplacer le caillou qui empêche Ulysse et ses compagnons de sortir de la grotte
P5	***But principal de la séance :*** mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'air pour prendre conscience de son existence	**Situation de départ :** tri de matières du quotidien, *a priori* connues des élèves **Type de problème :** théorique : la séance vise à faire émerger quelques propriétés des solides et des liquides pour que les élèves puissent construire/élargir leurs représentations de ces deux concepts

Tableau 21 : Première lecture des plans prévus (extrait de l'annexe 4)

14.1.2 Des buts visés

En nous fournissant leurs fiches de référence ou de préparation, les enseignants nous donnent l'opportunité de comparer les buts déterminés par ces fiches à ceux effectivement annoncés par les enseignants lors des entretiens *ante* vidéo. Nos premiers constats apparaissent en couleur dans la colonne de droite.

	Buts exprimés dans les fiches de référence/préparation (Annexe 3)	Buts exprimés en entretiens *ante* vidéo (Annexe 17 PxEA) (Conventions de transcription – Annexe 6)
P0	De nombreux objectifs et compétences annoncés dans la fiche de préparation, qui rendent difficile l'identification *a priori* du but principal visé	« Mon intention finale : + c'est prouver que + euh :: prouver + qu'un glaçon fondra plu/fin + que la FONte d'un glaçon + n'est pas LIEE + euh ::+ sur l'endroit sur le Matériau sur lequel je le pose + mais liée à la TEMpérature qui peut qu'il peut faire autour de ce glaçon. » (Po EA 22) ➢ P0 exprime davantage ici son objectif de *séquence* que son objectif de *séance*, mais c'est peut-être dû à un manque de précision de nos questions car si l'on observe la chronologie de la séance telle qu'elle est prévue, l'état final visé est l'émergence d'hypothèses explicatives (qui seront ensuite testées) sur le fait que certains glaçons ont fondu et d'autres non.
P1	Connaitre quelques propriétés physiques de la matière : densité, conductivité thermique ou électrique, solubilité, élasticité…	« donc voilà vraiment là sur euh :: en gros sur cette séance-là +c'est euh être capable de préparer des expériences+ de les mettre en œuvre+ d'analyser les résultats etc +voilà c'est un petit peu tout ça que j'ai envie de revoir avec eux » (P1 EA 13) ➢ P1 exprime davantage ici son objectif de *séquence* que son objectif de *séance*, puisqu'il nous précise que certaines expériences seront menées en séance 2 et d'autres à la maison (P1 EA 12)
P2	Expérimenter pour dégager certaines propriétés de la matière (solide/liquide)	« euh : donc là+ moi pour la première séance ben je me dis+ déjà des manipulations+ leur faire trier d'après eux+ les solides et les liquides+ après de se remettre par groupe et de réessayer les yeux bandés de voir si pour eux c'est toujours la même euh : la même chose euh ::» (P2 EA 8) ➢ Pour P2, le but de cette première séance est d'expérimenter (« déjà des manipulations+ »). Elle décrit ensuite plus spécifiquement les tâches qu'elle envisage.
P3	Faire le lien des 3 états de l'eau avec les états de l'eau dans la nature	« donc moi j'ai repris mes objectifs hein+ donc euh : comprendre euh : alors j'ai plusieurs objectifs+ j'ai sur les trois états de l'eau et leur changement en fonction de la température euh :: j'ai aussi je voulais comprendre en fait que euh : la matière était conservée+ c'est à dire que euh : malgré les changements d'état la matière se conserve+ que

		ya un moment/ d'ailleurs après j'ai posé des questions j'espère que+ c'est des questions que j'aimerais bien les amener à se poser pour la suite de la : de la séquence quoi+ et puis après j'organiserai ma séquence en fonction de ça+ mais ya des questions j'aimerais bien :: » (P3 EA 9) ➢ P3 exprime davantage ici ses objectifs de séquence que son objectif de séance. Celui-ci est explicitement affiché sur sa fiche de référence 2 : « connaitre les trois états de l'eau » (Annexe 3 P3prep_anx1)
P4	Découvrir le principe de levier et passer d'un vocabulaire commun aux termes scientifiques appropriés	« hum : alors je vais te dire ce que j'imagine+ là j'ai des objectifs qui sont affichés sur la :: sur ma source en fait+ je peux les reprendre : découvrir le principe du levier + et pis passer d'un vocabulaire commun aux termes scientifiques appropriés+ » (P4 EA 10) ➢ P4 exprime clairement reprendre les objectifs affichés sur la fiche de référence (« ma source »)
P5	Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'air pour prendre conscience de son existence	« du coup on fera prendre conscience de l'existence/ que l'air existe quoi+ essayer de mettre en œuvre des expériences simples+ essayer hein <rires> et puis connaître quelques propriétés +du coup ce sera la matérialité parce que la compressibilité on va pas :: on va pas la faire » (P5 EA 26) ➢ P5 reformule l'objectif affiché sur sa fiche de référence et y ajoute un objectif de séquence qui figure également sur la fiche de référence (« connaitre quelques propriétés de la matière »)

Tableau 22 : Buts visés

Cette première analyse montre :

1/ que les enseignants de notre panel s'expriment plus facilement sur le but de la séquence que sur celui de la séance spécifique que nous venons observer. Cela souligne leur vision globale de la séquence qui leur permettra probablement d'ajuster leurs attentes au cours des différentes séances, de manière à assurer une progressivité des apprentissages ;

2/ que les buts que les enseignants visent (même s'ils débordent de la séance) correspondent aux buts déterminés par les fiches de référence. La première fonction de ces fiches semble donc consister à « mettre fin au raisonnement pratique sur les fins ». Selon Pacherie (2003) il s'agit de la première grande fonction des intentions préalables[93] à l'action. Cela signifierait que c'est l'*Intentio* qui fixe les principaux buts à atteindre. L'*Intentio* s'exprime alors par la voix des prescriptions secondaires (Daguzon & Goigoux, 2007) incarnées par les fiches de références, qu'elles soient institutionnelles ou non.

[93] Pacherie parle plutôt d'intentions *tournées vers le futur* (F-intention) que *d'intentions préalables*, cependant, pour ne pas surcharger notre cadre d'analyse, nous considérons ces termes comme synonymes pour l'analyse que nous menons ici.

En outre, nous remarquons que les enseignants de ce panel s'appuient fortement sur les trames proposées par leurs fiches de référence. C'est-à-dire qu'ils s'approprient les tâches proposées aux élèves en s'autorisant toutefois quelques modifications plus ou moins importantes. Toujours selon Pacherie (*ibid.*), la seconde grande fonction des intentions préalables consiste à mener un « raisonnement pratique sur les moyens » à mettre en œuvre pour atteindre les buts visés. Si nous considérons que c'est ce raisonnement pratique qui permet de déterminer les tâches à prescrire aux élèves pour qu'ils atteignent le but visé, alors nous pouvons estimer que c'est l'Intentionnalité propre des enseignants qui s'exprime lorsque ceux-ci adaptent les tâches prescrites par les fiches de référence. La deuxième grande fonction des intentions préalables se trouve donc portée en partie par l'*Intentio* puisque les fiches prises pour référence par les enseignants témoignent du raisonnement pratique de leurs auteurs sur les tâches à prescrire aux élèves. Mais cette fonction est aussi, et surtout, portée par l'Intentionnalité des enseignants puisque c'est leur propre raisonnement pratique sur les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les buts qui leur permet de décider si les propositions des auteurs du fichier satisfont ou non leur propre Intentionnalité. S'ils ne les jugent pas satisfaisantes – « pas pertinentes » déclare P1 (P1 EA 7) – ils mettent en œuvre des adaptations qu'ils jugent nécessaires au regard du contexte de travail qui leur est propre.

Regardons à présent plus spécifiquement ce que les enseignants jugent pertinent de modifier, c'est-à-dire les régulations qu'ils envisagent, afin de caractériser leurs Intentionnalités.

14.1.3 Modifications des tâches prescrites

Notre reconstruction des plans prévus (Annexe 4) permet de découper chaque séance en différentes phases où chacune correspond à une tâche prescrite par l'enseignant aux élèves. Les entretiens *ante* vidéo nous permettent de faire reformuler ou clarifier aux enseignants les buts prévus et les Intentionnalités qui portent ces buts. Nous considérons dans cette section, les principales modifications apportées par chaque enseignant à sa fiche de référence.

14.1.3.1 Modifications de P0 et Intentionnalité d'être explicite

P0 s'appuie sur une fiche de préparation qu'elle a elle-même réalisée quelques années auparavant. Elle précise qu'elle va « la reprendre pareil » tout en l'abordant différemment, c'est-à-dire qu'elle en conserve les différentes phases avec leurs buts, mais y ajoute une nouvelle Intentionnalité :

> « [>P0]: Je pense que c'est bien parce que je l'ai faite il y a LONgtemps donc je vais la reprendre PAreil justement pour voir + MAIS en étant soucieuse de ce côté LANgagier de ce côté EXplicite + de ce côté ce que je veux MEner auprès des élèves quoi » (P0 EA 23)

Il nous semble qu'ici, l'Intentionnalité exprimée par P0 vise à être explicite au niveau du vocabulaire mais également « en termes d'attendus » ou de « cheminement » comme le confirment d'autres extraits (P0 EA 7, 9, 24, 68). Le but est donc l'état final visé, il est l'objet

d'une Intentionnalité qui se caractérise également à partir des moyens mobilisés pour atteindre ce but. L'Intentionnalité est liée au raisonnement pratique de l'enseignant sur les tâches à prescrire aux élèves. Ici, P0 exprime qu'elle compte engager de nouveaux moyens pour atteindre les buts qu'elle s'est fixés.

C'est donc en clarifiant pour nous les régulations envisagées, que chaque enseignant exprime plus précisément ses Intentionnalités. Poursuivons l'analyse auprès des autres enseignants.

14.1.3.2 Modifications de P1 et Intentionnalité de mettre les élèves en recherche

L'entretien *ante* vidéo révèle que P1 apporte des modifications au niveau de la situation de départ de sa séance car il trouve que celle proposée par la fiche de référence ne met pas suffisamment les élèves en recherche. Ainsi pour P1, la situation proposée par le fichier n'engage suffisamment les élèves dans un problème qui va les amener à se questionner.

> « [>Question?]: donc à chaque fois que tu modifies la ressource c'est pour ça+ pour les mettre <les élèves> plus en recherche?
> [>P1]: euh++ ben c'est parce que : oui+ c'est parce que :: ben euh :: ou parce que moi je trouve pas ça pertinent+ ben soit parce que le support je le trouve pas pertinent ou qu'il pointe pas quelque chose d'intéressant+ ou alors il mâche le travail++ là dans ce cas là pour moi le boulot était mâché parce que les expériences étaient données et du coup il y avait plus grand chose à faire au final+ enfin de mon point de vue il y avait plus grand chose à faire donc moi je voulais vraiment qu'il y ait ce travail de recherche d'expérience […] » (P1 EP 7)

De notre côté, et selon les critères de Mathé *et al*. (2008), nous remarquons que la fiche de référence de P1 (Annexe 3 P1) ne propose pas de problème scientifique particulier (ni théorique ni technique), et c'est ce qui semble gêner P1 bien qu'il ne l'exprime pas en ces termes. P1 modifie donc la situation de départ de sa fiche de référence de manière à poser un problème technique aux élèves puisqu'il compte leur proposer d'imaginer des protocoles expérimentaux qui leur permettront, lors de la séance suivante, de caractériser certaines propriétés physiques de quelques matériaux choisis. Pour nous, l'Intentionnalité qui s'exprime ici a pour objet de mettre les élèves en recherche.

14.1.3.3 Modifications de P2 et Intentionnalité de bien cibler le savoir en jeu

Du côté de P2, aucune modification de la fiche de référence n'est explicitement annoncée au cours de l'entretien *ante* vidéo. Cependant, nous repérons que cela fait partie des habitudes de l'enseignante de s'appuyer sur une fiche de référence (« une base ») et de l'adapter à son gré. P2 précise en effet :

> « je le prends toujours comme une base [le fichier Accès] et si je trouve autre chose ou si on veut faire autre chose on peut+ mais ya toujours euh : ya toujours cette base-là+ ça a été testé en classe/ alors après mes élèves ils réagissent pas forcément comme les élèves du livre <rires> mais bon+ c'est pas très grave […] » (P2 EA 14).

En outre, P2 affirme l'importance qu'elle accorde à s'appuyer sur un fichier pour ne pas passer à côté de « l'essentiel » :

> « cette année on a investi dans les Access par exemple en sciences+ parce que je trouve bien fait puis […] je me rends compte qu'en prenant sur internet on reprend souvent des choses qui sont juste remises en page et il peut manquer l'essentiel parce que finalement on a du joli mais on n'a pas de ::: il peut manquer l'essentiel ou l'essence même de l'auteur […]» (P2 EA 10)

Selon nous, ce que P2 exprime ici c'est son Intentionnalité de mettre correctement au travail le savoir en jeu (ne pas passer à côté de « l'essentiel »).

14.1.3.4 Modifications de P3 et Intentionnalité d'organiser le temps didactique

Quant à P3, le seul fait de nous fournir deux fiches de références montre qu'elle « puise » dans diverses ressources pour adapter à sa guise. En outre, elle précise :

> « je vais sur internet+ je discute avec la collègue on :: souvent elle me donne euh : voilà elle va me donner ses sources +moi aussi et euh : sur autre chose quoi+ et puis euh : ouais on échange +et ben : je vais sur internet /par contre on n'a pas de manuel++ on n'a pas de manuel en sciences+ par contre on a une armoire avec plein de trucs donc euh : voilà on puise dedans quand on a besoin et puis :: » (P3 EA 32)
> « ya plein de trucs sur internet++ là j'en ai récupéré une [fiche de référence 1] qui me plaisait bien+ tout n'est pas/ tout ne me plait pas+ donc euh :: voilà en plus c'est une séquence qui me parait longue donc je pense pas que j'en ferai autant voilà+ et pis je trouve que son minutage ben nous ça va nous prendre plus de temps que ça+ parce que les enfants vont vouloir s'exprimer ils vont vouloir euh :: » (P3 EA 33).

Ce dernier extrait laisse entendre que P3 n'a pas l'intention de mettre en œuvre toutes les séances proposées par la fiche de référence, ni de mener chaque séance telle quelle, car la projection qu'elle réalise sur sa classe ne lui semble pas réalisable au regard du temps qu'elle pense accorder à cette séquence. Nous constatons donc qu'elle reprend, pour la séance qui nous mobilise, les « objectifs » de sa fiche de référence 1 et le déroulé de la fiche de référence 2. L'Intentionnalité qui s'exprime ici vise, selon nous, à organiser le temps didactique, c'est-à-dire le temps accordé aux apprentissages visés au travers de cette séquence : nombre de séances, durée des séances…

14.1.3.5 Modifications de P4 et Intentionnalité d'institutionnaliser le savoir en jeu

P4 annonce également qu'il va suivre le fil proposé (« la trame ») tout en réalisant de « petites adaptations » :

> « euh :: comme on est 3 classes de CM cette année on se met d'accord pour suivre en fait à peu près les mêmes séances et puis ça nous fait un point d'appui commun [la fiche de référence] que j'ai pris là+ je fais des petites adaptations par rapport à ce qui est prévu mais grosso modo je vais suivre la trame qui était donnée » (P4 EA 5).

La principale régulation réalisée par P4 consiste ici à changer l'histoire proposée aux élèves dans la situation de départ. Afin de faire du lien avec le vécu de la classe, P4 centre sa situation

de départ sur l'aventure d'Ulysse avec le cyclope Polyphème que les élèves ont lue et travaillée auparavant dans le cadre des enseignements de français. L'Intentionnalité qui s'exprime ici a pour objet d'impliquer les élèves avec une histoire qui fait sens pour le groupe classe. P4 précise d'ailleurs qu'il « espère que ça va intéresser les élèves » (P4 EA 17). En outre, l'enseignant envisage une phase individuelle écrite à la fin de sa séance pour institutionnaliser le savoir construit au cours de la séance :

> « à ce moment-là/ c'est pas forcément proposé dans la séance tirée du net+ mais je pense qu'ils prendront leur propre petit carnet de : d'expériences et de : d'observations là+ et je leur referai+ je prendrai un temps de copie du modèle en fait/ enfin du modèle avec le vocabulaire scientifique +que chacun puisse avoir la trace de ce dessin et de ces mots » P4 EA 41).

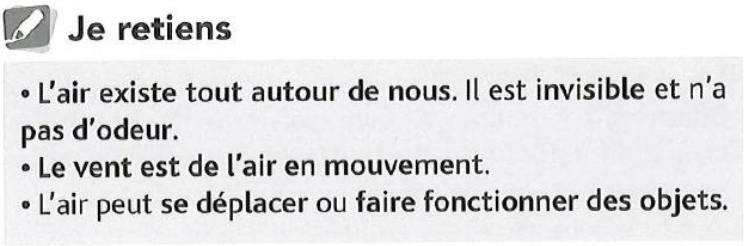
P4 exprime cette fois, selon nous, une Intentionnalité d'institutionnaliser le savoir exprimé au cours de la séance.

14.1.3.6 Modifications de P5 et Intentionnalité de garder la mémoire des expériences réalisées

Concernant P5, nous constatons que malgré les quelques doutes émis par l'enseignante sur les propositions du fichier (extraits ci-dessous), elle se sent contrainte à l'utiliser et en reprend donc les buts et la trame.

> « et je me dis quand je lis ça [la séance proposée par le fichier]+essayer de se dire qu'en CP ils vont faire ça tout seuls pour prouver que l'air existe++ je suis pas très convaincue quand même <rires> » (P5 EA 7) ; « mais je me dis voilà+ c'est quand même un :: enfin c'est un manuel qui est : qui est utilisé dans l'école / mais la progression/ et donc tout le monde est censé l'utiliser donc les collègues /certaines sont à l'école depuis longtemps+ donc je pense qu'elles se sont expérimentées » (P5 EA 8)

Le poids des contraintes sociales (*Intentio*) s'exprime clairement ici, et la seule régulation que P5 s'autorise concerne le contenu de la dernière phase de la séance (intitulée « je retiens »). La fiche de référence ne donne en effet aucune information quant à la mise en œuvre de cette phase. Elle ne fournit qu'un résumé de ce que les élèves doivent retenir (extrait de l'annexe 3 P5 reproduit ci-dessous) :


Je retiens

- L'air existe tout autour de nous. Il est invisible et n'a pas d'odeur.
- Le vent est de l'air en mouvement.
- L'air peut se déplacer ou faire fonctionner des objets.

Figure 25 : Extrait de la fiche de préparation de P5

P5 estime qu'une telle trace écrite en CP n'est pas pertinente :

> « enfin en tout cas dans cette forme là+ moi je trouve que :: enfin celle-là [cette trace écrite] elle est pas pratique en plus pour les CP+ enfin l'air existe autour de nous il est invisible et n'a pas d'odeur enfin c'est :: ils apprennent tout juste à lire+ enfin ils vont pas

apprendre euh :: dans le schéma je lis+ je répète+ je :: nan ça marche pas+ enfin ça va être/ voilà +des choses qu'ils vont savoir j'espère qu'ils vont retenir <rires> » (P5 EA 68).

En termes de bilan de séance et pour fixer ce qu'il semble utile aux élèves de retenir, l'enseignante préfère donc proposer à ces derniers une tâche de réalisation de schémas d'expériences. Elle se questionne cependant sur la mise en œuvre dans cette tâche et en particulier sur la marge d'autonomie qu'elle pourra accorder aux élèves :

> « donc là+ si/ soit ils auront très vite trouvé des choses et je leur demanderai de dessiner EUX+ leur expérience+ soit il faudra vraiment que je guide beaucoup et je ferai les dessins et ils recopieront » (P5 EA 45).

Quand nous questionnons P5 sur son Intentionnalité quant à cette phase de la séance, elle précise :

> « euh :: principalement garder la trace de ce qu'ils ont fait+ pour qu'ils+ voilà+ ils ont proposé des choses+ donc je veux qu'ils le gardent […] quand ils vont après revoir à la maison avec les parents ils vont pouvoir dire ah ben on avait fait cette expérience-là euh :: ça peut aider les parents en fait à : à comprendre ce qui s'est passé […] » (P5 EP 124)

L'Intentionnalité qui s'exprime ici a pour objet de garder la mémoire des expériences réalisées, et l'on constate clairement qu'en termes de guidage, l'enseignante ne pourra arrêter sa décision qu'en situation de classe.

Nous dégageons à présent quelques remarques de l'ensemble de ces analyses.

14.1.3.7 Remarques

Nous venons de montrer que la modification d'une tâche[94] est l'expression d'une Intentionnalité propre à chaque enseignant. L'analyse des tâches prévues, et surtout des tâches modifiées, nous renseigne donc en premier lieu sur les buts visés (ou objets de diverses Intentionnalités) et en second lieu sur les moyens mobilisés par les enseignants (ce qu'ils considèrent pertinent de faire pour atteindre ces buts). Remarquons en outre, que les fiches recueillies donnent quelques renseignements sur les anticipations de leurs auteurs (Annexe 4). Afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI, nous prenons en compte ces anticipations (écrites, ou apportées oralement par les enseignants au cours des entretiens *ante* vidéo). Ces anticipations sont indiquées dans notre réécriture des plans prévus des séances (Annexe 4). Les informations recueillies en entretien y sont indiquées en couleur.

C'est ce que nous expliquons à présent.

[94] Tâche à prescrire aux élèves

14.1.4 Anticipations

En termes d'anticipations nous recherchons, comme le propose Jameau (2012, p. 81), des traces de ce que les enseignants anticipent des résultats de leur activité sur les élèves. Nous prélevons quelques éléments dans les fiches de préparation (ou de référence) recueillies, comme nous l'avons montré, et extrayons ensuite des entretiens tous les extraits étiquetés *anticipations* (annexe 18). Trois constats émergent de ce regroupement des données : 1/ les anticipations relevées sont essentiellement portées sur les indices *verbaux* perçus par l'enseignant (réponses attendues des élèves), 2/ dans une moindre mesure, des anticipations d'indices (*verbaux ou non),* s'expriment et mettent au jour des règles d'actions mobilisables par l'enseignant en situation de classe (**si** je vois tel *indice*, **alors** *verbe d'action*), 3/ les anticipations portent peu sur les difficultés possibles des élèves mais davantage sur les difficultés organisationnelles que l'enseignant pourrait rencontrer. Développons quelques exemples pour illustrer notre propos.

Tout d'abord, nous relevons dans les fiches de préparation et de référence, essentiellement des anticipations des réponses aux questions que les enseignants prévoient de poser. Elles sont visibles sur les fiches de préparation de P0, P1, P2, P3, P4, P5 (Annexe 3) sous les entrées : « Réponses attendues : … » ou « on peut s'attendre à des réponses du type : … ». Les entretiens *ante* vidéo font également ressortir ce type d'anticipations. Par exemple :

> « […] moi je suis quasi sûre que je vais avoir de l'eau gazeuse euh : c'est obligé++ c'est possible qu'on ait l'état de l'eau gazeux+ […] » (P3 EA 37)

(Et aussi (cf. Annexe 18) : Po EA 27, 31, 36 ; P1 EA 8 ; P2 20, 27 ; P3 EA 33, 37, 39, 45 ; P4 EA 29, 31, 38, 40 ; P5 EA 7, 10, 15, 17, 20, 37).

Nous identifions également, à l'échelle des tâches prévues (mésoscopique), une anticipation de la réponse enseignante sur la réponse des élèves à son activité, ce qui pourrait s'entendre comme une *double anticipation*. Par exemple, lorsque P4 imagine la situation de départ de sa séance – se mettre à la place d'Ulysse et de ses compagnons lorsqu'ils sont enfermés dans la grotte du cyclope Polyphème et imaginer un moyen de déplacer le rocher qui bloque l'entrée pour pouvoir se sauver – l'enseignant anticipe que certains élèves vont dessiner la scène plutôt que réfléchir au problème posé :

> « après j'espère que ça va pas avoir comme conséquence d'amener des dessins ou euh :: tu vois c'est tout bête mais ça peut arriver+ ça peut-être qu'il y en a qui vont s'amuser à dessiner pendant 3 heures Polyphème avec l'œil crevé à côté de : du rocher au lieu de dessiner le euh : mais bon ça+ ça risque » (P4 EA 72)

Nous remarquons que ce type d'anticipation est souvent suivi d'un énoncé que l'on peut reformuler comme une règle d'action potentiellement mobilisable. Ainsi, concernant l'exemple ci-dessus, P4 poursuit l'échange en précisant :

> « on verra+ après c'est aussi à moi de regarder+ et pis si je vois un artiste euh :: lui dire tu gardes ton talent pour plus tard +et puis là on fait/ on est sur/ on règle le problème d'Ulysse+ bon on verra bien de toute façon c'est pas :: <rire> on verra demain++ » (P4 EA 76)

Ce second extrait nous permet de formuler une règle d'action (qui sera mobilisée ou non en situation de classe) de la manière suivante : ***Si*** *un élève dessine Polyphème,* ***alors*** *je le recentre sur le problème à résoudre*. Remarquons que l'on pourrait aussi l'interpréter comme un concept en acte : si je repère en situation de classe qu'un élève dessine Polyphème au lieu de chercher à résoudre le problème (indice), je considère *qu'il sera pertinent* de le recentrer sur le problème à résoudre (d'autres exemples de ce type en annexe 18 : Po EA 17 ; P1 EA 9, 21 ; P3 EA 19 à 21 ; P4 EA 35, 43, 44).

Enfin, en questionnant les enseignants sur les difficultés que les tâches qu'ils prescrivent aux élèves peuvent faire émerger, nous constatons que ceux-ci développent peu et décrivent plus spécifiquement des difficultés d'ordre organisationnel, qui peuvent largement dépasser le cadre de la séance en question (échelle macroscopique). Par exemple P3 n'anticipe « pas d'obstacle intellectuel » qui pourrait se poser aux élèves, mais évoque des difficultés organisationnelles qu'elle pourrait rencontrer au cours de la séquence bien que celles-ci ne concernent pas la première séance que nous allons observer :

> « je pense+ je vois pas trop euh : alors je vois plutôt les :: <P3 prend sa préparation> là sur l'émergence des :: des hypothèses et tout ça+ je pense que ça va pas être trop compliqué++ le seul truc que :: qui risque de :: c'est que ça va pas marcher les expériences++ c'est à dire que ben : soit le :: la plaque chauffante va pas marcher comme il va falloir+ enfin bon+ on a souvent des problèmes techniques enfin voilà : des obstacles intellectuels de compréhension pour les enfants je pense pas+ peut-être l'aspect gazeux +ça ils vont peut-être trouver bizarre parce qu'on le voit pas [l'air] […] » (P3 EA 37)

(Et aussi: P1 EA 45 ; P3 EA 33, 37, 45 ; P4 EA 9, 31, 25, 44 ; P5 EA 35 (cf. Annexe 18)).

Ces résultats semblent indiquer que les anticipations des enseignants mettent au jour les conditions de satisfaction de certaines Intentionnalités. Elles orientent la vigilance des enseignants vers le repérage d'indices en situation. Nous gardons cependant à l'esprit que l'enseignant ne verbalise pas toutes ses anticipations, en particulier lorsque son activité est profondément intégrée comme le souligne Teiger (1993).

Remarquons pour terminer cette section, que la reconstruction des règles d'action potentiellement mobilisables par les enseignants en situation de classe, issue de notre analyse de leurs anticipations (Annexe 18), nous permet d'identifier de nouvelles Intentionnalités. Nous reconstruisons ainsi une Intentionnalité de faire observer, comparer des résultats (P0) ; une Intentionnalité d'apporter des savoirs (P1) ; une Intentionnalité d'impliquer les élèves (P1) ; une Intentionnalité de faire progresser le savoir par interactions avec ses pairs (P1) ; une Intentionnalité de prouver un savoir (P3) ; une Intentionnalité de rendre le savoir explicite (P4) ; une Intentionnalité d'apporter, de fixer le savoir (P1, P4) ; et enfin, une Intentionnalité

de (re)centrer les élèves sur la tâche prescrite (P4). Que faire de cette diversité d'Intentionnalités ?

Afin de faciliter notre analyse de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages par des enseignants expérimentés en situation d'ESFI (Q2), nous décidons de regrouper les différentes Intentionnalités reconstruites en fonction des objets qu'elles visent. Cela devrait nous permettre par la suite de nous centrer plus facilement sur les dynamiques intentionnelles en jeu dans l'activité de guidage des apprentissages. C'est l'objet de la section suivante.

14.2 Reconstruction des Intentionnalités

Dans cette section, nous présentons pour commencer les Intentionnalités reconstruites à partir des anticipations des enseignants. Puis, nous présentons les catégories d'Intentionnalités reconstruites. Nous montrons alors comment cette catégorisation nous amène à reconnaitre également des Intentionnalités dans les invariants opératoires identifiés lors des découpages des entretiens. Enfin, nous identifions des similitudes et des variabilités au sein de notre panel d'enseignants.

14.2.1 Catégorisation des Intentionnalités

Nous avons montré précédemment que les commentaires des enseignants au sujet des adaptations qu'ils envisagent d'apporter aux fiches qui leur servent de référence, ainsi que les anticipations qu'ils expriment au cours de l'entretien *ante*-vidéo, nous permettent de reconstruire diverses catégories d'Intentionnalités : Intentionnalité d'impliquer les élèves ; Intentionnalité d'organiser le temps didactique (nombre de séances, choix des différentes phases et des tâches relativement au temps disponible…) ; Intentionnalité de faire progresser le savoir, faire apprendre les élèves ; Intentionnalité d'être explicite. Ces catégories nous servent alors de grille de relecture des entretiens (Annexe 5, présentée au § 10.1.4.1, p. 135) pour repérer dans les propos des enseignants, tout élément qui se rattache à l'une ou l'autre de ces catégories ou fasse émerger une catégorie différente.

Les tableaux 23 à 28 (p. 217-219) permettent d'exemplifier ces catégories à partir d'extraits d'entretiens. Nous ne cherchons en aucun cas à faire apparaitre ici de manière exhaustive toutes les propositions relatives à chaque catégorie mais simplement à expliquer comment nous reconstruisons les Intentionnalités de chaque enseignant (cf. Annexe 17 : transcripts des entretiens).

14.2.1.1 Impliquer les élèves (IIMP) :

Cette catégorie regroupe selon nous, tout propos interprété comme une volonté d'amuser, de plaire, d'intéresser voire de marquer les élèves, ou tout propos interprété comme une

volonté de s'ancrer dans le quotidien des élèves, de les féliciter, de les encourager et de les (re)mobiliser.

I_{IMP}
- chercher l'aspect ludique : « c'est toujours assez amusant de transporter des choses les entonnoirs ça plait toujours même si c'est du : du gadget finalement+ ils se rappelleront+ » P2 EA 18
- intéresser les élèves (et l'enseignant) « après euh :: si j'ai le temps euh […] je fais d'autres sujets qui me plaisent qui plaisent aux enfants » P1 EA 34
- impliquer les élèves avec une histoire qui fait sens pour le groupe classe : « j'espère que ça va les intéresser pour qu'ils comprennent ben : en gros la mission c'est que Ulysse réussisse à soulever le rocher pour pouvoir euh : libérer ses camarades et lui- même+ et sortir de la grotte++ » P4 EA 17
- travail de groupe pour impliquer : « euh : ben ce que je fais déjà +c'est que je les mets par petits groupes+ comme ça ça évite qu'ils soient isolés dans leur coin sans idée+ » P1 EA 21
- (re)centrer les élèves sur la tâche prescrite : « on verra après c'est aussi à moi de regarder+ et pis si je vois un artiste euh :: lui dire tu gardes ton talent pour plus tard +et puis là on fait/ on est sur/ on règle le problème d'Ulysse+ « P4 EA 72

Tableau 23 : Exemples de propositions visant à impliquer les élèves

14.2.1.2 Organiser (IORG) :

Cette catégorie regroupe selon nous, tout propos interprété comme une volonté de s'inscrire dans une programmation, une progression, ou dévoilant une stratégie spécifique en termes de matériel, de gestion du temps didactique ou des tours de paroles

I_{ORG}
- volonté de s'inscrire dans une programmation : « enfin ce que je me dis souvent <rires> en début d'année c'est bon allez je : je fais le programme qui est imposé parce que ben : voilà+ faut être cohérent aussi avec les enseignants des années précédentes et des années suivantes+[…]» P1 EA 34
- organiser le temps didactique : *« ça me parait long »*, *« ça va nous prendre plus de temps »* P3 EA 33, « après euh :: si j'ai le temps euh :: ben je me fais un coup de circulation sanguine » P1 EA 34
- organiser l'espace : « oui pis qu'ils soient assez loin les uns des autres pour pas être gênés et entendre les propositions des autres+ » P1 EP 87
- organiser la gestion du matériel : « après j'envisage de les mettre euh :: je pense par groupes de trois/ à mon avis ça va être ça vu le : l'effectif+ y aura un groupe de 2 en plus je pense et euh :: une feuille A3+ un feutre+ je donnerai quelques consignes euh : ben de :: d'organisation et je leur demanderai de dessiner un dispositif qui permettrait euh : de soulever la pierre+ et pis ils auront du matériel devant eux pour essayer de voir si ça fonctionne ou pas » P4 EA 21
- organiser les interactions : P0_film : 00 :22 :20 : « Mais ! chut non ! Non ça s'est BEAUcoup calmé :: + mais là il est fatigué :: + il a TRES ::: envie de dire ce qu'il a envie de dire +voilà ! + sauf que moi je veux organiser les choses. Et donc ce serait bien qu'on revienne à ce que Younès avait dit+ on a amené des glaçons + »

Tableau 24 : Exemples de propositions visant à organiser les évènements

14.2.1.3 Faire acquérir des savoirs (ISAV) :

Cette catégorie recouvre, selon nous, tout propos interprété comme une volonté de faire comprendre/apprendre/retenir un savoir, ou désignant des stratégies pour y parvenir. Il nous semble cependant nécessaire d'y distinguer deux aspects.

Le premier se centre sur la nature du savoir en jeu au travers des propos de l'enseignant (savoir relatif à un concept, savoir relatif au langage, savoir plutôt relatif à des méthodes). Nous indiquons également dans cette catégorie tout propos interprété comme l'expression d'une finalité sociale ou révélant le positionnement de l'enseignant quant au fonctionnement de l'enseignement des sciences (par exemple lorsque P3 propose aux élèves de « faire une expérience », son Intentionnalité est de « prouver un savoir »).

I_{SAV}
- mettre au travail le savoir en jeu : « donc je vais partir sur solide liquide+ et puis les : les changements d'état de la matière […] (P2 EA 4) - « mais euh : pour cette première séance je vais être modeste sur euh ::ce que je veux qu'ils retiennent mais euh : le principe du levier avec des mots qu'ils seront capables de transposer+ et y aura cette part dessiner-expliquer+ et même écrire une phrase qui euh : qui corresponde à leur dispositif pour moi c'est important ce moment-là quoi » P4 EA 27 - institutionnaliser le savoir exprimé au cours de la séance : « à ce moment-là/ c'est pas forcément proposé dans la séance tirée du net+ mais je pense qu'ils prendront leur propre petit carnet de : d'expériences et de : d'observations là+ et je leur referai+ je prendrai un temps de copie du modèle en fait/ enfin du modèle avec le vocabulaire scientifique +que chacun puisse avoir la trace de ce dessin et de ces mots » P4 EA 41 - garder la mémoire des expériences réalisées avec la trace écrite : « euh : bah+ le :: aller vers la schématisation++ je leur montre l'exemple+ la mémoire aussi parce que effectivement quand euh : quand ils vont après revoir à la maison avec les parents ils vont pouvoir dire ah ben on avait fait cette expérience-là euh :: ça peut aider les parents en fait à : à comprendre ce qui s'est passé + » P5 EP 124 - prouver un savoir : « et j'espère arriver à la température ET en plus je pourrai FACilement leur PROUver « P0 EP 65

Tableau 25 : Exemples de propositions visant à faire progresser le savoir

Le second aspect se centre sur des stratégies de guidage des apprentissages en phase avec une épistémologie constructiviste ou socioconstructiviste. Dans cette catégorie, nous regroupons ainsi tout propos se référant plus spécifiquement aux notions de questionnement des élèves, à l'expérimentation, au travail de groupe, à la prise en compte des conceptions des élèves.

I_{SOC}
- mettre les élèves en recherche (P1 EP 17) - faire expérimenter : « […] en fait je trouve qu'en sciences on leur fait apprendre des choses +voilà l'eau elle peut être solide quand il fait moins de zéro degré machin + mais :: mais on leur fait pas expérimenter des choses++ on leur donne pas des compétences+ on leur donne juste des savoirs et moi justement je voudrais faire des sciences comme j'ai appris à en faire en fait+ et comme ça me plait » P5 EA 81 - faire progresser le savoir par interactions avec ses pairs (travail de groupe) (P1 EA 21)

Tableau 26 : Exemples de propositions visant la mobilisation de modèles (socio)constructivistes

14.2.1.4 Être explicite (IEXPL) :

Nous regroupons dans cette catégorie les propos qui traduisent explicitement une Intentionnalité de lever toute opacité ou tout malentendu relativement au vocabulaire employé, aux attentes de l'enseignant notamment au travers des consignes orales ou écrites, mais également tout propos qui traduit une Intentionnalité de verbaliser, clarifier les procédures des élèves, les étapes d'un raisonnement ou d'une progression des savoirs. Les propos visant à rappeler ce qui a été fait précédemment ou ce qui sera fait ultérieurement entrent donc dans cette catégorie.

I_{EXPL}
- être explicite au niveau du vocabulaire mais également « en termes d'attendus », de « cheminement » comme le confirment d'autres extraits (P0 EA 7, 9, 23, 24, 68) - rendre le savoir explicite : « pratiquement là+ je cherche à pouvoir aider les élèves à + à partir d'un dessin de pair+ passer à une schématisation que j'ai déjà moi en tête anticipée avec un triangle pour le pivot+ une ligne euh : la charge que : qui peut être schématisée par un/ juste un carré+ mais que ce soit clair pour eux++ » P4 EA 35

Tableau 27 : Exemples de propositions visant à être explicite

14.2.1.5 Évaluer

Cette catégorie regroupe tout propos se référant aux stratégies mobilisées par l'enseignant pour identifier ce que les élèves savent. Elle apparait au fil de l'analyse des entretiens. Toutefois, nous en relevons très peu et la pertinence de cette catégorie pourrait être à revoir à partir d'autres situations d'ESFI.

I_{EVA}
- évaluation diagnostique (« donc LA+ ça me permet […] de voir où ils en sont+ sur ça+ » : PO EA 40) - « oui et puis au final si on fait un petit une mise en abime moi cette séance là c'était aussi pour moi une expérience sur eux et du coup je voyais ce qui fonctionnait ou ce qui fonctionnait pas etc il y a des trucs auxquels je m'attendais, des trucs auxquels je m'attendais pas euh donc voilà ya tout ça (rire) » P1 EP 19

Tableau 28 : Exemples de propositions visant à évaluer les élèves

Cette catégorisation des Intentionnalités nous permet, comme nous le montrons à présent, de dresser une carte des réseaux intentionnels des enseignants de notre espace de cas.

14.2.2 Réseaux intentionnels

Reprenons à présent le tableau de bord de Sonal et « décochons » ou « éteignons » tour à tour les différentes catégories d'Intentionnalités pour visualiser celles-qui s'expriment chez chaque enseignant.

14.2.2.1 Intentionnalité d'impliquer les élèves

Tous les enseignants de notre panel expriment à un moment ou un autre une Intentionnalité d'impliquer les élèves comme le montre la Figure 26 ci-dessus. Sur cette figure, toutes les rubriques (à gauche de l'écran) sont grisées car nous les avons décochées. La seule que nous ayons gardée (ligne bleue sur la figure) correspond à l'Intentionnalité d'impliquer les élèves. Sur les découpages des entretiens (partie droite de l'écran), n'apparaissent donc plus que les extraits correspondant à cette rubrique, sur chaque bande d'entretien.

Remarquons qu'une étude quantitative n'aurait pas beaucoup de sens ici car les entretiens ne sont pas suffisamment guidés pour permettre une comparaison stricte. Ainsi, ce n'est pas parce qu'un entretien fait ressortir plus d'extraits que les autres sur la Figure 26 que l'intention d'implication est plus prégnante chez cet enseignant. Cela peut être dû à la tournure que prennent les échanges.

Figure 26 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'implication

14.2.2.2 Intentionnalité d'organiser le temps, l'espace, les échanges

Nous constatons de même (Figure 27, ci-dessous) que tous les enseignants de notre panel expriment l'Intentionnalité d'*organiser « les choses »,* pour reprendre les mots de P0 (P0_film 00 :22 :20 ; Tableau 24, p. 217).

Figure 27 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'organisation

14.2.2.3 Intentionnalité de faire acquérir des savoirs

Comme nous l'avons précisé plus tôt, nous distinguons deux aspects de cette Intentionnalité I_{SAV} et I_{SOC} (§ 14.2.1.3, p. 218).

Le premier (I_{SAV}) se rapporte à la nature des savoirs et nous amène à distinguer une Intentionnalité de faire construire des savoirs conceptuels ($I_{SAV\text{-}C}$), une Intentionnalité de faire construire des savoirs d'ordre méthodologique ($I_{SAV\text{-}C}$), et une Intentionnalité de faire construire des savoirs langagiers ($I_{SAV\text{-}C}$) (cf. grille de lecture des entretiens, Annexe 5). Perron *et al.* (2020, p. 201), définissent les savoirs conceptuels comme « une construction de l'esprit produite par l'activité humaine, qui permet de se représenter les objets du monde même en leur absence ». Nous regroupons donc dans cette sous-rubrique $I_{SAV\text{-}C}$, tout propos qui exprime, selon nous, une volonté de faire comprendre/construire/développer un savoir d'ordre conceptuel (par exemple comprendre ce qu'est une propriété de la matière, comprendre ce qu'est un solide, un liquide…), ou désignant des stratégies pour y parvenir. La sous-rubrique $I_{SAV\text{-}M}$ regroupe pour nous tout propos qui exprime une volonté de développer des habiletés manipulatoires (par exemple utilisation d'un thermomètre) ou des habitudes méthodologiques (par exemple identifier des paramètres, identifier le paramètre variable dans une expérimentation). Enfin, la sous-rubrique $I_{SAV\text{-}L}$ regroupe tout propos que nous

interprétons comme une volonté de faire acquérir un lexique spécifique, ou toute stratégie relative à la réalisation d'une trace écrite scientifique ou d'une présentation orale.

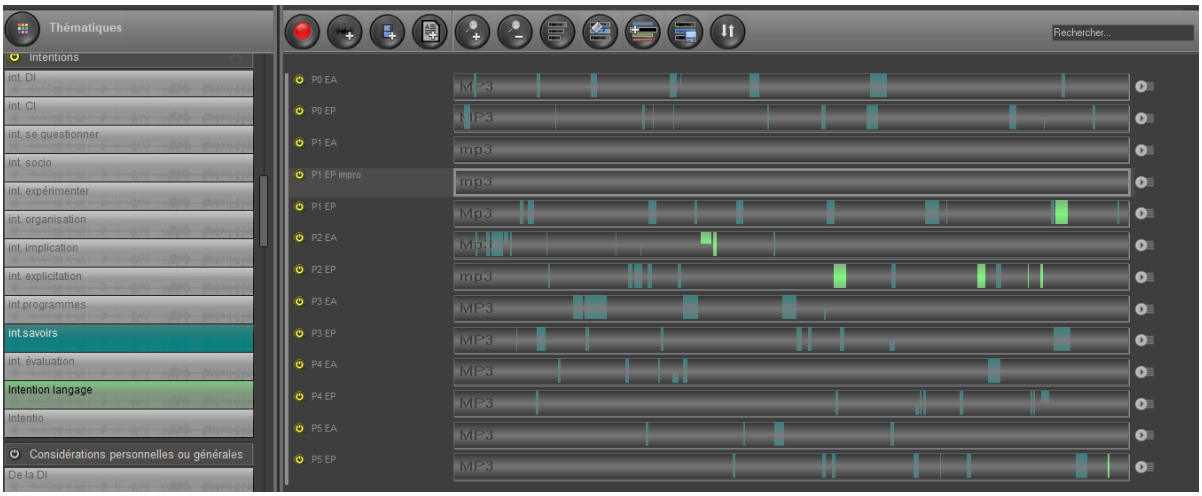


Figure 28 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention de faire progresser le savoir

Prenons un exemple qui illustre la reconstruction de ces sous-rubriques :

> « dire ben : quand l'eau est gelée est-ce que ça pèse euh :: est-ce que c'est la même masse' est-ce que c'est le même volume' [P3 EA 10]
> […] [>Question?]: donc ça c'est tes trois objectifs sur la séquence entière'
> [>P3]: voilà++ sur la séquence entière +sachant qu'en plus je voudrais qu'on apprenne à utiliser un thermomètre voilà+ puis je me suis mis des mots que /enfin du lexique que+ notion liquide-solide et que l'on revienne là-dessus ++normalement ils ont fait ça en cycle 2+ voir ce qui reste euh :: fusion solidification vapeur gaz évaporation condensation++ qu'on voit bien que ben : ce qui se passe dans le cycle de l'eau ben : c'est ce qu'on a observé et donc+ donc ma première séance euh :: ben c'est d'évaluer les connaissances des élèves ++ » (P3 EA 11)

Dans cet extrait, P3 précise son *Intentionnalité de faire construire certains savoirs* (l'eau se transforme en glace autour de 0°C, une masse d'eau n'occupe pas le même volume à l'état solide et à l'état liquide), et certaines habiletés manipulatoires (utiliser un thermomètre). P3 exprime également son *Intentionnalité de faire apprendre un vocabulaire spécifique* (liquide, solide, fusion, solidification, vapeur, gaz, évaporation, condensation). Enfin, P3 exprime également son Intentionnalité d'évaluer les connaissances des élèves.

Le second aspect de l'Intentionnalité de faire acquérir des savoirs (I_{SOC}) regroupe tout propos se référant plus spécifiquement aux notions de questionnement des élèves, à l'expérimentation, au travail de groupe, à la prise en compte des conceptions des élèves, ou à une démarche basée sur l'investigation (§ 14.2.1.3, p. 218). Ce sont les cinq sous-rubriques qui apparaissent en bleu sur la Figure 29, p. 223). Nous nommons cette sous-rubrique : *Intentionnalité de s'appuyer sur des modèles didactiques de type constructivistes* (I_{SOC}) car les entrées que nous venons de mentionner sont des entrées qui font écho aux modèles constructivistes ou socioconstructivistes développés en DST.

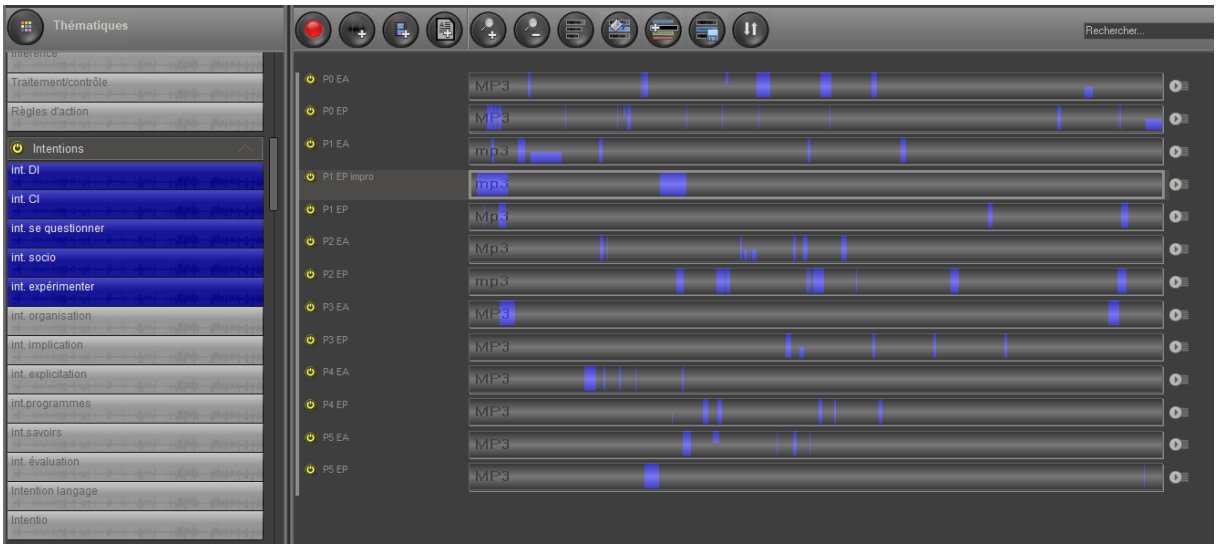


Figure 29 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention socioconstructiviste

14.2.2.4 Intentionnalité d'être explicite

L'Intentionnalité d'être explicite est la seule Intentionnalité dont nous ne repérons pas la trace chez tous les enseignants, comme le montre la Figure 30 ci-dessous. Nous ne pouvons cependant pas affirmer fermement que les enseignants du panel ne formulent pas tous cette Intentionnalité qui vise à expliciter le vocabulaire, à clarifier les objectifs et à rendre visibles les cheminements ou processus de pensée comme le décrit P0 (§ 14.1.3.1, p. 209). En effet, nos questions n'ont peut-être pas porté sur des évènements qui permettaient de mettre au jour cette Intentionnalité. Car rappelons-le, nous ne sommes pas partis de notre grille préconstruite de catégories d'Intentionnalités pour les rechercher dans les activités enseignantes de préparation et de conduite de situation d'ESFI. Nous avons choisi le chemin inverse qui part des traces de l'activité enseignante pour reconstruire les Intentionnalités organisatrices de cette activité.

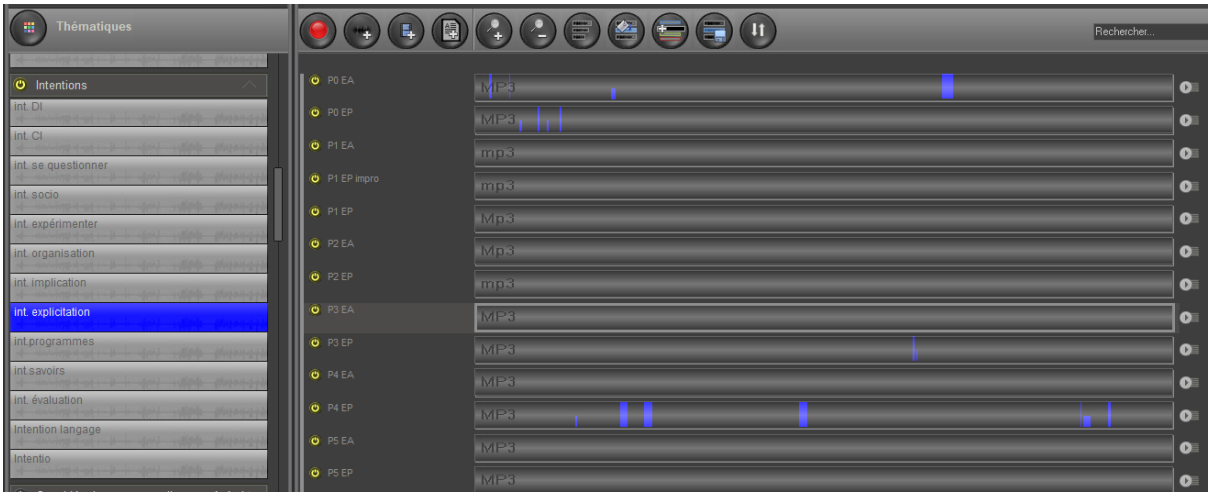


Figure 30 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'être explicite

14.2.2.5 Intentionnalité d'évaluer

Rappelons que les séances que nous observons sont toutes les premières séances d'une séquence d'enseignement. Les quelques propos que nous identifions comme une volonté des enseignants « d'évaluer » (Figure 31, ci-dessous) relèvent d'évaluations *diagnostiques* qui ont pour objectif de situer l'état des connaissances des élèves afin d'ajuster si besoin la progression prévue.

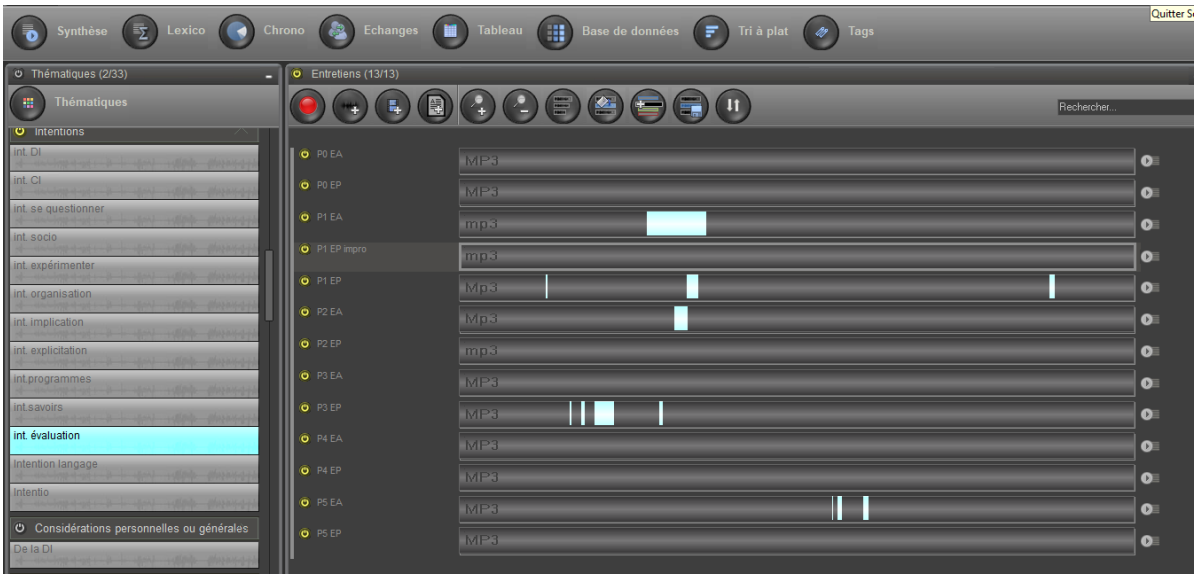


Figure 31 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'évaluer

Avant de nous focaliser sur l'activité enseignante en situation de classe, dans le but de décrire précisément le guidage effectif des apprentissages et le replacer dans une dynamique intentionnelle (Q2), nous réalisons une synthèse de ce travail relatif à la reconstruction des Intentionnalités qui s'expriment en amont des mises en œuvre de séance.

14.3 Synthèse

Dans ce chapitre, nous avons reconstruit les Intentionnalités des enseignants par l'analyse des fiches de préparation (ou de référence) qu'ils nous ont fournies, et des entretiens réalisés. L'enjeu de ces reconstructions consiste à mettre au jour le rôle de cette seconde instance intentionnelle du système (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées relatives à une situation d'ESFI à l'école élémentaire française (Q1, p. 92). Précisons que nous nous sommes focalisés sur la formulation d'Intentionnalités *didactiques*, c'est-à-dire en lien avec les enseignements et les apprentissages. Nous n'avons pas cherché à

faire émerger d'autres intentionnalités[95] ce qui ne signifie pas qu'il n'en existe pas dans le réseau intentionnel de chaque enseignant.

Les résultats obtenus montrent que les enseignants de notre espace de cas s'appuient sur des fiches de référence pour préparer leurs séances. Ils en reprennent les buts et la structure générale. Au travers de ces fiches s'expriment des attentes institutionnelles et sociales vis-à-vis de l'enseignement des sciences, ce qui signifie pour nous que ce serait l'*Intentio* qui remplirait la fonction de mettre un terme au raisonnement sur les fins. En revanche, nous observons que les enseignants expérimentés avec lesquels nous travaillons proposent des modifications à ces fiches de référence en termes de *moyens* à mettre en œuvre pour atteindre les buts fixés par I_o. Les Intentionnalités de chacun rempliraient donc, d'après nos résultats, la fonction d'engager le raisonnement des enseignants sur les moyens à mettre en œuvre. Nous identifions ces moyens au travers des invariants opératoires reconstruits (ce qui est considéré par chacun comme vrai ou pertinent pour agir).

Enfin, la reconstruction des diverses Intentionnalités formulées par les enseignants en amont des mises en œuvre de séance et leur catégorisation (I_{IMP}, I_{SAV}, I_{SOC}, I_{ORG}, I_{EXP}, I_{EVA}), nous permet de nous représenter le réseau intentionnel de chaque enseignant. À partir de cette représentation des réseaux intentionnels, nous pouvons à présent nous focaliser sur les situations de classe pour reconstruire les dynamiques intentionnelles de chacun (c'est-à-dire comment I se transforme en i). Nous nous centrons ainsi, en particulier, sur les dynamiques intentionnelles relatives au guidage des apprentissages (I_{SAV} et I_{SOC}), afin d'obtenir d'une part, les éléments qu'il nous manque encore pour répondre à notre première question de recherche (Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI ?), et afin de répondre d'autre part, à notre deuxième question de recherche (Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?)

[95] Nous pensons par exemple à l'existence probable d'une Intentionnalité de protéger son intégrité physique, émotionnelle et mentale ou à une Intentionnalité de réguler la charge de travail. Intentionnalités qui, si l'on fait un parallèle avec les travaux de Brun (1992) ou de Cru et Dejours (1983) sur les savoir-faire de prudence, devraient permettre à chaque enseignant de décider des meilleurs compromis possibles pour maintenir l'équilibre entre lui-même, les élèves et les contraintes sociales et institutionnelles

Chapitre 15
Dynamiques intentionnelles

Dans ce chapitre, nous analysons le passage de la préparation d'une séance à sa mise en œuvre afin de comprendre si les Intentionnalités que nous avons reconstruites en amont de la séance s'actualisent en intentions didactiques en situation d'ESFI, et comment. Nous nous centrons alors sur les seuls enseignants de notre panel qui traitent des propriétés de la matière et du changement d'état (P0, P1 et P2). Pour chacun de ces enseignants, nous commençons par contextualiser la séance observée. Nous nous appuyons ensuite sur le synopsis du réalisé pour identifier les intentionnalités qui portent chaque but de la séance. Puis nous décrivons un ou plusieurs incidents critiques qui nous permettent de mener une analyse microscopique rendant compte de l'actualisation des Intentionnalités en intentions didactiques. Enfin, nous reconstruisons un espace des possibles par un raisonnement contrefactuel, comme le propose le modèle InDIS. Chaque étude de cas se termine par un retour sur nos trois premières questions de recherche :

> Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre), à l'école élémentaire française ?
>
> Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
>
> Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des « savoirs d'expérience » construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?

Un dernier chapitre synthétise l'ensemble de nos résultats.

15.1 Po et la course aux glaçons

Nous commençons cette section par un rappel et des précisions sur le contexte de la séance analysée. Nous nous appuyons ensuite sur le synopsis du réalisé pour identifier les intentions (I et i) qui portent chaque but de la séance. Pour cette première étude de cas, nous illustrons notre méthode d'analyse au travers de la reconstruction des dynamiques intentionnelles de l'Intentionnalité d'être explicite (I_{EXPL}). Nous identifions ensuite un incident critique qui nous permet de mettre au travail le modèle InDIS. Pour terminer, nous identifions les questions

physiques et didactiques auxquelles renvoie l'incident critique décrit. La dernière section propose une synthèse des résultats obtenus relativement à nos trois premières questions de recherche (p. 92).

15.1.1 Contexte

La séance observée s'intitule « la course aux glaçons » et concerne des CE1, dans une classe de 18 élèves. Présentons pour commencer quelques renseignements spécifiques sur l'enseignante (extraits des transcripts des entretiens reproduits en annexe 17).

Genre :	F
Age :	44 ans
Formation initiale :	licence de physique
Ancienneté dans le métier :	18 ans
Ancienneté dans le niveau :	12 ans
Niveau de classe actuel :	cycle 2 (CE1)
Formations académiques à l'enseignement des sciences et des technologies suivies sur les cinq dernières années :	aucune
Caractéristiques de l'établissement d'enseignement :	REP+[96]
Expérience en REP/REP+:	Oui (>5ans)
Expérience dans l'enseignement spécialisé :	non
Professeure des Écoles Maitres Formatrice :	oui (depuis plus de 5 ans)

Tableau 29 : Renseignements concernant P0

Remarquons que P0 enseigne en Réseau d'Education Prioritaire Renforcée (REP +). Dans le cadre de sa nomination sur un poste en REP +, P0 annonce avoir contractualisé avec son employeur son inscription dans le cadre du référentiel de l'Éducation prioritaire[97] et avoir suivi des formations spécifiques pour maitriser ce cadre[98]. La séance analysée, déjà menée par P0 quelques années auparavant, prévoit de poser aux élèves un problème théorique. P0

[96] Réseau d'Éducation Prioritaire renforcée

[97] https://eduscol.education.fr/1028/la-politique-de-l-education-prioritaire-les-reseaux-d-education-prioritaire-rep-et-rep#

[98] Il repose sur six principes : garantir l'acquisition du « lire, écrire, parler » et enseigner plus explicitement ; conforter une école bienveillante et exigeante ; mettre en place une école qui coopère avec les parents ; favoriser le travail collectif de l'équipe éducative ; accueillir, accompagner, soutenir et former les personnels ; renforcer le pilotage et l'animation des réseaux

demande en effet à ses élèves d'apporter un glaçon de chez eux et de le placer dans un endroit où il fondra le plus lentement possible. P0 veut ainsi engager la réflexion de ses élèves, pour qu'au travers de ce défi, ils anticipent le meilleur endroit possible pour préserver leur glaçon et qu'ils interprètent les résultats obtenus par comparaison de l'état de leurs glaçons respectifs au moment de la séance. L'enjeu didactique de la séquence, exprimé par P0 (P0 EA 12, 17, 18, 21, 22), est que les élèves parviennent à mettre en relation la fonte des glaçons avec la température. L'analyse du prévu révèle les nombreux objectifs et compétences annoncés sur la fiche de préparation (cf. Annexe 3). Mais la lecture de la fiche de préparation croisée avec l'entretien *ante* vidéo souligne que le but de la séance (l'état final) vise à faire émerger des hypothèses explicatives sur le fait que certains glaçons ont fondu et d'autres non. Regardons ce que le synopsis du réalisé montre de cette séance.

15.1.2 Synopsis du réalisé

Lors de l'entretien *post* vidéo nous questionnons à nouveau P0 sur le but de la séance :

> « [>P0] : […] dans cette séance là c'est plutôt euh : quels sont les CHOIX qui ont été faits + […] euh : là ils ont amené des glaçons : donc ils ont choisi de les mettre dans certains endroits++ on voit qu'on a des choses DIFférentes : y en a qui ont fondu y en a qui ont pas fondu+ » (P0 EP 24)

Pour P0, le but final visé par cette première séance semble donc consister à *constater que les glaçons apportés le matin par les élèves n'ont pas tous fondu autant*. Pour l'enseignante, ce constat va permettre de formuler des hypothèses explicatives sur la fonte des glaçons relativement à la température ou à la chaleur (glaçons déposés dans des endroits où il fait plus ou moins chaud), ou relativement à l'emballage choisi (plus ou moins isolant – P0 EP 156). Ces hypothèses seront ensuite mises à l'épreuve lors de la séance suivante au travers de quelques expériences. Le Tableau 30 (p. 230) présente les différentes phases de la séance à partir des éléments extraits du synopsis du réalisé, dont la Figure 32 (p. 230) donne un aperçu. Remarquons que le but de chaque phase peut être appréhendé comme un sous-but du but principal visé par la séance, cependant, cette distinction n'est pas utile à notre analyse, c'est pourquoi pour la suite du texte et afin de ne pas alourdir les propos, nous ne parlerons pas de sous-buts mais uniquement de buts (but de la séance ou but de telle ou telle phase).

But de la séance : constater que les glaçons n'ont pas tous fondu autant et proposer des explications

Phase d'introduction : But : Comprendre le vocabulaire et l'enjeu de la séance
Phase 1 – Représentations sur l'obtention des glaçons : But : Faire exprimer qu'un glaçon c'est de l'eau
Phase 2 – Questionnement : But : Faire expliciter les choix des élèves (leurs prévisions)

Phase 3 – Observation des glaçons : But : Constater que les glaçons sont plus ou moins fondus et proposer des hypothèses explicatives.
Phase de conclusion : But : conclure la séance.

Tableau 30 : Résumé succinct du synopsis de la séance réalisée par P0

Cette structuration de la séance apparait en détails dans le synopsis du réalisé (Annexe 7). Chaque phase correspond à une tâche prescrite aux élèves par l'enseignante. La colonne de droite fait apparaitre notre description de l'activité réalisée, sous forme de règles d'action : ***si*** indices, ***alors*** verbe d'action. La flèche indique la colonne des buts effectivement poursuivis, et le découpage en différentes phases apparait dans la colonne de gauche (phases entourées sur la Figure 32).

But de la séance : constater que les glaçons n'ont pas tous fondu autant (P0 EP 24)

durée totale : 00 : 53 : 00	déroulé	tâche prescrite	But (état final visé)	règles d'action
Introduction (3' 40) ~~a) vocabulaire~~ 0' 49 collectif oral	P0 fait rappeler le projet annoncé (course aux glaçons), elle explicite les différents sens du **mot « course »**.	Reformuler ce qu'est « une course » aux glaçons	Comprendre le vocabulaire. (P0 EP 9, 17à19, 22)	Questionner -**Si** je repère ou anticipe une erreur de syntaxe, une erreur ou hésitation en termes de lexique, **alors** je prends le temps de corriger et d'expliquer
b) entrée en matière 3' 32	P0 explique en quoi va consister le défi : « comment faire fondre les glaçons le plus vite possible ? »	Écouter les explications	Comprendre l'enjeu de la séance. « que ce soit bien clair pour tout le monde [...] Qu'on ait en tête ce qu'on cherchait » (P0 EP 9)	Questionner -**Si** un élève semble peu attentif, **alors** je lui demande de reformuler
Phase 1 : Représentations sur l'obtention des glaçons 4 : 28 7 : 35 *total 18 : 40*	P0 demande aux élèves comment on fait un glaçon. Une discussion s'amorce entre le choix eau froide/eau chaude pour faire un glaçon. P0 note les idées qui ont émergé sur le TNI, en demandant aux élèves de reformuler leur raisonnement concernant le choix eau chaude/eau froide, le choix congélateur/réfrigérateur, la discussion se poursuit et l'enseignante prend des notes	Expliquer comment on pense qu'il faut faire pour fabriquer un glaçon Reformuler ses propositions de manière synthétique	Faire exprimer qu'un glaçon c'est de l'eau (P0 EP 27, 28, 29)	Questionner -**Si** des élèves n'ont pas apporté de glaçon, **alors** je les questionne en priorité -**Si** un élève cherche ses mots, **alors** j'apporte et précise le vocabulaire (bac à glaçon à 00 :05 :13) *(P0 EP 31à35)* -**Si** un élève fait une proposition, **alors** je fais creuser (« toi tu dis de l'eau froide, pourquoi de l'eau froide ? Pourquoi au congélateur ? Comment tu sais que... ? Pourquoi pas de l'eau chaude ? » (00 :05 :40 à 00 :14 :53) et je garde la trace des idées exprimées *(P0 EP 13, 14, 39)*

Figure 32 : Extraction d'informations du synopsis du réalisé

Chaque but, reformulé dans le synopsis au plus près des commentaires de P0 sur son activité, peut être atteint de différentes manières et nécessite donc une prise de décisions de l'enseignante. Nous partons du principe que l'enseignante décide qu'il est pertinent d'agir comme ceci ou comme cela pour satisfaire telle ou telle intention (Intentionnalité). C'est donc l'activité observable de P0 qui nous permet de reconstruire ses intentions didactiques en situation de classe. Ainsi par exemple, pour amener les élèves à *comprendre le vocabulaire et l'enjeu de la séance* (but de la phase d'introduction), P0 juge pertinent de questionner les élèves sur ce qu'ils comprennent du défi qu'elle leur propose (« faire une course aux glaçons »). Elle répond ainsi à son Intentionnalité d'impliquer les élèves (I_{IMP}) puisqu'elle donne la parole à ces derniers et leur permet de verbaliser ce qu'ils comprennent. Mais P0 se donne par la même occasion les moyens de préciser ses propres attentes par l'explicitation du sens du mot *course* (I_{EXPL}). Nous observons ainsi comment chaque intention didactique

formulée en situation de classe actualise (ou non) une Intentionnalité du réseau intentionnel de P0.

Regardons à présent comment l'ici et maintenant de la situation de classe permet (ou ne permet pas) l'actualisation de ces Intentionnalités en nous appuyant sur l'exemple de l'actualisation de I_{EXPL}.

15.1.3 Actualisation de I_{EXPL}

Pour caractériser l'actualisation des Intentionnalités en intentions didactiques, nous décrivons tout d'abord l'activité observable de P0, sous la forme de règles d'action précisant ce que « fait » P0 et en réponse à « quoi » (indices). Parfois l'indice nous semble très visible, parfois moins. Dans ce cas, nous nous appuyons sur l'entretien *post* vidéo pour questionner P0 afin de nous tenir au plus près du point de vue de l'enseignante en minimisant tant que possible la part d'inférences du chercheur dans les reconstructions des différentes intentions (I et i). Illustrons cela au travers d'un exemple. Nous nous situons au tout début de la séance. Après avoir questionné les élèves sur la raison pour laquelle elle leur a demandé d'apporter des glaçons, P0 note au tableau : « une « course » aux glaçons » et questionne les élèves sur ce titre :

Vidéo : 00 :01 :30 à 00 : 2 : 20 - P0 écrit au tableau (TNI) : une « course » aux glaçons

1 : 15	6	**P0**	Pour faire une course aux glaçons [P0 note sur le TNI : une « course » aux glaçons] une course aux glaçons +++ Qu'est-ce que t'as compris TOI :: par rapport à cette course aux glaçons ?++ [P0 se retourne et regarde les élèves] Pourquoi j'ai appelé ça course ? ++ Anita, pourquoi j'ai appelé ça course ?
1 : 34	7	A	Parce que <…> c'était comme une course
1 : 37	8	**P0**	Pourquoi c'est COMME une course ? ++ Oscar ?
	9	O	Pa euh parce que le euh+ le course
	10	**P0**	une course
	11	O	une course+ c'est comme euh :: c'est comme euh :: euh comme tu nous as dit tout à l'heure <…>mais euh :: ben euh :
2 : 01	12	**P0**	En plus « chuis » en train de penser que course ça veut dire quoi, ça veut dire DEUX choses [P0 agite deux doigts]
	13	E	Ah je sais !
	14	**P0**	Je sais pas si Oscar il est pas sur la DEUxième chose++ Alors le course auquel j'ai pensé moi :: [P0 écrit sur le TNI : course]

Tableau 31 : Extrait du transcript de la séance de P0 – phase d'introduction

Au tour de parole 9, Oscar dit « le course ». P0 rectifie aussitôt l'erreur de genre en disant « une course » (TdP 10), ce que l'élève prend en compte puisqu'il reprend son explication en commençant par « une course » (TdP 11). P0 a donc repéré l'indice : *un élève fait une erreur de syntaxe*, et elle agit en conséquence puisqu'elle reformule le propos en proposant la syntaxe correcte. Cette observation nous permet de reconstruire la règle d'action suivante : ***Si*** *je repère une erreur de syntaxe,* ***alors*** *je reformule correctement.* L'Intentionnalité de P0 *d'être explicite* « au niveau langagier » (P0 EA 5), c'est-à-dire en termes de vocabulaire et/ou

de syntaxe (I_{EXPL}), s'est ici actualisée en intention didactique de rectifier l'erreur de genre du pronom (i_{EXPL}). Comme Oscar corrige son erreur (TdP 11) suite à l'intervention de P0, et que celle-ci en reste là, nous déduisons que la condition de satisfaction de son intention didactique (i_{EXPL}) est rencontrée. Nous formulons donc ainsi cette condition de satisfaction : *l'élève corrige son erreur de syntaxe*.

Poursuivons l'analyse. Au tour de parole 12, P0 précise qu'elle « est en train de penser que course ça veut dire deux choses ». Pour nous, cela indique que P0 procède à une nouvelle actualisation de I_{EXPL} qui précise cette Intentionnalité en intention didactique dont l'objet vise à *préciser la polysémie du mot course*. Comme le montre l'extrait de transcript suivant, l'enseignante donne quelques explications aux élèves afin de bien clarifier (expliciter) les deux sens auxquels elle pense.

Vidéo de 00 : 3 :05 à 00 :03 :41 :

3 : 00	23	**P0**	On se posait cette question LA :: Et donc on est d'accord Oscar c'est pas les courses qu'on va faire au magasin
	24	E	(rires) mais non !
	25	**P0**	Mais non mais j'ai eu peur un moment+ [P0 se tourne vers Oscar]+c'est pas les courses qu'on va faire quand on va dans un magasin hein ++ Je vous ai pas demandé d'aller acheter des glaçons on est d'accord ? <rires> Je vous ai demandé d'en fabriquer +et la course+ c'est quand on court et qu'il y en a un qui gagne+ y en a un qui va plus vite et un qui va moins vite +et nous on va essayer de voir + on calcule pas si les glaçons courent vite <rires> On va pas regarder ça+ on va regarder si ?+
	26	Es	<...>
	27	**P0**	comment y fond ? On va regarder Flor/ Kelly finalement?
	28	Ke	Si si si ils fondent
3 : 39	29	**P0**	S'ils FONDENT vite. COmment on fait pour les faire fondre le plus VIte possible ?

Tableau 32 : Extrait du transcript de la séance de P0 – phase d'introduction

Nous pouvons alors nous demander si P0 a perçu un nouvel indice pour actualiser à nouveau son Intentionnalité d'être explicite (I_{EXPL}) ou si c'est le même indice (Oscar dit « le » course) qui déclenche sa réflexion et l'amène à préciser la polysémie du mot. Nous interrogeons donc P0 sur ce point et ses réponses nous permettent de reconstruire le schème qu'elle mobilise à ce moment précis :

> « [>Question ?] : Et là sur la course alors un moment euh : euh :: il y en a un qui qui dit/ c'est à trois minutes à peu près [C. cale la vidéo] euh : par rapport aux courses + euh : tu dis on fait les courses en fait+ et je voulais savoir qu'est-ce qui t'avait fait penser à ça parce que + j'ai eu l'impression que c'était une réaction d'élève mais je l'ai pas perçue alors je sais pas si tu t'en rappelles [P0 EP 15]
>
> [VISIONNAGE DE L'EXTRAIT VIDEO]
>
> [>P0] : Je suis pas sûre qu'il y ait eu une réaction d'élève+ Je suis pas sûre++ c'est sur le moment et c'est par rapport au langagier ouais + ouais +par rapport au fait que ben voilà+ ce sont des enfants euh : comment : qui euh :: dont le français n'est pas euh : n'est pas la

langue d'origine nécessairement + euh : donc voilà c'est euh :: par rapport à ça + ça m'est venu non ça + je pense pas qu'il y ait une réaction d'élève++ [P0 EP 17]
[>P0]: Remets un tout p'tit peu/ remets un peu Ben, c'est avec le SOUcis toujours langagier d'être très au clair avec EUX Parce que euh : parce qu'on peut avoir facilement des quiproquos. [P0 EP 18]»

[VISIONNAGE DE L'EXTRAIT VIDEO]

« [>P0] : voilà+ voilà+ c'est cet/ c'était cette idée-là+ Et donc euh : voilà+ c'est que Oscar n'avait certainement rien dû dire mais c'était pour le chopper lui que je l'ai cité lui+ pour le chopper+
[>Question ?] : Parce que LUI il a tendance à faire ce genre de quiproquos' euh : peut-être plus que\
[>P0] : Peut-être ouais +ou parce que c'est un petit afghan+ ou peut/ euh : voilà+ [P0 EP 20]
[>Question ?] : pour donner un exemple'
[>P0] : Ouais +pis pour CIter un élève+ enfin voilà parce que ça interroge tous les autres ++dans ces cas-là +quand tu PARles à un élève ça réinterroge tous les autres + [P0 EP 21] »

Nous reformulons les propos de cet extrait en termes de théorèmes en acte (je pense que ces élèves ne maitrisent pas bien le français ; je pense qu'avec ces élèves on peut facilement avoir des quiproquos à cause d'une incompréhension du vocabulaire), et de concepts en acte (il est pertinent de citer/s'adresser à un élève en particulier, pour réinterroger (réimpliquer ?) tous les autres). Cela nous amène à conclure que ce qui amène P0 à préciser la polysémie du mot course n'est pas forcément (en tout cas pas directement) l'erreur d'Oscar, mais que cette erreur ramène à l'esprit de P0 que les élèves de langue étrangère peuvent faire facilement des contresens, et cela l'amène à anticiper, en situation de classe, qu'ils pourraient confondre la course et les courses. Elle actualise alors son Intentionnalité d'être explicite « au niveau langagier » en intention didactique d'expliquer les différents sens du mot course. Une fois que P0 a clarifié (explicité) ce vocabulaire (Tableau 32, p. 232 – TdP 25), elle demande à nouveau à un élève de reformuler en quoi consiste la course aux glaçons (TdP 25 : « on va pas regarder ça+ on va regarder si ? + »). La réponse de l'élève (TdP 28) semble satisfaire P0 qui valide en répétant la proposition (TdP 29).

Cela nous permet de déduire que la condition de satisfaction (C) de son intention didactique, dont l'objet (O) vise à *expliciter les différents sens du mot course*, est satisfaite lorsqu'un élève peut reformuler clairement et sans contresens le défi proposé : la course aux glaçons consiste à voir quel glaçon fond le plus vite (TdP 29).

Résumons dans le Tableau 33 (p. 234) les trois caractéristiques de l'intention didactique que nous avons ici reconstruite, à l'échelle microscopique des interactions enseignante/élèves :

- l'objet de l'intention (O), vers lequel celle-ci s'oriente (ou but selon le modèle InDIS, Figure 8, p. 89)
- le(s) mode(s) psychologique(s) (qui correspond(ent), selon le modèle InDIS, à des concepts en acte : il est pertinent de…pour atteindre l'objet de l'intention, et à des théorèmes en acte : je crois vrai…)

- la(les) condition(s) de satisfaction

O	Expliciter les différents sens du mot course. (i_{EXPL})
M	- je pense que ces élèves ne maitrisent pas bien le français - je pense qu'avec ces élèves on peut facilement avoir des quiproquos à cause d'une incompréhension du vocabulaire - il est pertinent de citer/s'adresser à un élève en particulier, pour réinterroger /réimpliquer tous les autres
C	Un élève peut reformuler la consigne (l'objet du défi) clairement

Tableau 33 : Caractérisation d'une intention didactique de P0

Regardons à présent ce que ces reconstructions mettent au jour en termes de dynamiques intentionnelles.

15.1.4 Dynamiques intentionnelles

L'exemple précédent montre que certaines interactions enseignante/élèves permettent à P0 d'actualiser son *Intentionnalité d'être explicite* (I_{EXPL}), en *intentions didactiques*. En effet chaque concept en acte, c'est-à-dire chaque proposition jugée pertinente pour agir (ici : pour être explicite) peut s'actualiser en situation de classe, et c'est cette actualisation qui représente la dynamique de l'Intentionnalité. La Figure 33 (p. 235) schématise la transformation des deux premiers concepts en acte de I_{EXPL} en objets de deux intentions didactiques i_{EXPL}. Ces intentions didactiques émergent en situation d'interaction, et mettent en lumière différentes possibilités d'actualisation d'une Intentionnalité exprimée en amont de la séance. Elles relèvent donc, pour nous, des régulations à un niveau microscopique de l'organisation de l'activité.

Sur la Figure 33 (p. 235) apparaissent en gris foncé des Intentionnalités reconstruites en amont de la situation de classe (I_{IMP} et I_{EXPL}). Chacune se caractérise par un objet (O), par des modes psychologiques (M) et par des conditions de satisfaction (C). Sur la Figure 33 (p. 235), nous développons uniquement les caractéristiques de I_{EXPL} (Intentionnalité d'être explicite) et l'actualisation des deux premiers invariants opératoires reconstruits puisque nous avons présenté ces reconstructions dans les sections précédentes. Les flèches indiquent la transformation d'un invariant opératoire (ou mode psychologique (M)) d'une Intentionnalité en objet (O) d'une intention didactique.

Nous procédons de la même manière pour reconstruire d'autres dynamiques intentionnelles, à partir du moment bien sûr où les Intentionnalités s'actualisent, car ce n'est pas systématique précise Pacherie (2003), cela dépend du contexte et des indices perçus par l'enseignant.

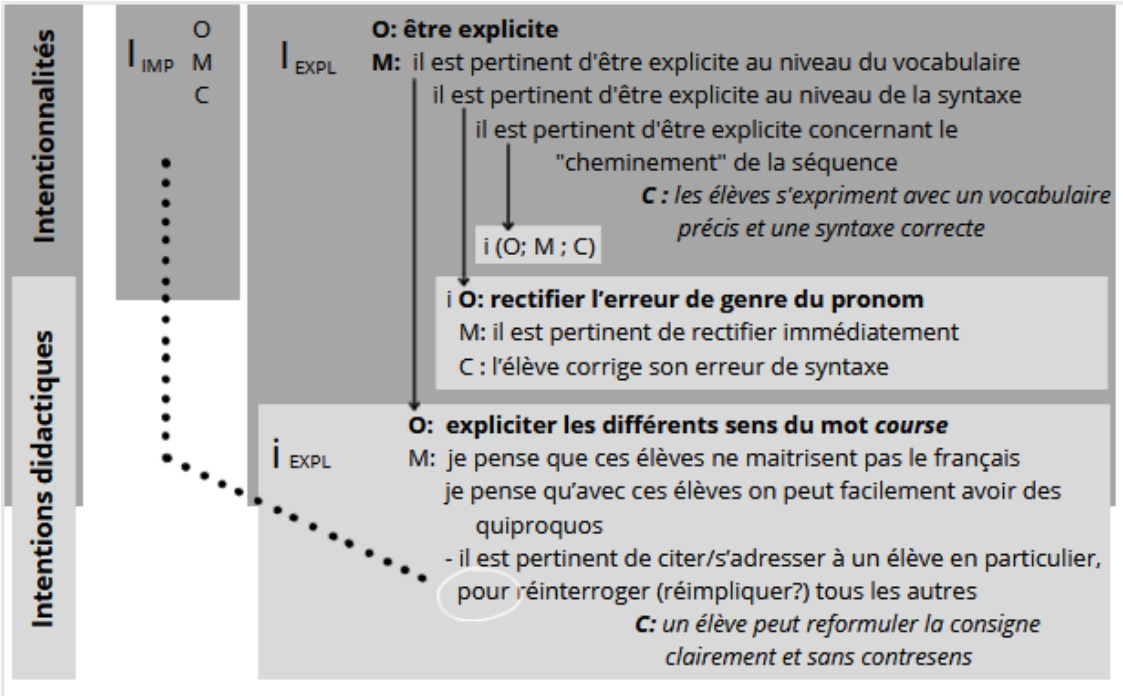


Figure 33 : Reconstruction d'une dynamique intentionnelle de P0

Cette figure montre également qu'un invariant opératoire peut permettre le passage d'une catégorie d'intention à une autre (traits en pointillés sur la Figure 33 ci-dessus).

En effet, l'entretien *post* vidéo, visant à clarifier l'intention didactique de l'enseignante (expliciter les différents sens du mot course) nous amène à reconstruire l'invariant opératoire : *il est pertinent de citer/s'adresser à un élève en particulier, pour réinterroger tous les autres*. Pour nous, quand P0 utilise ici le terme *réinterroger,* elle entend (ré)impliquer les élèves, c'est-à-dire permettre à chacun de se questionner par rapport à l'exemple fourni par l'enseignante. Cet invariant opératoire semble donc être opératoire pour P0, à la fois pour être explicite (s'appuyer sur un élève pour exemplifier le propos) *et* pour impliquer ou réimpliquer les élèves afin qu'ils se sentent concernés et se questionnent à leur tour. Il permet donc le passage de l'objet d'une intention (I_{EXPL}) à l'objet d'une autre intention (I_{IMP}), ou pour le dire autrement, d'un schème à un autre. Soulignons que cela nous semble tout à fait cohérent avec les travaux de Vergnaud (1996, p. 285), puisque cet auteur affirme qu'un même concept, ou qu'un même théorème en acte puisse être un élément de différents schèmes et que « c'est même cela qui permet au sujet de naviguer dans son répertoire de schèmes lorsqu'il ne dispose pas d'un schème tout fait et disponible pour faire face à une situation nouvelle ».

Cet exemple nous a permis d'illustrer notre méthode de reconstruction des dynamiques intentionnelles. Pour la suite, et pour ne pas nous perdre dans *l'infini de l'action* (Sensevy, 2009), nous ne cherchons pas à décrire les dynamiques intentionnelles de manière exhaustive. Nous centrons plus spécifiquement nos analyses sur des incidents critiques, afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI (Q2). Décrivons donc à présent comment nous identifions ces incidents critiques.

15.1.5 Repérage d'un incident critique

Rappelons que selon Leclerc *et al*. (2010, p. 14) « un incident est "un petit évènement qui survient dans le cours d'une affaire, en provoquant une interruption ressentie le plus souvent comme fâcheuse […] un petit évènement fortuit et imprévisible qui modifie le déroulement attendu et normal des choses, le cours d'une entreprise". Et, ce qui est critique, c'est ce "qui implique des suites de grande importance, dans un sens favorable ou défavorable […] ce qui décide du sort de quelqu'un ou de quelque chose, [ce] qui amène un changement" » (§ 10.1.6, p. 148).

Dans le cas de P0, nous repérons un incident critique au cours de la phase intitulée « représentations sur l'obtention des glaçons ». Cette phase vient juste après la phase d'introduction que nous avons abordée au travers des exemples présentés dans la section précédente. Sur la fiche de préparation de l'enseignant – dont un extrait est reproduit ci-dessous – c'est la phase numéro 3 (Annexe 3 P0) :

organisation de la classe temps matériel	déroulement de la séance	rôle de l'enseignant	tâche de l'élève
(accueil du matin)	1. dépot le matin des sacs contenant les glaçons	L'enseignant essaie de satisfaire aux exigences de lieux de dépôt	Les élèves ont choisi leur 'emballage' et le lieu de dépôt (atelier, classe, dehors)
regroupement collectif oral 10 min	2 lieu où on trouve de la glace rappel des séances de patinoire et du temps à l'extérieur	fait émerger le vocabulaire connu sur la glace et le glaçon, en vérifiant qu'il n'y ait pas de contresens majeur	réponses attendues fondre, glace, froid, hiver, blanc, gluce, glace.
5min sacs individuels avec glaçons	3. représentations sur l'obtention de glaçons Les glaçons se forment à partir de l'eau que l'on place dans un lieu froid.	Comment avez-vous obtenu vos glaçons?	

Figure 34 : Extrait de la fiche de préparation de P0

P0 a intitulé cette phase de la séance : « Représentations sur l'obtention des glaçons » et a indiqué en toutes lettres sur la fiche : « Les glaçons se forment à partir de l'eau que l'on place dans un lieu froid ». L'entretien *ante* vidéo laisse entendre que les attentes de P0 à ce moment de la séance sont peu importantes (on constate en outre que le temps prévu pour cette phase est de 5 minutes ce qui est relativement court) :

> « [>P0] : Dans MON souvenir ce temps-là + m'intéressait à vrai dire assez peu +mais dans ce temps-là ouais je me rappelle j'avais été surprise par le fait que + ils avaient interrogé à la maison sur COmment on pouvait faire les glaçons++ […] » P0 EA 35.

Nous confirmons grâce à l'entretien *post* vidéo que le déroulement prévu par P0 vise à *faire exprimer qu'un glaçon c'est de l'eau,* (P0 EP 27, 28, 29). Pour parvenir à ce but, P0 juge pertinent de demander aux élèves comment on fait un glaçon. La question apparait clairement sur la fiche de préparation (flèche rouge sur la Figure 34, p. 236) et P0 la pose explicitement à ses élèves en situation de classe. Regardons à présent le transcript de ce moment de la séance (Tableau 34, p. 237) pour identifier l'incident critique que nous allons ensuite analyser.

4 : 33	35	**P0**	D'accord :::' Alors + Je vous ai demandé d'amener des glaçons ce matin et quelque part de faire co/ ah si/ parce que d'abord il faut que je sache Florine+ à ton avis comment ils ont fait leurs glaçons '
	36	F	Ben :::
	37	**P0**	Si toi t'avais voulu faire des glaçons comment t'aurais fait '
	38	F	Ben : j'aurais pris un+++ [F= fait un geste en rapprochant ses deux mains] hum++ [F=continue à faire des gestes, forme de rectangle]
4 : 52	39	**P0**	J'pense que tu veux parler d'un BAC à glaçons+ [P0 regarde F] c'est ça ' où y a des petites cases [P0 fait aussi un geste de petits carrés avec ses mains]
	40	F	Oui, et
	41	**P0**	D'accord, j'aurais pris un bac à glaçons [P0 se tourne vers le TNI pour noter : bac à glaçons], c'était important '++ [P0 regarde F et repose sa question] c'était important de prendre un bac à glaçons ' [F hoche la tête] Un bac à glaçons [P0 redit ces mots pendant qu'elle finit d'écrire] donc quelque chose avec des petites cases ' [P0 regarde F]
	42	F	Hum [F hoche la tête]
	43	**P0**	D'accord. T'aurais pris un bac à glaçons ' [P0 se tourne et regarde F attendant la suite de l'explication]
	44	F	Et puis j'aurais mis de l'eau+
	45	**P0**	Tu aurais mis de l'eau ' + [P0 retourne vers le TNI] pour faire des glaçons il faut de l'eau '
	46	F	Oui [F hoche la tête]
5 : 16	47	E	De l'eau froide+
	48	**P0**	[P0 se retourne et pointe l'élève qui vient de parler] ah de l'eau froide il faut 'Toi tu penses qu'il faut qu'elle soit froide '
	49	Es	Oui <Plusieurs élèves réagissent et parlent en même temps>
5 : 21	50	**P0**	Alors attends attends attends [P0 lève une main] je note++ alors tu dis de l'eau et vous voulez préciser froide+
	51	Es	Pas obligé <Plusieurs élèves réagissent et parlent en même temps>
5 : 30	52	**P0**	Alors froide+ [P0 souligne le mot froide et s'écarte du TNI] Pourquoi il faut de l'eau froide+ y'en a qui disent oh c'est obligé+ d'autres c'est pas obligé + [P0 regarde un élève et lui fait signe de prendre la parole]
5 : 35	53	E	Parce que+ quand on prend de l'eau froide et après on met dans++ après on met dans un truc froid+ ça va être glacé
	54	**P0**	[regarde de nouveau cet élève et fronce les sourcils, le pointe du doigt] c'est quoi le truc froid '
	55	E	Et euh ben :: [des mains se lèvent]
	56	**P0**	Congélateur '
	57	E	Oui +
	58	**P0**	D'accord+ donc si on le met dans un endroit qui fait du froid : oui ' [P0 regarde E et attend la suite de son explication] Alors pourquoi il faut que tu prennes de l'eau froide oui c'était ça la question' [P0 pointe sur le TNI les mots eau froide]++ Parce que toi tu veux les mettre dans un congélateur ' + et '

Tableau 34 : Extrait de transcript de la séance de P0 – phase 1

P0 demande à une élève qui n'a pas apporté de glaçon (nous l'appelons Florine), comment les autres ont fait leurs glaçons (TdP 35). Florine explique qu'elle prend un bac à glaçon (TdP 38 à 40) dans lequel elle met de l'eau (TdP 44 à 46). Un autre élève poursuit en précisant qu'il faut

ensuite mettre l'eau dans « un truc froid » et P0 précise le vocabulaire : un congélateur (TdP 53 à 57). À eux seuls, ces tours de parole suffisent pour répondre à la question de P0. Le tour de parole 58 prend d'ailleurs la forme d'une conclusion, une satisfaction, puisque P0 dit « d'accord » avant de passer à une autre question.

Selon nous, l'incident critique se situe au tour de parole 48. En effet, un élève vient de préciser que pour faire un glaçon il faut de l'eau froide (TdP 47). L'enseignante questionne alors cette proposition : « ah de l'eau froide il faut ? Toi tu penses qu'il faut qu'elle soit froide ? » Les élèves s'emparent très vite de cette question et le transcript de la séance montre que plusieurs élèves parlent en même temps donnant chacun leur avis sur la question, rendant la transcription impossible (TdP 49 et 51). P0 constate que la question fait réagir les élèves (les implique) si bien qu'elle note au tableau l'adjectif *froide* et le souligne (Figure 35, ci-dessous), lui accordant de ce fait davantage d'importance encore (TdP 50, 52). Puis P0 repose la question : « pourquoi il faut de l'eau froide ? » (TdP 52). Question sur laquelle elle revient à nouveau au TdP 58 : « Alors pourquoi il faut que tu prennes de l'eau froide c'était ça la question ».

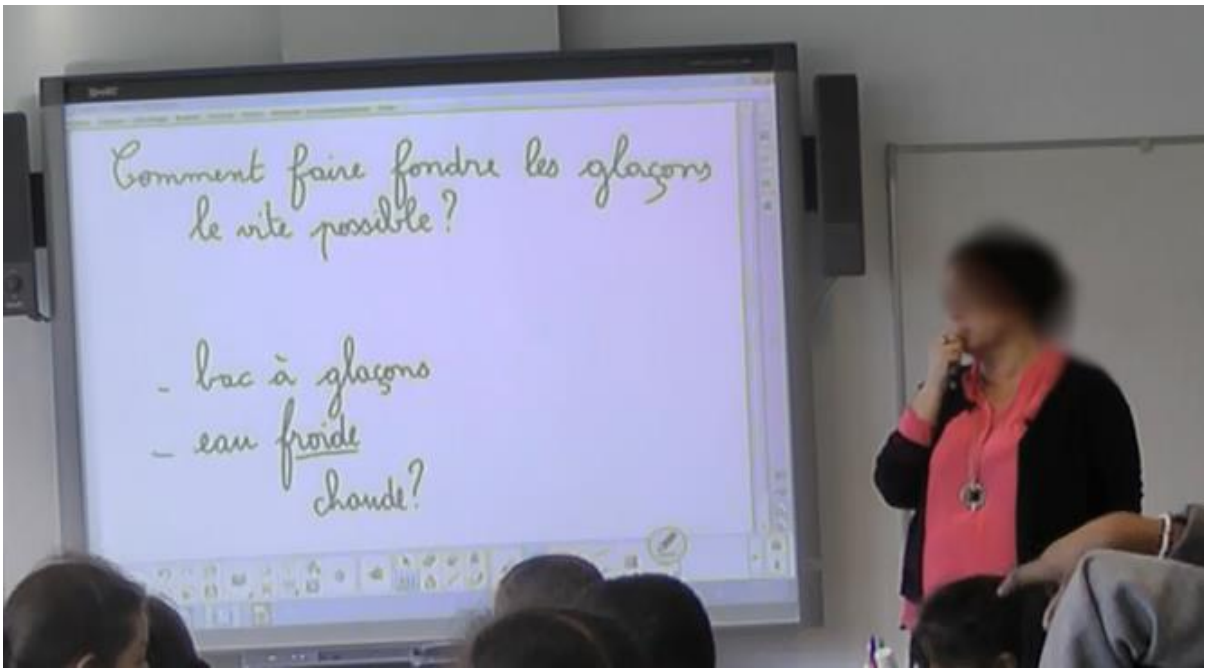


Figure 35 : Trace écrite de P0 au cours de la phase « représentations sur l'obtention des glaçons »

Quand P0 visionne ce moment de la séance, elle commente sa propre activité en soulignant que sa séance « ne s'est pas déroulée comme prévue » (P0 EP 6) et que « c'est p'têt là que ça glisse » (P0 EP 5), ajoutant en riant : « Et c'est là : et c'est là le début de la fin ++ » (P0 EP 42).

Selon nous, les termes employés par P0 suggèrent qu'elle perçoit cet évènement comme relativement fâcheux. En outre, le questionnement de P0 sur la proposition de prendre de l'eau *froide* représente un évènement fortuit et imprévu qui va modifier le déroulement attendu. Il le modifie d'une part, parce qu'il amène P0 au-delà de ce qu'elle souhaitait (rappelons qu'elle voulait simplement *faire exprimer qu'un glaçon c'est de l'eau* et qu'elle

atteignait ce but sans avoir besoin de questionner la nécessité de prendre de l'eau froide). Il le modifie d'autre part car les élèves vont avoir des difficultés à laisser cette question de côté (« ils REviennent beaucoup là-dessus » P0 EP 6) malgré tout le savoir-faire et l'énergie déployés par P0 pour tenter de revenir au déroulement prévu (cf. Annexe 19 – TdP 245 à 249 par exemple). Voilà pourquoi nous identifions cet évènement comme un *incident critique.*

Analysons à présent cet incident critique à l'aide du modèle InDIS afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages au cours de cet évènement (Q2).

15.1.6 Analyse de l'incident critique

Rappelons que le but de cette phase 2 de la séance (plan prévu annexe 4) vise à *faire exprimer qu'un glaçon c'est de l'eau*. Le modèle InDIS nous permet de considérer ce but comme objet d'une Intentionnalité de faire acquérir un savoir (I_{SAV}). L'analyse des entretiens nous permet de reconstruire quelques invariants opératoires mobilisés par P0 au cours de son activité de préparation de la séance afin de planifier cette phase. Ces reconstructions nous permettent de caractériser cette Intentionnalité I_{SAV} :

O	Faire verbaliser qu'un glaçon se forme avec de l'eau (P0 EP 28).
M	- il est pertinent de poser la question pour lever les incertitudes sur le fait que le glaçon c'est de l'eau au départ (P0 EA 40) - je pense que certains élèves ne se sont jamais posé la question (Po EA 35); - il est pertinent que les élèves sachent de quoi ils parlent : que les glaçons c'est de l'eau au départ et qu'on retrouve de l'eau à l'arrivée (P0 EA 37) ;
C	Un élève verbalise le savoir attendu « un glaçon se forme avec de l'eau placée dans un endroit qui fait du froid » (TdP 53 à 56)

Tableau 35 : Caractérisation de l'Intentionnalité ISAV de P0 – phase 1

Reprenons à présent le transcript de la séance (Tableau 34, p. 237) et identifions à l'échelle microscopique cette fois, les catégories d'intentions didactiques qui organisent les interactions en situation de classe. Pour cela, nous nous appuyons sur les diverses catégories d'Intentionnalités que nous avons identifiées dans le réseau intentionnel de P0. Nous surlignons en jaune sur le transcript ce que *fait* P0 pour satisfaire son Intentionnalité d'impliquer les élèves. Nous surlignons en bleu ce que *fait* P0 pour satisfaire son Intentionnalité de faire verbaliser le savoir (« *les glaçons se forment à partir de l'eau qu'on place dans un lieu froid* » Figure 34 : Extrait de la fiche de préparation de P0, p. 236). Nous surlignons en rose ce que « fait » P0 pour satisfaire son Intentionnalité d'être explicite. Enfin, nous surlignons en vert ce que « fait » P0 pour satisfaire son Intentionnalité d'organiser la

séance et les apprentissages[99]. Ce repérage des catégories d'intentions apparait dans le Tableau 36 ci-dessous.

I_{IMP} I_{SAV}	35	P0	D'accord :::' Alors + Je vous ai demandé d'amener des glaçons ce matin et quelque part de faire co/ ah si/ parce que d'abord il faut que je sache Florine+ à ton avis comment ils ont fait leurs glaçons ?
	36	F	Ben :::
I_{IMP}	37	P0	Si toi t'avais voulu faire des glaçons comment t'aurais fait ?
	38	F	Ben : j'aurais pris un+++ [F= fait un geste en rapprochant ses deux mains] hum++ [F=continue à faire des gestes, forme de rectangle]
I_{EXPL}	39	P0	J'pense que tu veux parler d'un BAC à glaçons+ [P0 regarde F] c'est ça ' où y a des petites cases [P0 fait aussi un geste de petits carrés avec ses mains]
	40	F	Oui, et
I_{SAV} I_{ORG} I_{IMP} I_{EXPL}	41	P0	D'accord, j'aurais pris un bac à glaçons [P0 se tourne vers le TNI pour noter : bac à glaçons], c'était important ?++ [P0 regarde F et repose sa question] c'était important de prendre un bac à glaçons? [F hoche la tête] Un bac à glaçons [P0 redit ces mots pendant qu'elle finit d'écrire] donc quelque chose avec des petites cases? [P0 regarde F]
	42	F	Hum [F hoche la tête]
I_{IMP}	43	P0	D'accord. T'aurais pris un bac à glaçons ? [P0 se tourne et regarde F attendant la suite de l'explication]
	44	F	Et puis j'aurais mis de l'eau+
I_{SAV} I_{ORG} I_{IMP}	45	P0	Tu aurais mis de l'eau ? + [P0 retourne vers le TNI et note] pour faire des glaçons il faut de l'eau ?
	46	F	Oui [F hoche la tête]
	47	E	De l'eau froide+
I_{IMP} I_{ORG}	48	P0	[P0 se retourne et pointe l'élève qui vient de parler] ah de l'eau froide il faut? Toi tu penses qu'il faut qu'elle soit froide?
	49	Es	Oui <Plusieurs élèves réagissent et parlent en même temps>
I_{ORG}	50	P0	Alors attends attends attends [P0 lève une main] je note++ alors tu dis de l'eau et vous voulez préciser froide+
	51	Es	Pas obligé <Plusieurs élèves réagissent et parlent en même temps>
I_{ORG} I_{IMP}	52	P0	Alors froide+ [P0 souligne le mot froide et s'écarte du TNI] Pourquoi il faut de l'eau froide?+ y'en a qui disent oh c'est obligé+ d'autres c'est pas obligé + [P0 regarde un élève et lui fait signe de prendre la parole]
	53	E	Parce que+ quand on prend de l'eau froide et après on met dans++ après on met dans un truc froid+ ça va être glacé
I_{EXPL} I_{IMP}	54	P0	[regarde de nouveau cet élève et fronce les sourcils, le pointe du doigt] c'est quoi le truc froid?
	55	E	Et euh ben :: [des mains se lèvent]
I_{EXPL} I_{SAV}	56	P0	Congélateur '
	57	E	Oui +
I_{SAV} I_{IMP} I_{EXPL}	58	P0	D'accord+ donc si on le met dans un endroit qui fait du froid : oui ' [P0 regarde E et attend la suite de son explication] Alors pourquoi il faut que tu prennes de l'eau froide oui c'était ça la question? [P0 pointe sur le TNI les mots eau froide]++ Parce que toi tu veux les mettre dans un congélateur ' + et '

Tableau 36 : Identification des intentions de P0 – phase 1

[99] Nous n'identifions pas ici directement d'intention didactique actualisant les Intentionnalité I_{SOC} et I_{EVA}.

Ce repérage nous permet d'identifier ce que l'enseignante juge pertinent de faire pour actualiser telle ou telle Intentionnalité, autrement dit d'identifier des invariants opératoires que le modèle InDIS nous permet prendre en compte comme modes psychologiques (M) d'intentions didactiques. Ce repérage nous permet en outre de formuler des règles d'actions de P0 (Annexe 7 P0). Pour exemplifier nos propos, précisons les invariants opératoires et règles d'actions ainsi reconstruites :

Concernant l'actualisation de I_{IMP} : nous constatons que P0 questionne les élèves en les interpelant personnellement dès que possible. Cela nous amène à formuler l'invariant opératoire suivant : Pour impliquer les élèves, il est pertinent de les questionner, ainsi que les règles d'action suivantes : ***Si*** un élève n'a pas apporté de glaçon, ***alors*** je le questionne en priorité (TdP 35, 37 et P0 EA 42, 43), ***si*** un élève est peu attentif, ***alors*** je lui demande de reformuler ce qui vient d'être dit.

Concernant l'actualisation de I_{EXPL} : nous constatons que P0 est attentive aux erreurs et imprécisions concernant le vocabulaire et apporte les précisions suivantes : bac à glaçon (TdP 39, 41), congélateur (TdP 54, 56). Cela nous ramène à l'exemple présenté Figure 33 (p. 235) : pour être explicite au niveau vocabulaire, il est pertinent de préciser le vocabulaire. Ce concept en acte entraine la règle d'action suivante : ***Si*** *je repère une erreur ou une hésitation,* ***alors*** *je reformule correctement ou j'apporte le vocabulaire adéquat.*

Concernant l'actualisation de I_{SOC} : nous constatons que P0 accorde une grande importance à laisser la parole aux élèves et les amener à confronter leurs points de vue. Elle les sollicite sans arrêt, les questionne et questionne leurs réponses afin qu'eux-mêmes se posent des questions et expriment leurs idées. Elle demande aux uns ce qu'ils pensent de la proposition d'un autre. Cela nous amène à formuler les invariants opératoires suivants : Il est pertinent de ne pas valider ou invalider soi-même les réponses des élèves, il est pertinent de laisser les élèves exprimer leur avis sur une proposition nouvelle ou différente des précédentes, ainsi que les règles d'action suivantes : ***Si*** un élève fait une proposition, ***alors*** je reprends sa proposition sous forme de question (TdP 41, 43, 45, 48, 52, 54, 58)*,* ***Si*** *la discussion n'apporte rien de plus,* ***alors*** *je conclus (sans valider ni invalider).*

Concentrons-nous à présent sur l'actualisation de I_{SAV} puisque c'est cette Intentionnalité qui porte le but de la phase 1 de la séance (Tableau 35, p. 239) : nous constatons que P0 répète les éléments qu'elle juge utile de mettre en valeur : bac à glaçon (TdP 41), eau (TdP 45), un endroit froid (TdP 56, 58). Cela nous amène à formuler l'invariant opératoire suivant : Pour mettre en valeur le savoir exprimé par les élèves, il est pertinent de répéter ce qu'ils verbalisent ainsi que les règles d'action suivantes : ***Si*** un élève fait une proposition qui va dans le sens du savoir visé, ***alors*** je répète la proposition (TdP 41, 45, 56, 58). Nous constatons en outre que P0 note régulièrement au tableau les éléments qu'elle juge importants (Figure 35, p. 238), qu'elle questionne beaucoup, récapitule et synthétise régulièrement par écrit les réponses des élèves. Cela nous amène à formuler les invariants opératoires suivants : *Pour faire acquérir le savoir visé, il est pertinent de questionner les élèves, de garder des traces des*

interactions, de noter les étapes du cheminement de pensée ; ainsi que les règles d'action suivantes : ***Si*** des éléments du savoir visé émergent, ***alors*** je les note au tableau (TdP 41, 45) ; ***si*** des remarques ou questions émergent, ***alors*** je les note au tableau (TdP 50, 52).

Nous constatons qu'à l'échelle microscopique de l'organisation de l'activité enseignante, P0 agit dans une interférence d'intentions didactiques. Nous pourrions caractériser chaque intention didactique repérée à l'échelle microscopique dans le Tableau 36 (p. 240), en précisant son objet, ses invariants opératoires et ses conditions de satisfaction. Cela nous permettrait de reconstruire les dynamiques intentionnelles de chaque Intentionnalité qui s'actualise en situation d'interaction. Cependant, et afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI (Q2), nous restons centrés sur la reconstruction des dynamiques intentionnelles de I_{SAV}. Ici, comme nous l'avons indiqué dans le Tableau 35 (p. 239), l'objet de I_{SAV} consiste à « *Faire verbaliser qu'un glaçon se forme avec de l'eau »,* et les conditions de satisfaction de cette Intentionnalité sont rencontrées dès le tour de parole TdP 58 (Tableau 36, p. 240). Or, P0 continue à questionner les élèves : « mais pourquoi froide et pas chaude ? y'en a qui disent c'est pas possible chaude ! [P0 regarde les élèves qui lèvent la main et pointe un élève] Tu veux compléter Younès ? » (TdP 66), « Et ça marche pas si c'est de l'eau chaude ? » (TdP 77) « Euh ::: alors pourquoi pas d'eau chaude ?++ [P0 pointe sur le TNI les mot « si eau chaude ? »] ou pourquoi plutôt pas ?++ Si on met de l'eau chaude qu'est-ce que/ quel va être le souci ? Kelly ? » (TdP 106), « Si je mets de l'eau chaude ça peut faire des glaçons ? » (TdP 120) – (Annexe 19 P0)

Selon nous, cela signifie que la condition de satisfaction de l'intention didactique que P0 formule à ce moment des interactions n'est pas encore rencontrée. Ce n'est que lorsque Victor[100] va proposer que les glaçons faits avec de l'eau chaude « vont fondre dès qu'ils seront sortis du congélateur » (TdP 132) que P0 semble satisfaite. Elle prend alors l'avis des autres élèves, et conclut cette phase de la séance au tour de parole 176 : « Donc il va falloir qu'on vérifie tout ça : savoir que pour une course aux glaçons va falloir qu'on essaie avec de l'eau froide et avec de l'eau chaude+ pour voir ce que ça fait ! hein ! »

Afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages par P0, au cours de cet incident critique, mettons au travail le modèle InDIS.

15.1.7 Mise au travail du modèle InDIS

Dans cette section, nous présentons la mise au travail du modèle InDIS selon trois étapes. La première consiste à caractériser le réseau intentionnel de P0. La seconde étape consiste à reconstruire les intentions didactiques formulées au moment d'un incident critique, afin

[100] Prénom d'emprunt

d'identifier les transformations de I en i, c'est-à-dire les dynamiques intentionnelles. La troisième étape consiste à reconstruire un *espace des possibles*.

15.1.7.1 Caractérisation du réseau intentionnel

La Figure 22 : Reconstruction des dynamiques intentionnelles(p. 156) propose en premier lieu de reconstruire le réseau intentionnel d'un enseignant et à identifier l'influence de I_o sur ce réseau intentionnel.

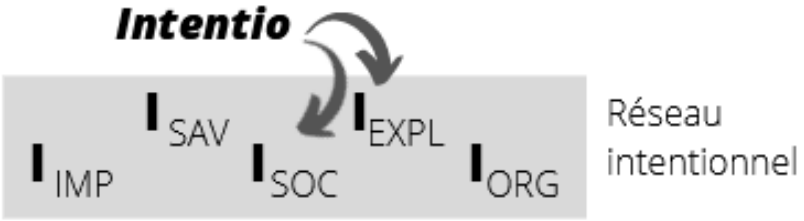


Figure 36 : de I_o à I

Au paragraphe 14.2.2 (p. 220), nous avons dressé une carte des réseaux intentionnels des enseignants de notre panel qui nous permet d'identifier dans l'activité de préparation de séance d'ESFI de P0, la formulation des cinq Intentionnalités représentées sur la Figure 36, ci-dessus. En outre, les propos de P0 laissent penser que l'Intentionnalité d'être plus explicite (I_{EXPL}) représente un *nouveau moyen* qu'elle compte mobiliser pour atteindre les buts de sa séance (§ 14.1.3.1, p. 209).

L'observation de la situation de classe souligne une prise en compte effective d'indices, qui permettent à P0 d'actualiser cette Intentionnalité en intentions didactiques (§ 15.1.3, p. 231). Cela laisse penser que les formations reçues par P0 relativement au référentiel de l'Éducation Prioritaire (§ 15.1.1, p. 228) – dont l'un des six principes consiste à enseigner plus explicitement – ont influencé le réseau intentionnel de P0 au point de faire émerger une nouvelle Intentionnalité ou tout au moins, au point de permettre à l'enseignante de développer son répertoire d'actions par l'appropriation de nouvelles règles d'action. Autrement dit, le réseau intentionnel de P0 semble avoir été modifié[101] par de nouvelles injonctions qui ont fait l'objet de formations professionnelles.

Nous observons également trois corrélations entre l'activité observée et les caractéristiques de I_o. Tout d'abord, P0 accorde une place importante au questionnement des élèves. Elle semble ainsi vouloir s'appuyer sur des dispositifs d'enseignement socioconstructivistes (I_{IMP}, I_{SOC}). Cependant, la place qu'elle accorde aux conceptions des élèves nous parait ambigüe. En effet, la préparation écrite de la séance laisse penser que P0 veut faire émerger les conceptions des élèves sur la façon de fabriquer un glaçon. Toutefois, l'enseignante explique en entretien accorder peu d'importance à cette phase. En situation de classe, elle va pourtant

[101] Notons cependant que ce constat ne se base que sur le discours de P0 car nous n'avons pas mené d'étude longitudinale pour le vérifier.

tant questionner les élèves que ceux-ci vont totalement s'emparer du questionnement sur la différence entre un glaçon fabriqué avec de l'eau chaude et un glaçon fabriqué avec de l'eau froide, au point que P0 peine à ramener les élèves vers le plan de séance qu'elle souhaite suivre. Ce questionnement cependant, ne sera pas repris dans la suite de la séquence. En outre, P0 ne semble pas identifier les obstacles épistémologiques qui le sous-tendent[102]. La troisième corrélation observée porte sur la place de l'expérimentation dans l'enseignement des sciences. Il nous semble en effet que P0 survalorise cette place et pense que l'expérimentation suffit à prouver ou comprendre un phénomène (« cette séquence est une séquence où je VEUx qu'ils prévoient les expériences+ donc on/ va falloir+ FAcilement expérimenter ça + et leur prouver PAR l'expérience que c'est + que ce sera pas possible […] » P0 EP 101. Voir aussi P0 EP 13, 65, 66, 72, 97, 102, 104, 105, 106, 110, 131, 140, 179 – Annexe 17 P0EP).

Ces trois aspects font écho, selon nous, à la caractérisation que nous avons réalisée de I_o (§ 13.5, p. 200) : le questionnement des élèves est valorisé mais pas explicitement mis en lien avec les étapes qui l'initient ou qui lui succèdent, l'appui sur les conceptions des élèves est peu explicite, la survalorisation de l'expérimentation fait craindre un risque de positivisme.

L'étape suivante consiste à repérer un incident critique et à analyser les dynamiques intentionnelles de l'enseignant au moment de cet évènement.

15.1.7.2 Reconstruction des dynamiques intentionnelles

Nous avons identifié un incident critique (§ 15.1.5, p. 236), que nous nommons « le glaçon à l'eau chaude ». Distinguons d'abord ce que P0 *voulait faire*, puis, les indices qu'elle prend en considération et les inférences qu'elle réalise et qui orientent ce qu'elle *fait effectivement* en situation d'interaction.

Notre analyse des données montre qu'au moment de l'incident critique, P0 voulait *Faire verbaliser qu'un glaçon se forme avec de l'eau (P0 EP 28)* (cf. Tableau 35 : Caractérisation de l'Intentionnalité ISAV de P0 – phase 1, p. 239). Ce qu'elle *fait effectivement,* semble cependant s'organiser de la manière suivante :

1/ Elle perçoit l'indice suivant : un élève souligne que pour faire un glaçon il faut de l'eau froide.

2/ Sa réflexion est engagée face à cette proposition inattendue. Nous relevons les inférences suivantes :

> -« Et c'est juste là, après je me laisse encore/ donc de l'eau froide d'accord + et MOI dans mon idée + euh oui de l'eau froide parce que toute façon les glaçons vont se former euh plus vite puisque la température euh : la température euh sera plus basse que si on met de l'eau chaude ben euh + le temps qu'on en retourne au zéro euh dans ton congélateur

[102] Nous développons cet aspect dans la section suivante (§ 15.1.7, p. 243)

/enfin/ que l'eau retombe à zéro dans le congélateur ça va mettre plus de temps +voilà donc les glaçons vont se former voilà + » P0 EP 43
-« et : si elle elle a cet avis-là peut-être que : il va falloir aussi le : l'enlever peut-être de la tête des autres +si ils ont ce/ cet cet avis si si elle elle a cet avis-là peut-être que d'autres l'ont et pis de toute façon c'est quand même une : une rePREsentation à :: à faire évoluer » P0 EP 49
-« Donc je COMmence à percevoir ça + et alors à me dire à BIEN insister sur ça est-ce qu'ils en sont JUSque là euh :: c'est-à-dire est-ce qu'ils en sont JUSqu'à l'idée que les glaçons vont fondre PLUS ou moins vite en fonction de si j'ai mis de l'eau chaude ou de l'eau froide » P0 EP 45
-« En de me dire qu'on va peut-être pas TOUT A FAIT où il faut + qu'il va falloir CREUser ça + pour savoir euh : et puis ça euh ouais pour savoir quelle expérience on va pouvoir METtre en place par rapport à ça + QU'EST-ce que je vais devoir euh euh :: leur p/ MONtrer pour pouvoir euh pour pouvoir FAIre ça + après » P0 EP 51
-« « donc je me dis LA + ya quelque chose à creuser et que j'ai vraiment un + une REPrésentation initiale au ou euh :: qui faut qu'il faut/ou une représentation des choses ou la façon dont ils pensent les choses qu'il faut qu'il faut absolument lever parce que c'est pas du tout ça ! ET qui pourrait en plus faire obstacle peut-être à construire autre chose ++ » Po EP 79 »

3/ P0, afin de recueillir les avis des avis sur cette proposition va donc générer la règle d'action suivante : ***Si*** un élève fait une proposition qui me semble erronée, ***alors*** je questionne toute la classe (« Donc j'essaie de voir JUSqu'où euh : quel est elle son AVIS + comment elle entraine les autres dans cet avis-là » P0 EP 48)

Le cheminement de l'activité mentale de P0 au moment de l'incident critique nous permet de reconstruire l'intention didactique qui organise son activité de guidage des apprentissages :

O	Faire émerger des représentations d'élèves sur le rôle de la température de l'eau dans la fabrication des glaçons (i_{SOC})
M	- il est pertinent de questionner, il est pertinent de ne pas induire ni (in)valider (film de la séance) - il est pertinent qu'on travaille cette proposition des élèves (P0 EP 7, 76) - il est pertinent de s'appuyer sur ce que les élèves pensent (P0 EA 81, 96) - il est pertinent de « lever » cette représentation-là (P0 EA 81), la « faire évoluer » (P0 EP 179), « prouver » que « c'est pas ça » (P0 EP 179)
C	Les arguments avancés vont pouvoir être mis à l'épreuve d'une expérience pour dépasser les « représentations fausses » (TdP 132/176)

Tableau 37 : Reconstruction d'une intention didactique de P0

Nous reconnaissons dans cette intention didactique une actualisation d'une Intentionnalité de s'appuyer sur une approche (socio)constructiviste (I_{SOC}) (appui sur les conceptions des élèves pour amener ces derniers à dépasser un obstacle et ainsi construire un savoir). Bien que P0 ne formule pas explicitement cette intention au moment de la préparation de la séance (rappelons que P0 déclare accorder assez peu d'importance à cette phase - P0 EA 24 - Annexe

17 P0 EA), cette intention didactique fait cependant écho au titre indiqué sur la fiche de préparation : « Représentations sur l'obtention des glaçons » (Figure 34 : Extrait de la fiche de préparation de P0 236). Soulignons que les commentaires de P0 sur sa propre activité (entretien *post* vidéo) semblent indiquer que P0 ne fait pas ici ce qu'elle voulait faire (simplement vérifier que les élèves savent qu'un glaçon c'est de l'eau), ce qui nous amène à conclure que l'invariant opératoire reconstruit *: il est pertinent de questionner les élèves pour lever les incertitudes sur le fait que le glaçon c'est de l'eau au départ (I_{SAV}),* a fait glisser P0 vers une autre Intentionnalité : *il est pertinent de questionner les élèves pour faire émerger leurs représentations initiales (I_{SOC}).*

Selon nous, c'est parce que P0 mobilise quasiment systématiquement la règle d'action : ***si*** un élève fait une proposition, ***alors*** je reprends sa proposition sous forme de question (TdP 41, 43, 45, 48, 52, 54, 58 du Tableau 36, p. 240) qu'elle passe d'une intention à une autre. En effet, cette règle d'action, qu'elle a déjà éprouvée et qu'elle juge pertinente *pour impliquer les élèves*, fait ici émerger ce que P0 reconnait comme des « représentations d'élèves sur l'obtention des glaçons ». Or celles-ci ne permettent pas de faire avancer la réflexion initialement visée par P0 (« où déposer mon glaçon pour qu'il fonde le moins vite possible ?») P0, à la fois très intéressée par l'émergence des idées exprimées par les élèves sur le glaçon à l'eau chaude et insatisfaite du détour qu'amènent ces interactions enseignante/élèves, ne semble donc pas faire le lien entre le but visé pour cette phase de la séance, la règle d'action qu'elle mobilise, et le résultat de son activité.

La dernière étape proposée par le modèle InDIS, consiste à reconstruire un espace des possibles afin de repenser cette relation entre but, moyen et résultat.

15.1.7.3 Reconstruire un espace des possibles

Nous avons montré que ce que P0 *voulait faire* : *Faire verbaliser qu'un glaçon se forme avec de l'eau (P0 EP 28)*, est rapidement réalisé en situation de classe (§ 15.1.5, p. 236). Cependant, il semble que P0 se laisse « entrainer » par sa règle d'action, qui consiste à questionner les élèves sans jamais vouloir valider, ce qui l'amène à actualiser une autre intention didactique que celle initialement prévue (iSOC au lieu de iSAV).

Qu'aurait-il pu se passer si P0 avait accepté de valider au tour de parole 58 (Tableau 36, p. 240) que « pour faire un glaçon, il faut placer de l'eau dans un congélateur » ?
Nous pensons qu'alors, P0 aurait pu maintenir le cap sur les savoirs qu'elle visait de faire construire : la relation entre la température et la fonte des glaçons, et la distinction entre les concepts de chaleur et de température.
Dans la séance réalisée, au contraire, ces savoirs conceptuels ne sont pas mis au travail. Le questionnement des élèves ouvre cependant d'autres pistes de questionnement intéressantes (§ 15.1.7, p. 242), que P0 ne semble pas envisager. Nos résultats montrent que P0 a ici le sentiment d'avoir « atteint son but ». Selon nous, ce sentiment est dû au fait que P0 a effectivement actualisé une de ses Intentionnalités (I_{SOC}). Elle a donc le sentiment de s'être

montrée flexible en ayant réussi à prendre en compte les propositions des élèves en situation d'interaction. Toutefois, elle n'envisage pas le résultat de son activité en termes d'apprentissages des élèves. De ce point de vue, nous pouvons en effet nous demander si les échanges engagés sur la différence entre le glaçon fabriqué à l'eau chaude et le glaçon fabriqué à l'eau froide n'ont pas semé le doute chez certains élèves car nous constatons qu'au cours de la séance, les arguments de l'élève qui pense que le glaçon à l'eau chaude fond plus vite fédèrent des élèves qui au départ ne se posaient pas la question. Est-ce que pour eux, le fait de ne pas y revenir dans la suite de la séquence valide implicitement cette proposition ou non ? La règle d'action mobilisée par P0 et la réticence didactique (Sensevy & Quilio, 2002) dont fait preuve l'enseignante, si elles se montrent très efficaces pour permettre aux élèves de se questionner, ne semblent pas ici appropriées au but initialement visé et nous amène à nous demander si les propositions des élèves concernant le glaçon à l'eau chaude sont révélatrices de conceptions d'élèves profondément ancrées ou si les élèves cherchent simplement des réponses aux questions insistantes[103] de l'enseignante.

Avant de conclure notre analyse du cas de P0, nous proposons de faire un point sur les questions physiques et didactiques que soulève l'évènement du « glaçon à l'eau chaude ».

15.1.8 Le glaçon à l'eau chaude

Dans cette section, nous considérons l'idée qu'un glaçon fabriqué avec de l'eau chaude fondrait plus vite qu'un glaçon fabriqué avec de l'eau froide. Selon nous, cette proposition peut être liée à deux conceptions d'élèves différentes.

D'une part, si nous prenons en compte l'expérience quotidienne des élèves, nous remarquons qu'ils ne doivent pas actionner le même robinet pour faire couler de l'eau chaude ou pour faire couler de l'eau froide. Ils peuvent donc tout naturellement penser que l'eau chaude et l'eau froide sont deux matières distinctes. Dans ce cas, pourquoi n'auraient-elles pas des propriétés différentes ? Ce qui pourrait expliquer qu'un glaçon fabriqué à l'eau chaude ne se comporte pas comme un glaçon fabriqué à l'eau froide. Le premier fondant possiblement plus rapidement que le second du point de vue de certains élèves.

D'autre part, nous pouvons penser que l'élève qui prévoit que le glaçon fabriqué à l'eau chaude fondra plus vite que le glaçon fabriqué à l'eau froide envisage la chaleur comme une substance qui pourrait se conserver dans le glaçon et qui, à la sortie de celui-ci du congélateur pourrait « se libérer » pour faire fondre plus vite le glaçon. Cette conception substantialiste représente un obstacle épistémologique connu dans l'histoire des sciences, et largement décrit dans la littérature de recherche que ce soit par rapport au concept de chaleur lui-même ou plus largement à celui d'énergie (Bächtold *et al.*, 2014 ; Colonnese *et al.*, 2012 ; Harrison *et al*., 1999 ; Lewis & Linn, 1994 ; Vergnaud *et al*., 1978 ; Zimmerman, 1990). Pourtant Morge et

[103] Le terme *insistant* n'est pas ici à prendre dans un sens péjoratif mais veut simplement souligner les nombreuses relances de P0 que nous avons soulignées.

Buty (2014, p. 15) constatent que cette conception substantialiste reste « un impensé de la transposition » didactique.

Nous remarquons que P0 perçoit la proposition de l'élève de faire un glaçon avec de l'eau chaude comme très intéressante (TdP 123- Annexe 19 P0) : elle la note au tableau et précise qu'il faudra la tester (TdP 176). Elle souligne également lors de l'entretien *post* séance que « là ya un nœud » (P0 EP 76) et qu'il faudra travailler cette proposition (P0 EP 7). Pour autant, et bien que ce questionnement prenne beaucoup de place dans cette première séance, nous ne relevons aucune information indiquant que P0 a identifié ce nœud plus précisément, même quelques jours après la séance puisque l'entretien *post* vidéo a lieu après la séance 2. P0 précise au cours de cet entretien que les élèves ne sont « pas revenus » sur ce questionnement lors de la séance 2, mais déclare envisager de tester cette proposition « à un autre moment » (P0 EP 55). C'est-à-dire qu'elle envisage de faire observer la fonte de deux glaçons (l'un fabriqué avec de l'eau chaude et l'autre avec de l'eau froide) pour « prouver [aux élèves] que leurs idées ne sont pas : la réalité+ » (P0 EP 179). P0 envisage donc de montrer aux élèves qu'un glaçon à l'eau chaude fond aussi vite qu'un glaçon à l'eau froide. Elle envisage également (éventuellement) de vérifier avec les élèves si l'eau chaude met davantage de temps à se transformer en eau froide, comme le suggère Mostafa (TdP 333 à 342 – Annexe 19 P0), puisque pour cet élève l'eau chaude « doit d'abord refroidir ».

Sur ce dernier point soulignons que, contrairement à la représentation naturelle de Mostafa, l'eau chaude se transforme plus rapidement en glace que l'eau froide. Cet effet appelé effet Mpemba a été observé par Erasto Mpemba en 1969. Pour l'expliquer, Pollack[104] se penche sur l'aspect moléculaire de l'eau dans ses différents états et introduit le concept *d'eau structurée*. Nous ne développons pas ici cette explication car l'effet Mpemba est difficile à mettre en évidence. Il y a donc très peu de probabilités pour que, dans une école primaire, les élèves l'observent avec un bac à congélation ordinaire. Pour autant, cet exemple souligne la prudence qu'il convient d'avoir face à l'expérimentation et au rôle qu'on lui accorde. En effet, si quelques expérimentations montrent que les deux glaçons fondent à la même vitesse, ou que l'eau chaude refroidit plus vite que l'eau froide, cela ne « prouve » pas que l'eau chaude et l'eau froide ne sont pas des matières différentes, ni que la chaleur n'est pas une substance. L'expérience qu'envisage P0 ne permet donc pas de mettre au travail les conceptions des élèves.

Cet exemple illustre sans doute l'une des grandes difficultés de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire, qui consiste à aborder des concepts abstraits, voire très abstraits (Guedj & Mayrargue, 2014) sans s'engouffrer dans un niveau d'abstraction auquel les élèves ne peuvent pas encore accéder, mais sans renforcer non plus des modèles qui pourront ensuite faire obstacle à une compréhension plus fine des phénomènes physiques. Il illustre également la nécessité de la maitrise des concepts par l'enseignant afin que celui-ci puisse faire des liens entre aspects empiriques et aspects théoriques (Bécu-Robinault, 2015 ; Tiberghien & Vince,

[104] Pollack G. The Fourth Phase of Water : Beyond Solid, Liquid, and Vapor.

2005), ce qui peut paraitre comme une gageure car un professeur des écoles ne peut être un spécialiste de tous les savoirs en jeu dans toutes les disciplines.

La section suivante synthétise les résultats obtenus dans le cas de P0.

15.1.9 Conclusion

Rappelons notre première question de recherche Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre), à l'école élémentaire française ?
Relativement à cette question, l'étude du cas de P0 semble indiquer que le rôle de I_o pourrait dépasser la simple désignation des savoirs à enseigner. En effet, nous retrouvons dans le cas de cette enseignante une forte influence de I_o sur les Intentionnalités qui sont formulées au cours de l'activité de préparation de séance. Nous retrouvons également de fortes corrélations entre notre caractérisation de I_o et les intentions didactiques formulées par P0 en situation d'ESFI, notamment en termes d'épistémologie : place de l'expérimentation dans l'enseignement des sciences, appui sur les conceptions des élèves et rôle du questionnement.

Rappelons notre deuxième question de recherche Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
Cette étude de cas semble indiquer que les savoirs conceptuels initialement visés (température, chaleur, fusion), ne sont pas explicitement mis au travail dans cette séance, soulignant que la cohérence entre le but visé, les moyens mobilisés pour atteindre ces buts, et les résultats de l'activité enseignante n'est pas toujours flagrante, même chez un enseignant expérimenté. En termes de guidage des apprentissages, l'analyse des pratiques de P0 à l'aide du modèle InDIS met au jour le (un) processus de passage d'une intention didactique à une autre (de I_{SAV} à I_{SOC}).

D'un point de vue didactique, ce passage d'une intention à une autre – dont P0 ne semble pas identifier l'origine dans l'organisation de son activité – a pour conséquence de faire émerger des conceptions d'élèves sur l'obtention des glaçons alors que cela ne sert pas l'objectif visé par la séance (pour rappel : proposer des hypothèses explicatives sur la fonte des glaçons). Nous pouvons alors penser que les écarts observés entre le prévu et le réalisé, tiennent soit aux règles d'action mobilisées, soit au statut accordé par l'enseignant aux différentes étapes d'une démarche d'investigation. Ici en effet, l'émergence de conceptions d'élèves semble en décalage avec le questionnement visé. S'agit-il pour l'enseignant de faire émerger des conceptions relatives à une problématique qui sera ensuite traitée, ou s'agit-il de faire émerger « des conceptions » d'une manière assez générale, parce que c'est une étape de « la démarche », comme cela semble être le cas ici ? Autrement dit, l'enseignante perçoit-elle l'ESFI comme un moyen d'apprendre ou comme un objet d'apprentissage ? Ce constat fait de

nouveau écho aux ambiguïtés de l'I_o mises au jour au travers de notre analyse des programmes 2020 d'enseignement des sciences et des technologies.

Rappelons enfin notre troisième question de recherche Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des « savoirs d'expérience » construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
L'analyse de l'activité de guidage des apprentissages par P0 en situation, à l'aide du modèle InDIS, met en lumière une facilité de l'enseignante à mettre en synergie les propositions des élèves pour permettre à ces-derniers, à partir d'une question (pourquoi il faut de l'eau froide ?) de s'emparer d'un questionnement scientifique (l'eau chaude possède-t-elle des propriétés que l'eau froide ne possède pas ?). Il s'agit pour nous d'un savoir d'expérience. Nous constatons cependant que ce savoir ne semble pas suffire ici pour mettre en relation cette construction du questionnement avec les savoirs conceptuels initialement visés. Ainsi, il semblerait que le modèle InDIS permette de rendre compte de savoirs d'expérience, mais il nous semble surtout qu'il mette au jour le *potentiel de développement d'une situation professionnelle* (Mayen & Gagneur, 2017), c'est-à-dire les éléments d'une situation professionnelle qui peuvent faire l'objet d'un accompagnement ou d'une formation professionnelle.

Considérons à présent le cas de P1.

15.2 P1 et les propriétés physiques de la matière

De même que nous l'avons fait pour P0, nous commençons cette section par une rapide contextualisation de la séance analysée. Nous nous appuyons ensuite sur le synopsis du réalisé pour identifier les intentionnalités qui portent chaque but de la séance et reconstruire la dynamique générale de l'Intentionnalité de *faire construire un savoir conceptuel*. La mise au travail du modèle InDIS nous amène à identifier et analyser successivement deux incidents critiques. Le premier se rapporte à ce que nous appelons *l'évènement élasticité* et le second à *l'évènement vaporisation*. Nous abordons en dernier lieu une synthèse des résultats obtenus relativement à nos trois premières questions de recherche (p. 92).

15.2.1 Contexte

La séance observée s'intitule « propriétés de la matière » et concerne des CM2, dans une classe de 24 élèves. Cette séance est la première d'une séquence de deux séances. Nous commençons par une rapide présentation de P1, au travers du Tableau 38, p. 251, afin de situer professionnellement cet enseignant.

Genre :	M
Age :	45 ans
Formation initiale :	licence maths-info
Ancienneté dans le métier :	14 ans
Ancienneté dans le niveau :	10+ ans
Niveau de classe actuel :	cycle 3 (CM2)
Formations académiques à l'enseignement des sciences et des technologies suivies sur les cinq dernières années :	4 sessions de 1 à 3 jours (MPLS) au cours des cinq dernières années
Caractéristiques de l'établissement d'enseignement :	Établissement situé dans une commune d'environ 7000 habitants, à 20 km d'une grande ville.
Expérience en REP/REP+:	oui
Expérience dans l'enseignement spécialisé :	non
Professeur des Écoles Maitres Formateur :	non

Tableau 38 : Renseignements concernant P1

L'objet de la séance analysée a déjà été traité par P1 mais l'enseignant précise qu'il ne s'y était pas pris de la même manière : « si si je l'ai déjà fait+ j'ai déjà fait mais je/ en fait d'une fois sur l'autre je fais jamais de la même manière » (P1 EP 15). Cette fois, l'enseignant prévoit de poser aux élèves un problème technique. P1 veut en effet que les élèves imaginent des protocoles expérimentaux pour pouvoir tester/caractériser certaines propriétés physiques de quelques matériaux, comme le prévoient les programmes. L'analyse du prévu a révélé que P1 s'appuie sur un fichier de sciences et technologies choisi par l'équipe enseignante de son établissement (cf. § 15.2.1, p. 252). Il s'appuie sur la structure des séquences proposées par le fichier : nombre de séances, buts, trame. Le but principal de la séance que nous analysons dans cette section vise à connaitre quelques propriétés physiques de la matière : densité, conductivité thermique ou électrique, solubilité, élasticité… Dès le premier entretien, P1 précise qu'il va adapter quelque peu la séance proposée par le fichier (cf. § 15.2.1, p. 250), et la réalisation du synopsis que nous présentons à présent nous permet de visualiser le déroulé effectif.

15.2.2 Synopsis du réalisé

Pour reconstruire les dynamiques intentionnelles de P1, nous commençons par préciser la structure de la séance à partir des différents buts poursuivis par l'enseignant au cours de la séance. Ceux-ci nous permettent de reconstruire les Intentionnalités formulées par P1. Nous nous appuyons ensuite sur les règles d'actions reconstruites dans le synopsis du réalisé afin de déterminer ce que P1 juge pertinent de faire en situation de classe et ainsi reconstruire ses intentions didactiques.

15.2.2.1 Une focale sur les buts visés

Lors de l'entretien post vidéo, nous vérifions pour commencer le but effectif de la séance réalisée. P1 précise, comme le montre l'extrait suivant, qu'il veut aller au-delà du but affiché par le fichier c'est-à-dire au-delà de la simple connaissance de quelques propriétés physiques de la matière puisqu'il veut que ses élèves comprennent le concept de propriété :

> « [>P1]: […] je voulais aussi qu'ils connaissent euh : qu'ils connaissent ces propriétés-là+ et surtout et plus largement en fait qu'ils comprennent de manière générique ce que c'est qu'une propriété + une propriété c'est euh : une qualité qu'a un matériau voilà+ et c'est plus le concept de propriété qui est dur à appréhender pour eux+ parce qu'après eux bon+ tu leur dis solubilité +ah ben oui c'est euh : alors ils vont dire ça fond dans l'eau euh : mais bon ils voient+ ils ont une image euh : mais après ils arrivent pas forcément à se faire d'image pour toutes les propriétés et du coup comprendre le concept d'une propriété +que la propriété c'est la qualité d'un matériau voilà +c'est quelque chose que ce matériau-là euh : fait +entre guillemets +mais que tous ne font pas+ que certains font mais pas tous voilà +donc c'est vraiment une propriété c'est quoi++ ce serait plus à la limite définir la :: enfin j'utilise plein d'exemples de propriétés pour définir ce que c'est une propriété +alors c'est pas exprimé mais c'est ce que j'ai euh :: et c'est pas non plus forcément conscient mais en fait quand j'y pense+ c'est ça qu'il y a derrière+ je veux qu'ils comprennent ce que c'est qu'une propriété++ » (P1 EP 74)

Pour atteindre ce but et satisfaire son Intentionnalité de faire construire un savoir *conceptuel* (que nous appelons $\mathbf{I_{SAV\text{-}C}}$), P1 juge donc pertinent, comme il l'exprime dans l'extrait ci-dessus, de donner « plein d'exemples de propriétés pour définir ce qu'est une propriété ». De manière à mettre au travail ces différents exemples de propriétés, P1 reprend la trame de la séance proposée par le fichier, c'est-à-dire qu'il commence par un rappel des savoirs précédemment institutionnalisés sur la matière, puis il corrige la fiche de douze définitions qu'il avait demandé aux élèves de compléter de manière autonome quelques jours avant la séance. Ensuite, afin d'impliquer les élèves intellectuellement, davantage que ne le propose le fichier selon lui, P1 décide de proposer à ces derniers d'imaginer, par groupe, un protocole expérimental qui permettra par la suite de caractériser différents matériaux (P1 EA 9). Le Tableau 39, p. 253, dont les informations sont extraites du synopsis de la séance réalisée par P1 (Annexe 7 P1), résume ces étapes ou phases de la séance en indiquant leurs buts respectifs.

But de la séance : faire comprendre le concept de propriété de la matière

Phase d'introduction : But : Centrer l'attention des élèves sur l'objet de savoir : la matière
Phase 1 - Définitions : But : Définir les douze propriétés de la matière répertoriées sur la fiche préalablement distribuée (conductibilité électrique, flexibilité, dureté, adhérence, densité, solubilité, élasticité, conductivité thermique, magnétisme, miscibilité, combustibilité)
Phase 2 - Recherche : But : Imaginer un protocole qui permettra (en séance 2) de tester et comparer par l'expérience une propriété (au choix) de quelques matériaux. Le présenter sur une affiche.
Phase 3 - Présentations : But : identifier les étapes de la réalisation d'un protocole expérimental (P1 EP 102)
Phase de conclusion : But : Clore la séance.

Tableau 39 : Résumé succinct du synopsis du réalisé

Ainsi, si l'on comprend bien le raisonnement de P1, la mise au travail des propriétés de la matière, au travers de la réalisation de protocoles expérimentaux permettant de tester ces propriétés, va permettre aux élèves de se poser des questions. La présentation des travaux de chacun à la fin de la séance sera l'occasion de clarifier et de « définir » ce qu'est une propriété de la matière (cf. extrait P1 EP 74).

Le but que P1 se donne pour cette séance est donc porté par une Intentionnalité de faire construire un savoir *conceptuel* **($I_{SAV\text{-}C}$)**. La reconstruction de cette Intentionnalité est présentée dans le Tableau 40 (p. 254). La première colonne de ce tableau indique les trois caractéristiques reconstruites : l'objet de l'Intentionnalité (O), ses modes psychologiques (M) et ses conditions de satisfaction (C). La deuxième colonne de ce tableau formule ces caractéristiques, et la troisième colonne regroupe les principaux extraits sur lesquels nous nous appuyons pour reconstruire ces dernières. L'invariant opératoire signalé par un astérisque est celui dont nous allons analyser, par la suite, l'actualisation en situation de classe.

	Caractéristiques de $I_{SAV\text{-}C}$	Extraits de propos amenant à cette caractérisation
O	Faire construire le concept de propriété de la matière	-« C'est pas les propriétés en tant que telles là qui m'intéressent [propriétés de la matière désignées par le fichier] c'est s'interroger sur ces propriétés-là » EP 37 -« Je voulais [...] surtout et plus largement en fait qu'ils comprennent de manière générique ce que c'est qu'une propriété. Une propriété c'est une qualité qu'a un matériau voilà! Et c'est plus le concept de propriété qui est dur à appréhender pour eux [...]» EP 74
M	-Il est pertinent d'amener les élèves à se questionner/explorer en petits groupes * -Il est pertinent d'avoir une première connaissance des propriétés de la matière pour pouvoir s'impliquer dans une recherche de protocole d'expérience	-« ce qui va m'intéresser c'est qu'ils se posent des questions » EP 3 -« les grands scientifiques c'est des gens qui sont sortis des sentiers battus [...] on les a laissés explorer p'têt que des fois l'exploration elle donne rien mais des fois ça débouche sur des idées géniales et voilà pour moi y a pas de génie si y a pas de liberté d'exploration » EP 40 -« y en a qui vont rien proposer parce qu'ils ont pas saisi la propriété déjà à la base » EA 22
C	Les élèves doivent être placés en situation de recherche	-« le fichier demandait juste à ce qu'ils arrivent à trouver quelle expérience correspond à quelle propriété [...] » EP 5 ; -« Là dans ce cas-là pour moi le boulot était mâché parce que les expériences étaient données et du coup il y avait plus grand chose à faire au final » EP 7

Tableau 40 : Reconstruction de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel

Pour identifier comment cette Intentionnalité $I_{SAV\text{-}C}$ s'actualise en intentions didactiques en situation de classe, nous nous reportons aux règles d'actions mobilisées par l'enseignant. Expliquons comment.

15.2.2.2 Une focale sur les règles d'action

Les règles d'actions de l'enseignant sont indiquées dans le synopsis du réalisé (Annexe 7 P1) sous la forme : ***si** indice*, ***alors** verbe d'action*. Elles permettent de traduire ce que l'enseignant *fait* au regard de tel ou tel indice, de manière plus ou moins récurrente, de l'amorce d'une phase à sa conclusion. Ces règles d'actions décrivent l'activité enseignante observable à l'échelle mésoscopique de l'organisation de l'activité de manière à conserver l'aspect synthétique du synopsis. Elles décrivent même parfois l'organisation de l'activité enseignante à une échelle macroscopique lorsqu'elles ne sont pas spécifiques au savoir en jeu et deviennent transposables à toute situation de recherche.

Remarquons que chaque phase peut être vue comme une situation au sens de Vergnaud, ce qui signifie que dans cette séance, nous observons une situation d'introduction de séance, une situation de correction d'un travail autonome (correction des définitions), une situation de recherche, une situation de présentation/mise en commun des travaux de chacun, et une situation de conclusion de séance.

Nous considérons ensuite que, puisque P1 agit de telle ou telle manière en situation d'interaction, c'est que sur le moment il *juge pertinent de* le faire. Cela signifie donc que chaque règle d'action reconstruite pourrait se reformuler comme un invariant opératoire,

autrement dit par une proposition commençant par *il est pertinent de*. De la même manière que nous avons reconstruit les intentions qui sous-tendent les invariants opératoires identifiés lors du découpage des entretiens avec le logiciel Sonal (Annexe 20), nous pouvons donc reconstruire la ou les intentions qui sous-tendent ces règles d'action.

Prenons ainsi l'exemple de la situation de recherche et reconstruisons les intentions didactiques de P1 qui sous-tendent les règles d'actions formulées dans le synopsis du réalisé (Annexe 7 P1). Dans ce synopsis, nous avons découpé cette situation de recherche en trois phases. La première permet à P1 de présenter la tâche aux élèves, sous forme de jeu de rôles, de manière à motiver ces derniers **(I_{IMP})**. P1 y précise ses attentes ainsi que le temps alloué et les contraintes à respecter (matérielles notamment), et répond aux questions éventuelles de manière à ce que les élèves aient toutes les informations nécessaires, selon lui, pour travailler de manière autonome **(I_{EXPL})**. La seconde phase permet d'organiser la recherche **(I_{ORG})** dans le sens où P1 répartit les élèves en groupes (qui va travailler avec qui) et précise l'espace alloué à chaque groupe (« oui pis qu'ils soient assez loin les uns des autres pour pas être gênés et entendre les propositions des autres+ » P1 EP 87). La troisième phase, celle sur laquelle nous allons nous focaliser, est celle au cours de laquelle chaque groupe travaille de manière autonome pour réaliser la tâche prescrite par P1. Pour rappel, cette tâche consiste, pour les élèves, à se mettre d'accord sur le choix d'une propriété de la matière et à imaginer un protocole expérimental qui permettra de la tester (en séance 2), puis de présenter ce protocole sur une affiche. C'est au cours de cette troisième phase de la situation de recherche que les élèves vont être amenés à se questionner sur les propriétés de la matière et que le savoir va pouvoir être mis au travail **(I_{SAV-C}).** Nous observons donc P1 lors de cette situation de recherche et constatons qu'il passe de groupe en groupe et mobilise à chaque fois les mêmes règles d'action (Annexe 7 P1) :

- **Si** les élèves ne sont pas entrés dans la tâche, **alors** je reformule les consignes pour les aider à démarrer
- **Si** les élèves sont entrés dans la tâche, **alors** je leur demande de m'expliquer leur travail
- **Si** la production de l'affiche est suffisamment avancée, **alors** je questionne les élèves : je m'assure que j'ai bien compris ce qu'ils veulent dire : je m'assure que le vocabulaire employé est précis, que le protocole proposé est cohérent avec la propriété de la matière qu'il vise à tester, que les élèves identifient le paramètre variable, que le schéma est clair, légendé et titré, je réoriente si besoin.

Montrons à présent comment ces règles d'action nous mènent à la reconstruction des intentions didactiques dont l'objet consiste à *faire construire un savoir conceptuel*.

15.2.3 Reconstruction d'intentions didactiques

Dans cette section, nous décrivons une dynamique générale de l'intention de *faire construire un savoir conceptuel*, c'est-à-dire la transformation d'une Intentionnalité en une intention didactique. Nous nous situons dans un premier temps aux échelles macroscopique et mésoscopique de l'organisation de l'activité de P1. Nous dressons ensuite deux constats que nous approfondissons dans la section suivante grâce à une analyse à l'échelle microscopique.

15.2.3.1 De l'amont à l'ici et maintenant

Lorsque P1 prépare sa séance, il envisage d'y intégrer une situation de recherche au cours de laquelle les élèves travaillent par groupes de trois ou quatre car il considère que pour construire un savoir conceptuel, les élèves doivent être mis en situation de recherche afin de se questionner. P1 souligne au cours des entretiens l'importance qu'il accorde à ce que les élèves se questionnent (« ce qui va m'intéresser c'est qu'ils [les élèves] se posent des questions » P1 EP 3). Il explique également que dans une situation de recherche, il met généralement les élèves en petits groupes :

> « euh : ben ce que je fais déjà +c'est que je les mets par petits groupes+ […] du coup quelqu'un qui a pas d'idée au début […]euh : quelqu'un qui a pas d'idées d'expérience va peut-être avoir une idée pour améliorer une expérience proposée par quelqu'un d'autre+ » P1 EA 21

Ces propos nous permettent de reconstruire l'invariant opératoire suivant : *il est pertinent que les élèves travaillent en petits groupes* (pour qu'ils se questionnent, et apprennent). Cet invariant est mobilisé lors de l'activité de préparation de séance, et il devient l'objet d'une intention didactique dans l'ici et maintenant de la situation de recherche. Le Tableau 41 ci-dessous, présente la reconstruction d'une intention didactique que nous reconnaissons comme une actualisation de l'Intentionnalité de faire construire un savoir conceptuel.

	Caractéristiques de $i_{SAV\text{-}C}$ Macro	**Extraits de propos amenant à cette caractérisation**
o	amener les élèves à se questionner/explorer	*-« ce qui va m'intéresser c'est qu'ils se posent des questions » EP 3*
M	-Il est pertinent de guider les élèves* : reformuler les consignes, faire verbaliser, questionner -Il est pertinent d'outiller les élèves	-« forcément si on les guide pas un minimum euh on n'obtient rien à la fin […]» EP 91 ; -Patrick outille les élèves en distribuant «un petit corrigé des définitions pour ceux qui n'avaient pas tout trouvé » (cf synopsis phase 2a)
c	Les élèves ont abouti à une production partageable, discutable (même erronée)	Nous observons que l'enseignant ne stoppe pas cette phase de recherche tant qu'il n'a pas rencontré la condition de satisfaction : tous les groupes « ont finalisé leur travail, juste ou pas juste mais présentable et du coup discutable » (EP 56).

Tableau 41 : Actualisation macroscopique de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel en intention didactique

Dans la deuxième colonne du Tableau 41 (p. 256) figurent les caractéristiques de l'intention didactique **(i_{SAV-C})** de P1, à une échelle macroscopique, et dans la troisième colonne figurent les principaux extraits d'entretien qui nous amènent à caractériser cette intention didactique.

Si nous observons plus précisément comment P1 s'y prend pour guider les élèves – puisque c'est ce que l'enseignant juge pertinent de faire pour les faire verbaliser et se questionner (invariant opératoire marqué d'un astérisque dans le Tableau 41, p. 256) – alors nous relevons des propos davantage centrés sur le savoir en jeu. Nous nous situons cette fois-ci à l'échelle mésoscopique de l'organisation de l'activité enseignante. Les caractéristiques de cette nouvelle intention didactique, relative à notre analyse de l'organisation de l'activité de P1 à l'échelle mésoscopique, sont reproduites dans le Tableau 42 ci-dessous.

	Caractéristiques de i_{SAV-C} Méso	**Extraits de propos amenant à cette caractérisation**
O	guider les élèves dans leur recherche de protocole d'expérience qui permette de caractériser une propriété de la matière	« forcément si on les guide pas un minimum euh on n'obtient rien à la fin [...]et en même temps il faut réussir à guider sans induire parce que le but c'était pas qu'ils fassent ce que je leur dise donc euh la vraie difficulté elle est là c'est euh c'est guider juste ce qu'il faut » EP 91
M	- il est pertinent d'amener les élèves à s'exprimer dans un langage précis (à l'oral et à l'écrit: protocole, expérience, propriété) -Il est pertinent qu'ils identifient le paramètre variable dans leur protocole d'expérience -Il est pertinent de vérifier l'adéquation entre la propriété choisie et le protocole d'expérience imaginé -Il est pertinent de laisser les élèves chercher et de les réorienter si leur production n'est pas exploitable, ne permet pas de débattre pour apprendre (combustion, magnétisme) Il est pertinent d'exploiter les erreurs pour débattre (élasticité, vaporisation)	-« pour moi il faut qu'ils soient capables de s'exprimer [...] je dis on n'est plus en maternelle tu utilises des mots voilà » EP 90) -« ce qui m'intéresse c'est développer l'habileté expérimentale [...] EP 37 ; « alors je m'attendais à ce que certains peut-être des fois fassent varier plusieurs paramètres au lieu de n'en faire varier qu'un seul » EP 21 : anticipation) -« ben l'erreur ça fait partie du jeu » EP 54 ; « ben allez-y, proposez, on verra, on en rediscutera » vidéo 00 : 32 : 22 ; « si je commence déjà à dire ben nan ça c'est bon, ça c'est pas bon, ça ça se fait ça ça se fait pas euh ben euh je vais pas diffuser des ondes négatives mais euh j'ai voilà j'ai peur qu'ils enfin que du coup ils se restreignent en fait » EP 83 ; « je réoriente si leur production n'est pas exploitable quand je dis pas exploitable ça veut dire dont on ne pourra pas débattre derrière [...] c'est pas exploitable pour apprendre des choses avec l'ensemble du groupe » EP 95).
C	Les élèves précisent leur production, discutent leurs imprécisions	L'observation montre que Patrick stoppe ce guidage (change de groupe), lorsqu'il juge que la production des élèves est suffisamment claire et précise (ou en voie de l'être), pour être présentée et discutée en phase 3 de la séance (même erronée)

Tableau 42 : Actualisation mésoscopique de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel

À cette échelle mésoscopique et pour guider les apprentissages, l'enseignant cherche des indices centrés sur le savoir en jeu. Ainsi, lorsque P1 passe de groupe en groupe : il s'assure de la précision du langage utilisé à l'oral et à l'écrit (utilisation des termes : protocole, expérience, propriété, miscibilité/solubilité, dureté/rigidité) ; il s'assure que les élèves

identifient le paramètre variable dans le protocole expérimental qu'ils ont imaginé ; il s'assure que les schémas sont clairs, légendés et titrés ; il s'assure de la cohérence du protocole expérimental proposé avec la propriété physique que les élèves veulent tester. En outre, l'enseignant encourage les élèves à poursuivre leur recherche même s'il estime que les élèves se trompent, afin de pouvoir « exploiter » ensuite ces erreurs (EP 95).

Avant de poursuivre ce travail de reconstruction des dynamiques intentionnelles à l'échelle microscopique d'organisation de l'activité enseignante nous posons trois constats.

15.2.3.2 Constats

● Tout d'abord, nous constatons que P1, aux échelles macroscopique et mésoscopique de l'organisation de son activité, met tout en œuvre pour faire émerger les questionnements des élèves et s'appuyer sur leurs connaissances, leurs propositions et leurs erreurs afin de faire progresser le savoir :

> « ce qui va m'intéresser c'est qu'ils se posent des questions » P1 EP 3 ; « je suis jamais le même parcours parce que ben : ça dépend de leur questionnement » P1 EA 15.

Nous constatons ainsi que P1 multiplie les interactions pour bien comprendre les propositions des élèves :

> « moi j'aime bien me mettre à leur place euh : ben+ pour les comprendre en fait+ pour comprendre leurs+ leurs hésitations etc+ » P1 EP 32, « c'est plus que moi ça me permet de mieux les comprendre+ on voit aussi énormément la personnalité des enfants avec ce type de séance » P1 EP 41.

Lorsqu'il commente son activité, P1 précise également l'importance qu'il accorde aux erreurs des élèves :

> « moi je trouve que c'est intéressant qu'il y en ait qui se trompent en fait+ qu'il y en ait qui se plantent+ qu'ils partent pas sur le bon truc euh :: pour après ben en parler aux autres en fait++ c'est à dire ben : regardez eux le : la voie qu'ils ont prise+ ben c'était pas ça mais euh : ben+ c'était pas non plus idiot de penser à ça +[…] c'est exactement comme quand je laisse les filles changer leur expérience au lieu de changer les matériaux+ ou les filles qui euh :: testent l'élasticité mais qui en fait euh ne répondent pas à la définition voilà+ c'est euh :: ben l'erreur ça fait partie du jeu+[…]» P1 EP 54

Outre le fait que P1 déclare s'appuyer sur les erreurs des élèves pour nourrir des discussions qui font progresser le savoir, il précise qu'il ne réoriente ces derniers que lorsque leur erreur n'est « pas exploitable » pour faire construire des savoirs :

> « […] quand je dis pas exploitable ça veut dire dont on ne pourra pas débattre derrière ça veut pas dire pas exploitable parce que l'expérience est pas pertinente ou autre chose puisque des expériences pas pertinentes on en a eues et on les a gardées justement +mais c'est pas exploitable pour apprendre des choses avec l'ensemble du groupe » P1 EP 95

L'enseignant souligne enfin son souci de « guider les élèves sans induire » la solution :

> « il faut réussir à guider sans induire parce que le but c'était pas qu'ils fassent ce que je leur dise donc euh :: la vraie difficulté elle est là++ c'est euh :: c'est guider juste ce qu'il faut voilà+ » P1 EP 91

Tous ces commentaires de P1 soulignent, à nos yeux, que l'enseignant pense agir selon un paradigme (socio)constructiviste de la connaissance tel que le définit Jonnaert (2002). C'est-à-dire que l'enseignant semble considérer que la connaissance ne peut qu'être construite par l'élève lui-même, ce qui nécessite pour l'enseignant de s'appuyer sur les propositions des élèves et sur leurs erreurs pour faire progresser la connaissance. Cela correspond aux commentaires de P1 et aux descriptions réalisées aux échelles macroscopique et mésoscopique de l'activité.

● Le second constat concerne la manière dont P1 comprend la notion d'investigation. L'extrait d'entretien suivant semble en effet indiquer qu'*investigation* et *expérimentation* sont synonymes pour P1 :

> « [>Question?]: […]+ tu es pas mal dans l'idée d'investigation'
>
> [>P1]: euh : alors pas tout le temps hein parce que ya des choses qui euh : ben sur quel chapitre euh : euh :: attends je vais reprendre le programme <P1 cherche sa programmation> ben tu vois là sur les objets et techniques on travaille sur le vélo etc ben là je ramène mon vélo on regarde les freins etc+ et là c'est sympa parce que ils le voient euh : après sur les énergies aussi je fais plein d'expériences avec eux +ça j'aime bien euh : les inondations euh :: ben on regarde des vidéos on explique on regarde des bulletins météo mais ya pas de pratique euh : ya pas de manipulation sur les inondations ça sert à rien que j'inonde une maison Playmobil dans une bassine + ça va plus être documentaire ++donc ça dépend des sujets+ aussi y a des sujets qui s'y prêtent plus que d'autres euh : bien manger euh : on pourrait organiser des repas mais euh :: (rires) » P1 EP 37 (Annexe 17 P1EP)

Dans cet extrait, P1 souligne qu'il n'y a pas de « manipulation » sur le thème des inondations. Il semble penser que l'investigation implique obligatoirement une « manipulation » ou expérimentation. Notre analyse des programmes a souligné cette imprécision et nous constatons à travers cet exemple, qu'elle semble impacter le rapport de P1 à l'investigation.

● Le troisième constat concerne la nature du savoir en jeu. En effet, alors que la séance porte sur les propriétés de la matière, et que P1 précise vouloir mettre au travail le *concept de propriété de la matière* (I_{SAV-C}), une tension apparait sur la nature du savoir visé puisque P1 déclare à un moment que :

> « la matière et les propriétés+ c'est un peu un prétexte à toute cette démarche en fait+ » (P1 EA 14).

Le terme de démarche désigne ici la réalisation d'un protocole expérimental, mais le terme de *prétexte* nous interpelle. Signifie-t-il que le travail du concept de propriété de la matière n'est finalement pas si important ?

L'observation de la situation de recherche montre l'importance effectivement accordée par P1 à la construction de savoirs méthodologiques[105] (I_{SAV-M}) et les extraits d'entretien P1 EP 21 et P1 EP 37 le confirment :

-« […] alors je m'attendais à ce que certains peut-être des fois ne euh : fassent varier plusieurs paramètres au lieu de n'en faire varier qu'un seul + donc ça ça m'a pas trop étonné » P1 EP 21

-« Ce qui m'intéresse c'est plus développer l'habileté expérimentale » P1 EP 37

Dans cette situation, il s'agit pour P1, comme le montrent ses règles d'actions, de savoir qu'un seul paramètre doit varier dans une expérience et d'identifier ce paramètre, de vérifier la cohérence du protocole expérimental proposé avec la propriété physique à tester, de réaliser des schémas clairs et concis en respectant les normes imposées par P1 (titre, légende). En situation de recherche, nous observons que les interactions de P1 sont effectivement très centrées sur ces savoirs. Cela ne signifie cependant pas pour autant que la mise au travail du savoir conceptuel soit mise de côté puisque l'organisation même de la séance consiste à laisser libre court aux essais et erreurs des élèves de manière à repérer celles qui seront exploitées ensuite, c'est-à-dire en phase 3, que nous désignons ensuite comme une *situation de présentation/restitution des travaux d'élèves*. Cette organisation de la séance laisse donc tout à fait la possibilité de préciser les savoirs méthodologiques visés lors de la situation de recherche, pour mettre en discussion le concept de propriété de la matière en situation de présentation/restitution.

L'analyse microscopique des deux incidents critiques que nous présentons à présent montre cependant que c'est une autre organisation qui se met en œuvre en situation de présentation/restitution des travaux.

15.2.4 Repérage d'incidents critiques

Lorsque nous questionnons P1 lors de l'entretien *post*-vidéo pour sonder ce qui l'a interrogé ou surpris en situation de classe au point d'engager sa réflexion, il revient sur plusieurs évènements. Le premier qu'il mentionne est celui que nous appelons l'évènement vaporisation :

> « euh je m'attendais pas par exemple à ce qu'il y ait confusion entre euh : changement d'état et propriété comme le petit groupe qui a fait la vaporisation » P1 EP 20

Le second que nous retenons, et qui a été discuté au cours de l'entretien *post* vidéo, est celui que nous appelons l'évènement élasticité :

> « [>Question?]: est-ce qu'il y a d'autres choses qui te reviennent+ qui t'ont un peu surpris ou heu :: pas forcément déstabilisé parce que tu as toujours pu répondre mais\

[105] Nous qualifions de savoirs méthodologiques tous les savoirs et savoirs-faire qui accompagnent la réalisation d'un protocole expérimental (par exemple : identifier un paramètre variable ou s'assurer de la reproductibilité d'une expérience).

[>P1]: oui ben si+ si ya aussi un autre point ben :: c'était euh :: l'expérience des filles avec leur élastique qu'elles ont voulu chauffer et refroidir où effectivement euh :: alors j'avais pas bien le j/ j'avais pas bien la définition de la propriété en tête et euh :: et c'est sur la fin que euh : ben j'ai rebondi et j'ai pu leur expliquer que leur expérience ben du coup n'était pas concluante euh :: du point de vue de l'élasticité après+ pour des/ sur des propriétés thermiques ben oui y'avait des choses que prouvaient leur expérience+ mais tu vois élasticité c'était que il fallait étirer le matériau et voir si il reprenait sa forme initiale +et eux dans/ elles+ dans ce qu'elles faisaient euh :: le matériau reprenait sa forme initiale mais il y avait pas d'étirement au début++ et du coup au début quand elles m'ont présenté leur truc je me suis dit mais nan c'est ça marche pas++ ça prouve pas l'élasticité mais pourquoi +pourquoi++comment je leur fais comprendre que nan+ euh :: elles ne testent pas l'élasticité avec leur expérience++ et du coup euh : voilà je l'ai pas retrouvé au début et c'est en relisant la définition après+ je me suis dit ah mais oui je suis bête ya pas de déformation+ enfin ya pas d'étirement à l'origine donc c'est ça qui manque dans leur expérience++ » (P1 EP 27)

Nous retenons ces deux évènements car ils ont engagé la capacité réflexive de P1 et celui-ci a réussi à les résoudre d'une manière qui le satisfait.

Sur ce point, remarquons que si l'enseignant et le chercheur perçoivent les mêmes incidents critiques, ils n'interprètent pas de la même manière l'aspect *critique* de ces incidents. Pour l'évènement élasticité par exemple, P1 identifie l'incident parce que, dans un premier temps, il ne réussit pas à « prouver » aux élèves du groupe qu'elles se trompent. Comme les conditions de satisfaction de son intention didactique à ce moment-là ne sont pas satisfaites, P1 analyse la situation et conclut que c'est lui qui se trompe de définition lorsqu'il guide l'activité des élèves. Notre analyse, à l'aide du modèle InDIS apporte d'autres conclusions. C'est ce que nous montrons dans la section suivante.

15.2.5 De l'élasticité

Pour comprendre cet évènement, il faut le considérer à différents moments de la séance. La Figure 37 : Représentation chronologique des phases de la séanceci-dessous, représente une chronologie des différentes phases de la séance de P1 (d'après le synopsis du réalisé - Annexe 7 P1). Les flèches indiquent à quels moments il est question de la propriété d'élasticité au cours de la séance. Notre analyse distingue la phase 2 qui correspond à une situation de recherche, de la phase 3 qui correspond à une situation de présentation à toute la classe des travaux réalisés par chaque groupe d'élèves.

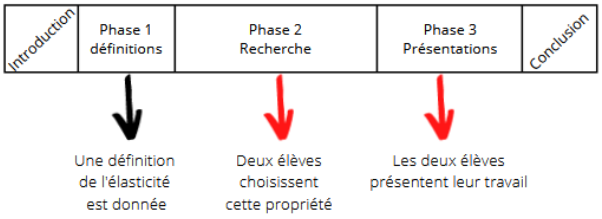


Figure 37 : Représentation chronologique des phases de la séance de P1

Dans cette section, nous commençons par recontextualiser l'incident critique. Nous reconstruisons ensuite les intentions didactiques de P1 en situation de recherche, puis en situation de présentations des travaux d'élèves. Nous reconstruisons pour terminer, un espace des possibles afin de pouvoir conclure sur les dynamiques intentionnelles de P1 au cours de l'évènement élasticité.

15.2.5.1 De l'incident critique

Une élève que nous appelons A. possède un bracelet en matière plastique qui se dilate ou se rétracte selon qu'il est trempé dans de l'eau chaude ou froide. Cette élève propose à sa camarade (elles constituent un groupe de deux filles) de réfléchir sur cette propriété que les deux élèves peinent à identifier. Pour commencer, elles relisent leur fiche de définitions, sur laquelle elles ont noté que *l'élasticité est la capacité d'un matériau à se déformer et à reprendre sa forme initiale*. Appelons cette définition : définition 1, c'est la définition que ces élèves avaient trouvé en amont de la séance. Toutes les deux s'accordent donc pour dire qu'elles vont tester la propriété d'élasticité d'un matériau, bien que le terme « initiale » de la définition leur pose question. Elles interpellent donc P1 qui lit la définition avec elles et la reformule pour leur faire comprendre que « la forme initiale, c'est la forme du début ». Confortées, les deux élèves s'attellent alors à la réalisation de leur affiche (Figure 38 : Affiche finalisée du groupe élasticité ci-dessous) tandis que P1 passe voir d'autres groupes. Lorsque l'enseignant revient une douzaine de minutes plus tard, il demande aux deux élèves de lui présenter l'état de leur travail.

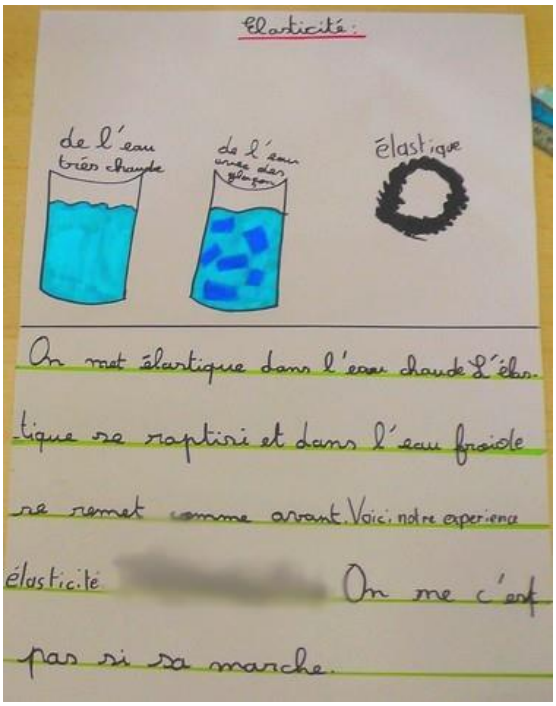


Figure 38 : Affiche finalisée du groupe élasticité

L'affiche est alors en cours de réalisation et nous percevons dans les interactions enseignant/élèves une hésitation (TdP 19 de l'extrait de transcript p. 263).

Time code	TdP	Loc	transcript
31 :38	11	P1	Alors+ vous, c'est quoi '
	12	Es	L'élasticité++
	13	P1	D'accord + et alors du coup c'est quoi votre expérience'
	14	Es.	euh ben c'est de l'eau chaude+ on met un élastique euh :: d/euh : ce/ là ça+ et on ne/en fait ça rapeticit++on a vu que :: moi j'ai déjà fait cette expérience++ ça rapeticit que le ::: le bracelet+
	15	P1	d'accord+++ et après'
	16	Es.	l'élasticité' c'est :: très petit+
	17	P1	et comment il retrouve sa forme initiale'
	18	Es.	euh tu mets dans l'eau :: froide+
32 :05 32 :27	19	P1	D'accord+ donc c'est avec la température que tu vas euh +++ Ok+ alors c'est pas vraiment ça l'élasticité ++ euh + parce que là en fait ça va être euh ++ là c'est votre matière qui euh : qui va changer de forme en fonction de la chaleur+ donc ça c'est autre chose que vous testez +++ euh ::: <P. hésite et relit la définition 1> remarque si + si parce qu'elle va retrouver sa forme initiale + si si ben si + allez-y faites comme ça++ en même temps ça répond bien à la définition+ on a un matériau qui va se déformer et qui va reprendre sa forme initiale+ donc si++alors+ avec votre bracelet+ si votre bracelet il reprend sa forme initiale dans l'eau froide+ ça veut dire il est Élastique+
	20	Es.	oui+
	21	P1	Si on prend un autre objet++ on le met dans l'eau chaude++ i :: ils se transforme+ il fond+ je sais pas ce qu'il fait+ il se modifie++euh :::/fin+ il se déforme+ il se déforme dans l'eau chaude+ si je le remets dans l'eau froide et qu'il ne reprend pas sa forme initiale+ qu'est-ce que je vais pouvoir dire'
	22	Es.	euh :::
33 :10	23	P1	ben+ est-ce qu'il est élastique si il reprend pas sa forme initiale'
	24	Es.	ah ben n/ il est pas élastique+
33 :31	25	P1	ben non il va pas être élastique+ après euh :: c'est un peu particulier de tester ça avec de la chaleur je vous avoue que j'y avais pas pensé++mais euh ::: ben allez-y proposez+ on verra+ on en rediscutera

Tableau 43 : Extrait de transcript de la séance de P1 – élasticité phase de recherche (Annexe 19 P1)

C'est au TdP 19 que nous repérons l'hésitation de P1. En effet, percevant une erreur dans la proposition des élèves, il agit de manière à les réorienter :

> « alors c'est pas vraiment ça l'élasticité++ euh + parce que là en fait ça va être euh ++ là c'est votre matière qui euh : qui va changer de forme en fonction de la chaleur+ donc ça c'est autre chose que vous testez +++ euh ::: »

Puis il relit[106] la définition de l'élasticité (définition 1), et finalement il encourage les élèves à poursuivre sur la voie empruntée :

> « si si ben si + allez-y faites comme ça++ » P1 EP 19, « ben allez-y proposez+ on verra+ on en rediscutera » P1 EP 25

[106] P1 mobilise cette règle d'action plusieurs fois et auprès de plusieurs groupes au cours de cette phase de recherche.

Pour nous comme pour P1, l'incident critique a lieu à ce TdP 19, quand l'enseignant dit « ça répond bien à la définition ». En effet, lors de l'entretien *post* vidéo, le commentaire suivant de P1 montre qu'il considère avoir commis ici une erreur en disant cela :

> « Voilà +et du coup là+ là je fais une erreur en disant ça répond bien à la définition+ parce que nan justement+ ça répond pas à la définition++ parce que là je l'avais plus en tête et je suis quand même retourné voir après parce que++
>
> [>Question?]: c'est là que tu hésites en fait'
>
> [>P1]: voilà+ quand je dis ça répond bien à la définition+ ben parce que je pense au côté retour à l'état initial mais il manque l'étirement +et j'avais plus l'étirement en tête à ce moment-là+ » P1 EP 29

Analysons à présent cet incident critique au travers de la reconstruction des intentions didactiques à l'échelle microscopique de l'organisation de l'activité enseignante de guidage des apprentissages.

15.2.5.2 De l'élasticité en situation de recherche

À la suite de l'échange retranscrit ci-dessus, P1 laisse donc les élèves poursuivre leur idée. Cependant, la proposition de celles-ci, qui consiste à tester *l'élasticité d'un matériau par la chaleur*, constitue l'*indice* qui va engager la réflexion de l'enseignant et l'amener à préciser ses intentions. P1 estime en effet que les élèves se trompent :

> « Quand elles m'ont présenté leur truc je me suis dit mais nan c'est ça marche pas ça prouve pas l'élasticité mais pourquoi pourquoi + comment je leur fais comprendre que nan euh elles ne testent pas l'élasticité avec leur expérience » P1EP 27.

La règle d'action que l'enseignant mobilise alors, peut se formuler ainsi : si le protocole expérimental ne me parait pas cohérent avec la propriété de la matière qu'il est censé caractériser, alors je relis la définition. Ce faisant, P1 pense faire prendre conscience aux élèves de l'incohérence que lui-même perçoit. La formulation de cette règle d'action nous permet de caractériser une intention didactique à l'échelle microscopique (Tableau 44 ci-dessous), dont l'objet est de s'assurer de l'adéquation entre la propriété choisie et le protocole expérimental imaginé.

O	M	C
S'assurer de l'adéquation entre la propriété choisie et le protocole expérimental	- il est pertinent de relire la définition de la propriété de la matière choisie	Les élèves prennent conscience de l'incohérence entre le protocole expérimental et la propriété physique qu'il vise à tester

Tableau 44 : Caractérisation d'une intention didactique à l'échelle microscopique

Nous constatons ici que l'enseignant tente de réorienter les élèves en leur faisant *prendre conscience de leur erreur* (C). Cependant, la règle d'action mobilisée par P1 ne lui permet pas de rencontrer la condition de satisfaction de cette intention didactique, si bien qu'il conclut

en disant aux élèves : « si si ben si + allez-y faites comme ça+ » (Tableau 43, p. 263 – TdP 19), alors qu'il nous confie en aparté quelques minutes plus tard ne pas vraiment savoir « comment traiter leur truc » (vidéo 00 :44 :16). P1 continue donc à réfléchir à l'indice perçu de manière à trouver une nouvelle règle d'action qui lui permette de satisfaire son intention didactique.

Pour nous, cet incident critique révèle que le savoir est ici perçu par P1 comme *définitionnel.* Autrement dit, P1 considère que le savoir est contenu *dans la* définition, et c'est pour cela qu'il estime que cette définition aurait dû suffire à révéler l'incohérence que lui-même perçoit entre le protocole expérimental et la propriété physique que ce protocole vise à tester. C'est également ce rapport à la connaissance qui lui fait penser, quelques jours encore après la séance, qu'il commet une erreur en disant que la proposition des élèves « répond à la définition » (TdP 19). Il précise même qu'il n'avait pas *la bonne* définition en tête à ce moment-là (P1 EP 29). En revanche, à aucun moment P1 ne semble envisager la possibilité de discuter la définition pour confronter ce qu'elle *dit* à chacun, et ainsi revenir à ce que pensent les élèves et leur donner la possibilité de *penser plus loin*. En nous référant une nouvelle fois à Jonnaert (2002), nous considérons donc que P1 agit alors, à ce moment-précis de la séance, et à une échelle microscopique, selon un paradigme ontologique. C'est-à-dire qu'il ne considère plus que la connaissance doit être construite par l'élève à partir de ce qu'il sait déjà, mais plutôt que la connaissance est extérieure à l'élève et contenue dans *la bonne* définition.

À ce stade de l'analyse et au vu des données présentées, nous pourrions aussi penser que P1 laisse les élèves poursuivre dans leur voie, justement parce qu'il a repéré que cette erreur des élèves pouvait être exploitée en phase 3. Cela signifierait alors que l'enseignant agit bien selon le paradigme constructiviste mis au jour à l'échelle mésoscopique (P1 EP 95). Pour confirmer ou nuancer notre interprétation, nous analysons donc à présent ce qu'il se passe en phase 3, c'est-à-dire en situation de présentation/restitution des travaux de chaque groupe concernant l'élasticité.

15.2.5.3 De l'élasticité en situation de restitution des travaux de groupes

Au cours de cette troisième phase de la séance, P1 mobilise des règles d'actions identiques pour chaque groupe d'élèves qu'il invite à présenter son travail. Ainsi, quand vient le tour du groupe élasticité, P1 encourage les deux élèves à expliquer leur protocole expérimental. Il les aide à développer leurs explications, puis il relit la définition à toute la classe afin de valider ou d'invalider la proposition et passer à la présentation suivante. Cette fois cependant, il relit la définition de l'élasticité proposée dans le « corrigé » issu du fichier[107] et distribué en phase 2a (cf. annexe 7 P1), à savoir : l'élasticité est la capacité d'un matériau à s'étirer et à reprendre sa forme initiale. Cette définition (définition 2), qui diffère de la première à un mot près (s'étirer au lieu de se déformer), permet alors à l'enseignant d'invalider le protocole expérimental proposé, comme le montre l'extrait de transcript ci-dessous :

[107] Annexe 3 P1prep_anx1

Time	TdP	Loc	Transcript
53 :03	111	P1	Alors+ vous nous expliquez de quelle propriété vous voulez euh :nous parler' El. c'est toi qui nous la +présente'++ alors regarde bien ::regarde bien les autres+
53 :20	112	El.	ben du coup nous on a voulu tester l'expérience de l'élasticité+ avec un élacst/avec un élastique euh :: et avec de l'eau chaude+++
53 :32	113	P1	Alors qu'est-ce que vous avez fait avec votre élastique et avec votre eau chaude++donc vous testez l'élasticité et vous voulez savoir si votre élastique il est élastique++d'accord+ ok alors c'est quoi votre expérience/qu'est-ce que vous faites avec de l'eau chaude ++
53 :44	114	El.	eh ben on va mettre euh : l'élastique dans l'eau chaude et on va voir que si/ on va voir si il rapeticit+++
53 :50	115	P1	d'accord++alors euh ::: donc/c'est une expérience que vous avez déjà faite hein c'est ça'++<J. acquiesce> donc J. a déjà fait cette expérience'+ qu'est-ce que t'as observé quand tu as fait cette expérience là'
54 :01	116	J.	ben :: que l'élastique il se rapeticit très vite+
54 :04	117	P1	il se rétrécissait+ hum+ ok'
54 :09	118	J.	et quand il est dans l'eau froide après il est grand++
54 :11	119	P1	d'accord+ donc ya une deuxième partie d'expérience+ ya une deuxième phase + où cette fois-ci on remet dans l'eau fade/ dans l'eau froide'+ et là+ il reprend sa forme initiale++donc ça correspond bien à la définition qu'on avait tout à l'heure <P1 cherche sa feuille de définitions sur le bureau et relit tout haut la définition>euh : élasticité tatata+ capacité d'un matériau à s'étirer puis à reprendre sa forme initiale++alors+ effectivement on retrouve bien la forme initiale à la fin +mais quelle est la première partie de la définition ' <P1 lit la définition notée sur la fiche> capacité d'un matériau à s'ETIirer++ est-ce que votre matériau il s'ETIre au début de votre expérience ' <P1 mime un étirement avec ses deux mains comme le montre la Figure 39, p. 262>
54 :44	120	Es.	non+++
54 :46	121	P1	non++donc/<E. et J. se regardent surprises>+ mais c'est pas grave hein+ justement on est là pour tester +et on a vu tout à l'heure que les expériences ben : ça permettait pas toujours de montrer ce qu'on voulait démontrer à l'origine+ et ben là votre expérience + elle permet pas de ::: de définir et de démontrer l'élasticité d'un matériau++ parce qu'on n'a pas d'ALLongement du matériau et après de ::: ben de reprise ou pas de sa forme initiale++ voilà+donc+ l'expérience qu'il aurait fallu euh : monter+ qu'il aurait fallu mener+ il aurait fallu que :: ben d'une manière ou d'une autre elle TIre sur votre matériau +et qu'après on regarde si le matériau+ il reprenait sa forme normale ou si il restait étiré+ d'accord'+ donc là ben votre expérience elle est :: elle est pas concluante+ euh :: par rapport à ce que vous vouliez tester +++[…]

Tableau 45 : Extrait de transcript de la séance de P1 – élasticité phase de restitution (Annexe 19 P1)

P1, en s'appuyant sur ce qu'il considère être *la bonne* définition de l'élasticité (définition 2 fournie par le fichier – TdP 119 du Tableau 45, ci-dessus), parvient à invalider la proposition des élèves, ce qui satisfait son intention didactique formulée (mais non satisfaite) au cours de la situation de recherche précédente (Tableau 44, p. 264). La même règle d'action que

précédemment est mobilisée par P1 dans cette situation de restitution des travaux (à savoir : il est pertinent de relire la définition de la propriété de la matière choisie). Mais cette fois P1 s'appuie sur la définition 2 (celle du fichier) qui lui permet d'invalider le protocole expérimental proposé par ce groupe. Selon nous, cela réaffirme sans ambiguïté, que l'organisation de l'activité de guidage de P1, dans cette situation d'ESFI, est passé d'un paradigme constructiviste (prise en compte de la pensée des élèves pour leur permettre de construire des connaissances) à un paradigme ontologique (non prise en compte de la pensée des élèves et apport d'un savoir définitionnel) au cours de la séance. Pour renforcer ce constat, nous remarquons que la validation est placée du côté de l'enseignant et qu'il ne conduit pas de discussion avec les élèves comme pouvait le laisser penser la reconstruction de ses Intentionnalités et de ses intentions didactiques aux échelles macroscopique et mésoscopique. En effet, dans cette phase de restitution des travaux d'élèves, le transcript permet de constater que sur les 3 minutes 13 que dure l'évènement élasticité, seules 26 secondes concernent les paroles des élèves. Nous constatons donc que l'organisation de l'activité d'exploitation des erreurs des élèves par P1 (P1 EP 95 - Tableau 42, p. 257) est donc conduite, dans cette séance, selon un paradigme ontologique.

Nous proposons à présent, par un raisonnement contrefactuel, de verbaliser d'autres possibles pour P1. Autrement dit, nous proposons de réfléchir à ce que l'enseignant aurait pu faire s'il n'avait pas changé de paradigme.

15.2.5.4 Reconstruction d'un espace des possibles

Si l'on veut reconstruire la dynamique de $I_{SAV\text{-}C}$ (Intentionnalité de construire un savoir conceptuel sur les propriétés de la matière), c'est-à-dire amener les élèves à comprendre qu'une propriété physique de la matière correspond à ce qu'une matière a de spécifique, reprenons le fil des transformations à l'échelle mésoscopique (Tableau 42 : Actualisation mésoscopique de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel, p. 257), et regardons comment s'actualise, ou aurait pu s'actualiser l'invariant opératoire : il est pertinent d'exploiter les erreurs des élèves pour débattre (reconstruit à partir de P1 EP 95).

La deuxième colonne du Tableau 46 (p. 268) caractérise l'intention didactique reconstruite à partir de nos observations. La troisième colonne formule par un raisonnement contrefactuel, d'autres modes psychologiques possibles sous forme d'invariants opératoires au conditionnel – nous pourrions parler d'invariants potentiellement opératoires, de manière à faire référence au potentiel de développement des situations de travail que Mayen et Gagneur (2017) cherchent à identifier.

	Caractérisation de i_{SAV} *Intention didactique effective*	Caractérisation de $i_{SAV\text{-}C}$ *Ce que P1 aurait pu/voulu faire*
O	Débattre pour apprendre (EP 95)	

	Être capable de proposer un protocole expérimental cohérent avec la propriété physique qu'il vise à caractériser (EP 59)	Apprendre qu'une propriété de la matière c'est une qualité qu'a un matériau (EP 74)
M	- il est pertinent de relire LA définition de l'élasticité (celle proposée par le fichier qui détient le savoir) -il est pertinent d'apporter soi-même le savoir (l'enseignant détient le savoir, c'est lui qui invalide) (EP 61) -les élèves apprennent par imprégnation (EP 102)	-il pourrait être pertinent de relire les deux définitions de l'élasticité -il pourrait être pertinent de comparer ces définitions pour débattre de la nature de la transformation
C	Le protocole d'expérience proposé est validé (ou invalidé par l'enseignant)	Le concept de propriété est mis en discussion à partir d'une proposition d'élèves

Tableau 46 : Reconstruction d'un espace des possibles

La deuxième colonne souligne que pour P1, le savoir est apporté soit par le fichier (au travers de *la* définition donnée), soit par P1 lui-même (c'est lui qui invalide). Par ailleurs, nous reconstruisons le théorème en acte suivant : *je pense que les élèves apprennent par imprégnation* (P1 EP 102). Ces nombreux éléments renforcent le constat que l'enseignant n'agit plus selon un paradigme constructiviste. En outre, ils nous amènent à constater qu'au cours de cette phase de la séance, le concept de propriété de la matière n'est jamais explicitement mis au travail alors que c'était l'objet annoncé de la séance et l'enjeu de cette phase de restitution. L'enjeu effectif de cette phase de la séance ne semble donc plus consister en la construction du savoir conceptuel sur les propriétés de la matière, mais plutôt viser un savoir- faire méthodologique, si l'on se réfère à la condition de satisfaction reconstruite.

Considérons à présent un autre possible (troisième colonne du Tableau 46, ci-dessus). Comme le montre la Figure 39 ci-dessous, P1 se représente l'élasticité comme une déformation mécanique. Les trois images qui se suivent chronologiquement dans cette figure, montrent en effet l'étirement d'un élastique imaginaire entre les mains de P1, et son retour à l'état initial. Les flèches noires représentent ce mouvement.

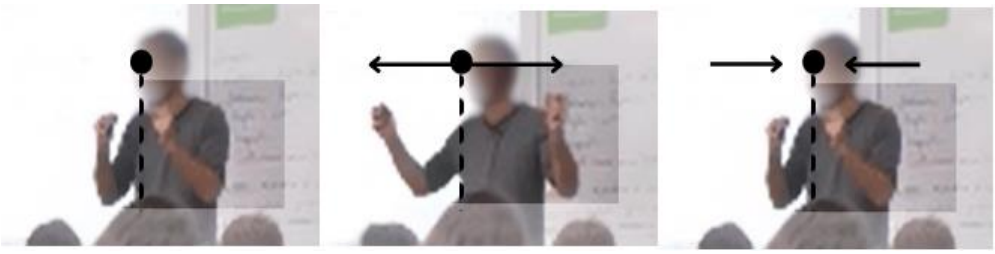


Figure 39 : Gestuelle de P1 lorsqu'il reformule la définition de l'élasticité

Agir selon un paradigme constructiviste rendrait ici possible la comparaison et la discussion des définitions. Ainsi, comparer les deux définitions de l'élasticité en jeu dans cette séance aurait pu permettre la mise au travail des conceptions de chacun (celles des élèves comme celles de l'enseignant) pour faire apparaitre les nuances portées par les termes employés.

Dès lors, il devenait possible de considérer qu'au moins deux types de déformation sont possibles. On peut effectivement déformer un matériau :

1/ en tirant dessus comme le suggère l'enseignant (l'étirement correspond à une déformation d'origine mécanique) ;

2/ en le soumettant à la chaleur ou au froid comme le proposent les élèves du groupe élasticité (la déformation est d'origine thermique). Nul besoin alors de connaitre l'existence du terme de thermoélasticité[108] pour conclure qu'une déformation peut avoir diverses origines et qu'à chaque type de déformation correspond une propriété différente de la matière.

Le paradigme ontologique, à l'inverse, ne permet pas d'envisager une discussion de la définition et pousse l'enseignant à recourir à un argument d'autorité (Morge, 2001). Ainsi, P1 considère que le terme se déformer constitue simplement un synonyme imprécis du terme s'étirer, ce qui l'empêche de percevoir l'intérêt didactique de la nuance de ces deux termes pour faire construire le concept de propriété de la matière.

Enfin, en termes de construction du concept de propriété de la matière, et alors que P1 considère que « utiliser plein d'exemples » de propriétés de la matière permet « d'appréhender le concept de propriété de la matière » (P1 EP 74), nous constatons que le paradigme ontologique mène ici à l'invalidation du protocole expérimental proposé par le groupe élasticité. Ce protocole permettait pourtant de tester la capacité d'un matériau à se déformer et à reprendre sa forme initiale ce qui témoigne, selon nous, de l'acquisition par ces élèves de notions sur le concept de propriété de la matière. Du point de vue des deux élèves, il nous semblerait intéressant de savoir comment elles comprennent cette invalidation de leur protocole expérimental alors même qu'un autre groupe qui propose de tester la vaporisation voit son protocole expérimental validé. Notre méthodologie ne prévoyait cependant pas de questionner les élèves. Nous nous en tenons donc là pour cet évènement élasticité et présentons à présent l'évènement vaporisation.

[108] La thermoélasticité est la propriété physique d'une matière qui sous déforme sous l'action de la chaleur, c'est la propriété caractérisée par le protocole des deux élèves du groupe élasticité.

15.2.6 De la vaporisation

Tout comme précédemment, nous contextualisons dans un premier temps l'incident critique repéré au travers de l'évènement vaporisation, puis nous l'analysons en termes de dynamiques intentionnelles en distinguant l'organisation de l'activité enseignante au cours de la situation de recherche, de son organisation au cours de la situation de présentation des travaux d'élèves (cf. Figure 37, p. 261).

15.2.6.1 De l'incident critique

Un groupe d'élèves se propose de tester « la vaporisation ». P1 exprime tout d'abord son étonnement (TdP 28 du Tableau 47 ci-dessous), puis il laisse les élèves expliquer leur idée.

Time code	TdP	Locuteur	Transcript
33 :33	26	P1	Alors c'est quoi vous'
33 :35	27	Ju.	ben nous euh : on a euh :: la vaporisation+++
33 :39	28	P1	la vaporisation+++alors c'est pas dans les propriétés qu'on avait mis+++
33 :45	29	Ju.	ben oui mais…
33 :47	30	P1	donc tu veux tester si les matériaux se vaporisent ou pas'

Tableau 47 : Extrait de transcript de la séance de P1 – vaporisation phase de recherche (Annexe 19 P1)

Au cours de l'entretien *post* vidéo, P1 mentionne cet évènement en tout premier parmi ceux l'ayant surpris, étonné ou du moins, l'ayant fait réfléchir :

> « euh :: je m'attendais pas par exemple à ce qu'il y ait confusion entre euh : changement d'état et propriété comme le petit groupe qui a fait la vaporisation+ » P1 EP 20

Nous constatons qu'au cours de la situation de recherche, l'enseignant ne fait aucune remarque concernant cette confusion. Ce n'est qu'en fin de séance qu'il y fait allusion (time code de la vidéo : 1 :04 :00).

Si P1 nous signale cet évènement comme étant imprévu, l'enseignant ne semble cependant pas y repérer outre mesure d'incident critique. C'est-à-dire que rien au cours de cet évènement ne semble modifier, de son point de vue, le déroulement attendu. De notre point de vue, si l'on s'en tient à la situation de recherche, l'enseignant applique en effet les mêmes règles d'actions et mobilise les mêmes invariants opératoires que pour les autres groupes : il s'assure que le schéma est clair (Tableau 48, p. 271 - TdP 33, 42), que le protocole expérimental proposé est cohérent avec ce qu'il vise de tester (TdP 40) et que le protocole peut être reconduit en changeant le matériau (TdP 40).

Time code	Td P	locuteur	transcript
33 :51	31	Ju.	ouais+ben nan mais euh ::si euh : l'eau elle se vaporise++ et puis du coup après ça va faire MONter euh :
33 :58	32	Pa.	avec la puissance de l'eau l'objet va monter pis au bout d'un moment ça devrait marcher+on a fait un schéma sur le <inaudible>+
34 :04	33	P1	et euh ::: et l'objet il sert à quoi du coup' <P1 désigne le schéma>
34 :06	34	Ju.	il sert à montrer que : ben que ça monte+
34 :11	35	P1	ah il sert à montrer que :::que le gaz va monter+que la vapeur d'eau va monter+
34 :17	36	Ju.	et au bout d'un moment si l'objet monte ça veut dire que :::
34 :20	37	Pa.	ça marche+ ça a marché+
34 :22	38	P1	qu'est-ce qui a marché+ c'est-à-dire que vous avez réussi à transformer de l'eau en vapeur d'eau'
34 :25	39	Es.	oui+++
34 :28	40	P1	d'accord+++donc euh : ce que vous prouvez c'est que :::l'eau peut devenir un gaz+ que/qu'on peut avoir de l'eau sous forme gazeuse+ <Es. acquiescent>+++d'accord mais euh :::euh :::d'accord et donc cette expérience là vous pouvez la faire sur d'autres matériaux et vous allez prouver qu'en chauffant d'autres matériaux ils ne vont pas se transformer en vapeur +et donc on peut pas les vaporiser c'est ça'+
34 :55	41	Ju..	oui pasque par exemple le métal il peut pas se vaporiser+<inaudible>
34 :58	42	P1	d'accord++OK+++alors à ce moment-là ben présentez+ euh :: présentez un cas où ça va fonctionner +et un cas où ça va pas fonctionner+ pour que les autres voient clairement ce que vous voulez dire+++d'accord'+++

Tableau 48 : Extrait du transcript de la séance – Annexe 19 P1)

Nous pouvons donc penser que l'enseignant agit comme prévu, et que s'il ne focalise pas sur cette confusion des élèves à ce moment de la séance, s'il ne les « réoriente » pas vers la recherche d'un protocole expérimental visant à caractériser une *propriété physique de la matière*, c'est parce qu'il considère cette erreur « exploitable », comme l'exprime à une échelle macroscopique l'extrait d'entretien P1 EP 95 :

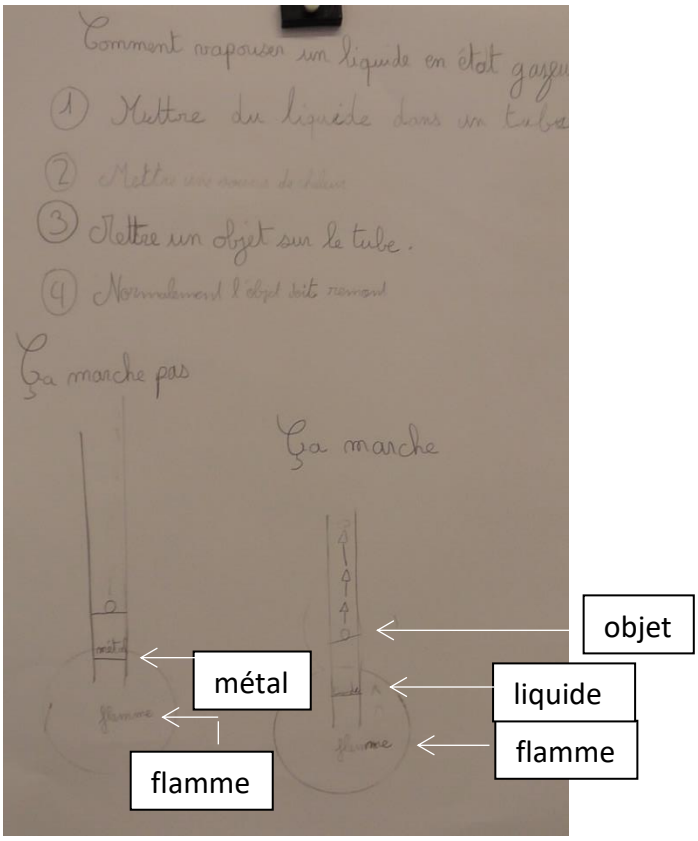
> « [je les réoriente] quand ils partent dans une direction qui euh :: ben+ qui sera pas exploitable++ quand je dis pas exploitable ça veut dire dont on ne pourra pas débattre derrière+ ça veut pas dire pas exploitable parce que l'expérience est pas pertinente ou autre chose puisque des expériences pas pertinentes on en a eues +et on les a gardées justement ++mais c'est pas exploitable pour apprendre des choses avec l'ensemble du groupe+ » P1 EP 95.

Nous constatons cependant, que cette confusion des élèves n'est pas exploitée au cours de la situation de présentation des travaux de groupe, et c'est cela qui constitue, pour nous, l'incident critique.

Regardons de plus près l'organisation de l'activité de conduite des apprentissages au cours de cet évènement vaporisation, en situation de recherche dans un premier temps, puis au cours de la situation de présentation des travaux du groupe vaporisation dans un second temps.

15.2.6.2 De la vaporisation en situation de recherche

Le transcript des interactions verbales entre le maitre et les élèves au cours de la phase de recherche (Tableau 48, p. 271), prend appui sur le schéma des élèves reproduit ci-dessous (Figure 40). Nous y avons ajouté une légende pour rendre plus lisibles les écritures des élèves.



Comment vaporiser un liquide en état gazeux ?

1 Mettre le liquide dans le tube

2 Mettre une source de chaleur

3 Mettre un objet sur le tube

4 Normalement l'objet doit remonter

Figure 40 : Affiche finalisée du groupe vaporisation

Comme l'indique la Figure 40, les élèves proposent un protocole expérimental qui permet, selon eux, de « vaporiser un liquide ». Ils imaginent placer un objet (par exemple une bille de polystyrène) *dans* le tube (et non *sur* le tube comme indiqué sur la Figure 40), et considèrent que sous l'effet du réchauffement du liquide par une flamme, si l'objet remonte dans le tube cela prouvera que le liquide s'est vaporisé (« ça marche »), et qu'inversement, si l'objet ne monte pas dans le tube cela prouvera que le liquide ne s'est pas vaporisé (« ça marche pas »). P1 pose des questions pour bien comprendre la proposition des élèves (Annexe 19 P1) mais ne fait aucun commentaire qui vise à réorienter les élèves sur une propriété de la matière ni sur le fait qu'ils proposent de reproduire leur expérience en tentant de vaporiser du métal (Figure 40, et TdP 41, 42 du Tableau 48, p. 271) alors que le titre du protocole expérimental annonce tester la vaporisation d'un *liquide*.

Analysons les commentaires de P1 lorsque nous le questionnons pour essayer de comprendre son activité mentale face à l'imprévu qu'il mentionne (confusion des élèves entre propriétés physiques de la matière et changement d'état). Un premier commentaire laisse penser que P1 veut exploiter cette erreur par la suite (implicitement, qu'il veut l'exploiter au cours de la phase de restitution) :

> « [>Question?]: donc sur ce passage-là ma question c'est pourquoi accepter l'expérience puisque le questionnement c'est euh : / on n'est pas sur les propriétés mais sur un changement d'état et du coup/ donc tu m'as expliqué le contexte Julien tout ça +mais euh :: pourquoi décider de les laisser poursuivre là +plutôt que de les réorienter sur une propriété physique de la matière+ [P1 EP 53]
> [>P1]: eh ben :: parce que euh :: et ben parce que+ c'est : : enfin moi je trouve que c'est intéressant qu'il y en ait qui se trompent en fait++ qu'il y en ait qui se plantent + qu'ils partent pas sur le bon truc euh :: pour après ben+ en parler aux autres en fait++ c'est à dire ben regardez eux le : la voie qu'ils ont prise ben+ c'était pas ça mais euh : ben c'était pas non plus idiot de penser à ça++ c'était pas idiot de/ c'était pas un piège de posé mais : c'était pas idiot de partir là-dessus++ euh : […] +c'est euh : ben l'erreur ça fait partie du jeu » [P1 EP 53]

Remarquons que d'un point de vue méthodologique notre question ici est mal posée[109]. Cette question en effet amène P1 à proposer ici des raisons à l'organisation de son activité, mais ces raisons correspondent-elles aux intentions didactiques de P1 ?

À l'échelle mésoscopique de la situation de recherche, nous constatons dans le commentaire suivant – dans lequel la question est posée différemment – que l'enseignant élude l'aspect *confusion des élèves* pour se recentrer sur leur *protocole expérimental* et sur la cohérence de celui-ci avec ce qu'il prévoit de tester. Ce serait donc davantage cela qui est important pour P1 à ce moment de la séance et qui constitue l'objet de son intention didactique :

> « [>Question?]: et sur la vaporisation+ tu disais aussi que tu étais un peu en difficulté parce que euh : ils partaient plus sur un changement d'état de la matière+
> [>P1]: ouais plus sur un changement d'état+ et euh :: donc oui+ ça c'était pas ::: et en même temps ben : dans leur expérience +c'était euh :: enfin+ donc ils avaient leur expérience+ et euh :: euh :: en fait+ comment ils faisaient leur truc déjà' +parce que en fait eux ils proposaient de changer le matériau qui était repoussé par la vaporisation+ mais en fait euh++ ce qui était intéressant dans leur expérience c'était pas la pression qui était exercée sur le matériau qui était au-dessus +c'était ben tout simplement le liquide qu'ils avaient et qu'ils arrivaient à vaporiser ou pas++ donc euh :: c'était un petit peu comme avec l'expérience des filles au fond +où euh :: ben y avait un petit peu confusion entre l'expérience+ le matériau à tester etc+ c'était pas clair en fait ++ » P1 EP 49

Si nous considérons la première phrase de P1 dans cet extrait (« sur un changement d'état+ […] donc oui+ ça c'était pas :: »), nous constatons que P1 ne finit pas sa phrase. Faut-il comprendre que la confusion *« sur le changement d'état ce n'était pas »* très important ? pas très facile à traiter ? Pour nous, cette phrase inachevée fait écho avec la phrase qui nous avait interpellée au cours de l'entretien *ante* vidéo :

> « la matière c'est vraiment euh :: la matière et les propriétés+ c'est un peu un prétexte mais à toute cette démarche en fait+ » P1 EA 14.

[109] Nous n'avions en effet pas encore suivi de formation aux techniques de l'explicitation à ce moment du recueil de données, et nous vérifions là à quel point la question « pourquoi » est gênante

Ce rapprochement des extraits d'entretien semble confirmer que P1 est davantage préoccupé, dans cette situation de recherche, par l'acquisition de savoirs méthodologiques tels que nous les avons définis plus tôt, que par la mise au travail du concept de propriété de la matière. Pourtant, l'enseignant a tout mis en œuvre pour rendre possible cette mise au travail du concept et a repéré en situation un indice pertinent pour faire progresser la connaissance par les élèves (difficulté à distinguer propriété de la matière et changement d'état de la matière). Comme il n'y a pas d'autres interactions verbales entre P1 et les élèves de ce groupe, regardons à présent comment se conclut cet évènement vaporisation en situation de présentation des travaux d'élèves.

15.2.6.3 De la vaporisation en situation de restitution des travaux de groupes

L'analyse des interactions enseignant/élèves au cours de la phase de restitution des travaux du groupe vaporisation nous permet de vérifier que, là encore, l'objet de l'intention didactique vise à valider ou invalider le protocole proposé. Les trois tours de parole ci-dessous, extraits du transcript de la séance (Annexe 19 P1), montrent effectivement, à l'échelle microscopique, que la conclusion apportée par P1 aux échanges se rapporte à la validation du protocole expérimental proposé et non à la construction du concept de propriété de la matière :

TdP 244	P1 : voilà+ ben+ est-ce qu'on peut tester la vaporisation avec leur expérience'+ <P1 s'adresse au groupe classe>
TdP 246	sur le principe + sur la théorie+ ben votre expérience effectivement+ euh ::: elle va nous permettre de voir si on arrive à vaporiser des choses+
TdP 254	ah oui+ d'accord+++ok+ bon+ principe de la vaporisation :: + euh :: ça fonctionne on fait chauffer on voit ce si ça se vaporise ou pas

Tableau 49 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1)

Au tour de parole 244, P1 propose à la classe de valider (ou invalider). Dans le tour de parole 246, P1 valide explicitement le protocole. Dans le tour de parole 254 enfin, P1 ramène la discussion qui dérive légèrement vers cette conclusion qui le satisfait.

En outre P1 souligne, en nous renvoyant cette fois à l'échelle mésoscopique, qu'il vise à s'assurer que les « étapes » de la construction d'un protocole sont mises au jour afin que les élèves construisent des connaissances sur la réalisation d'un protocole expérimental.

> « et ça en fait+ c'est ce qui est générique et qu'on retrouve dans toutes les expériences +et à force de le répéter/ chaque fois qu'un groupe passe on répète les mêmes trucs+ c'est les mêmes questions++ c'est les mêmes étapes+ ben du coup+ ils schématisent ce que c'est qu'une expérience++ ben oui une expérience je commence par ça +après je vois ça+ après je vois ça+ c'est euh/ c'est de l'imprégnation++ ben vous voyez bien +tous les groupes qui sont passés sont partis sur des propriétés différentes+ ils ont fait des expériences différentes+ et pourtant ben on a retrouvé les mêmes étapes à chaque fois +donc c'est que le squelette d'une expérience/ le squelette de la conceptualisation d'une expérience et ben c'est ça++ » P1 EP 102

Pour P1, le but visé ici consiste donc à rendre explicites les étapes de la réalisation d'un protocole expérimental, à savoir : il faut « commencer par » identifier ce que l'on veut tester, puis imaginer une expérience, vérifier ensuite qu'elle « prouve bien ce qu'elle voulait prouver », et vérifier enfin qu'elle est reproductible en identifiant explicitement le paramètre variable. Pour atteindre ce but, P1 juge pertinent de faire verbaliser chacune de ces étapes, pour chaque présentation. Ainsi, en validant ou en invalidant les protocoles, il vise à rendre ces étapes explicites pour les élèves.

L'intention didactique que nous reconstruisons alors, à l'échelle mésoscopique, est la suivante :

O	M	C
(in) valider chaque protocole expérimental	- il est pertinent de montrer que chaque groupe est passé par les mêmes étapes - il est pertinent de rendre chaque étape de la réalisation d'un protocole expérimental explicite	-les élèves ne portent pas d'objection aux conclusions tirées collectivement *(induites par P1[110] ?)*

Tableau 50 : Reconstruction d'une intention didactique (méso) en situation de restitution

Nous terminons cette analyse de l'organisation de l'activité par deux remarques. Premièrement, l'enseignant interprète lui-même les intentions des élèves. En effet, le tour de parole 226 (Tableau 51 ci-dessous) montre que pour P1, les élèves veulent prouver qu'un matériau (et non un liquide) peut se vaporiser ou pas, alors que le titre de l'affiche annonce « comment vaporiser un liquide » (Figure 40, p. 272). L'adéquation entre le protocole expérimental et ce qu'il vise à tester ne nous semble donc pas si évidente car, faute de clarifications supplémentaires, nous pouvons penser que pour des élèves de cet âge, parler d'un métal renvoie à une forme *solide* du métal. Reconduire leur expérience en remplaçant l'eau par un métal révèle peut-être une confusion à écarter. Dans ce cas, soit le titre demande à être précisé (ce que semble faire implicitement P1 au TdP 226, mais nous ne l'avons pas questionné à ce sujet), soit le paramètre variable demande à être précisé.

Time code	Td P	Loc uteu	Transcript
59 :46	222	P1	[…] alors quelle est votre propriété+ Yvan+
[…]			
1 :00 :13	225	El.	les états gazeux'+ les états gazeux'
1 :00 :14	226	Y.	alors les états gazeux c'est pas une propriété+ ce que vous voulez prouver c'est que ::: qu'un matériau PEUT se vaporiser ou pas++donc le/c'est la POssibilité de vaporiser ou pas un matériau+ d'accord+ alors vas-y+ votre expérience+

Tableau 51 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1)

[110] Remarque du chercheur

La seconde remarque concerne la confusion repérée par P1 entre les propriétés de la matière et le changement d'état de la matière. La seule allusion qui y est faite est très succincte comme le montre l'extrait suivant :

Time code	TdP	Locuteur	Transcript
1 :03 :54	256	P1	[…] MERci pour votre expérience + donc+ <des élèves applaudissent> + c'était une propriété qu'on avait pas dans la liste+ hein+ alors euh+ est-ce que c'est une propriété ou plutôt un changement d'état++ euh :::voilà+ c'est plus un changement d'état pour moi+ mais :: en tous les cas c'était quand même intéressant+ et euh :: vous avez quand même fourni un travail qui était intéressant++ est-ce qu'il reste des groupes qui ont encore des choses à montrer'

Tableau 52 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1)

Cet extrait souligne que P1 a effectivement traité cette proposition des élèves comme toute autre proposition relative à une propriété de la matière puisqu'il commence par dire : « c'était une propriété qu'on n'avait pas dans la liste ». Il se reprend aussitôt pour préciser que « c'est plus un changement d'état pour [lui] ». Le fait que P1 précise « pour moi » peut suggérer qu'il n'est pas forcément sûr de lui. Il aurait été intéressant de relancer P1 quant à ce propos, pour mieux comprendre à quel moment il prend conscience de cette « confusion[111] » entre propriété de la matière et changement d'état. L'extrait relevé peut en effet laisser penser qu'il n'en prend conscience qu'à la fin de la séance, voire qu'il ne se pose lui-même la question qu'à la fin de la séance (sans être réellement sûr de lui), et qu'il n'identifie qu'après coup qu'il y a une « confusion ». Nous remarquons en revanche que cette précision n'est pas davantage développée et que la relation entre le concept de propriété de la matière et le concept de changement d'état n'est abordée ni sous forme de question ni sous forme de retour à une quelconque définition. Comme nous l'avons fait pour l'évènement élasticité, nous proposons à présent de reconstruire un *espace des possibles*.

15.2.6.4 Reconstruction d'un espace des possibles

Reprenons le fil des transformations à l'échelle mésoscopique (Tableau 42, p. 257), et regardons comment s'actualise ou aurait pu s'actualiser l'Intentionnalité de construire un savoir conceptuel sur les propriétés de la matière ($_{ISAV\text{-}C}$) au cours de l'évènement vaporisation.

Pour cela regardons plus spécifiquement, au travers du Tableau 53 (p. 277), comment l'invariant opératoire : *il est pertinent d'exploiter les erreurs des élèves pour débattre* devient l'objet d'intentions didactiques. La deuxième colonne du Tableau 53 caractérise l'intention didactique effective de P1, reconstruite à partir de nos observations. La troisième colonne

[111] C'est P1 qui apporte ce terme lors de l'entretien *post* vidéo.

formule par un raisonnement contrefactuel, d'autres modes psychologiques possibles sous forme d'invariants opératoires reformulés au conditionne[112].

	Caractérisation de i_{SAV} *Intention didactique effective*	Caractérisation de $i_{SAV\text{-}C}$ *ce que P1 aurait pu/voulu faire*
O	Débattre pour apprendre (P1 EP 95)	
	Apprendre « les étapes » de la réalisation d'un protocole expérimental	Apprendre à distinguer propriété de la matière et transformation de la matière
M	- il est pertinent de montrer que chaque groupe est passé par les mêmes étapes - il est pertinent de rendre chaque étape de la réalisation d'un protocole expérimental explicite	-il pourrait être pertinent d'amener les élèves à se rappeler ce qu'ils savent déjà sur les changements d'états pour faire verbaliser la notion de *transformation* en lien avec les conditions de température -il pourrait être pertinent de faire verbaliser/discuter du fait qu'une propriété physique d'un matériau est liée à un état -il pourrait être pertinent de faire verbaliser/discuter du fait qu'une transformation de la matière transforme ses propriétés physiques
C	Les élèves ne portent pas d'objection aux conclusions tirées collectivement	Le concept de propriété est mis en discussion à partir d'une confusion exprimée au travers de la proposition d'un groupe d'élèves

Tableau 53 : Reconstruction d'un espace des possibles en phase de restitution du groupe vaporisation

La deuxième colonne montre que pour P1, la validation finale est assurée par lui-même. Par ailleurs, nous constatons à nouveau que le concept de propriété de la matière n'est jamais explicitement mis au travail au cours de cet évènement alors que c'était l'objet annoncé de la séance et l'enjeu de cette phase de présentation des différents travaux. L'enjeu effectif de cette phase de la séance ne semble donc plus consister en la construction du savoir conceptuel sur les propriétés de la matière, mais plutôt viser un savoir- faire méthodologique, si l'on se réfère à l'objet visé par l'intention didactique reconstruite ici.

Dans cette situation de présentation des travaux de chacun, P1 s'appuie sur les productions des élèves pour illustrer les différentes étapes de la réalisation d'un protocole expérimental telles que lui-même les caractérise. Nous reconnaissons dans l'objet de l'intention didactique reconstruite à l'échelle de cet évènement un savoir méthodologique qui, bien qu'il s'appuie sur les travaux des élèves, ne met pas en question ou en discussion la pensée de ces-derniers. En effet, les étapes de la réalisation du protocole expérimental sont définies (par P1) et celui-ci ne semble pas envisager de variante possible puisqu'il compte montrer aux élèves « qu'ils sont tous passés par les mêmes étapes » (P1 EP 102). En réalité, ce sont les questions de

[112] Nous avons suggéré précédemment de les qualifier d'invariants *potentiellement* opératoires (cf. 15.2.5.4, p. 267).

l'enseignant qui déterminent les étapes mais le cheminement des élèves n'est pas spécifiquement pris en compte. Ainsi, dans le cas de la vaporisation, les élèves précisent qu'ils « s'inspirent de la machine à vapeur » (transcript de la séance – TdP 229 – Annexe 19 P1) et ne commencent donc pas par définir ce qu'ils veulent tester comme le sous-entend la méthodologie décrite par P1. Ce constat nous amène à souligner qu'au cours de la situation de restitution du groupe vaporisation, P1 agit selon le paradigme ontologique, tel que nous l'avons défini précédemment.

Si nous considérons à présent un autre possible (troisième colonne du Tableau 53, p. 277), visant à débattre pour apprendre, nous constatons que la principale différence semble tenir à la nature du savoir visé. Cette fois en effet, nous ne cherchons pas ce qui est pertinent pour apprendre *une méthode* permettant de réaliser un protocole expérimental, mais ce qui est pertinent pour acquérir des notions sur les concepts de *transformation de la matière* et *de propriété physique de la matière*. Il s'agit alors de s'appuyer sur ce que les élèves savent déjà de ces deux concepts pour amener ceux-ci à mieux les distinguer, et ainsi faire progresser la construction de ces concepts par les élèves. C'est alors le paradigme constructiviste qui sous-tend ces nouvelles possibilités d'agir de P1.

Dans La section suivante, nous synthétisons les différents résultats obtenus dans le cas de P1, au regard de nos questions de recherche.

15.2.7 Conclusion

Rappelons notre première question de recherche Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre), à l'école élémentaire française ?
Nos résultats montrent que P1 s'appuie fortement sur ses fiches de référence pour déterminer les buts à poursuivre dans sa séance. L'I_o, au travers des prescriptions secondaires, semble donc remplir la fonction[113] de *mettre fin au raisonnement pratique sur les fins*. Les Intentionnalités formulées par P1 en amont de la séance lui permettent cependant d'engager son raisonnement sur les *moyens à mobiliser pour atteindre ces buts*. C'est-à-dire que les Intentionnalités de P1 orientent les modifications qu'il apporte à ses fiches de référence (§ 14.1.3.2, p. 210). Le rôle des intentions didactiques consiste alors à *coordonner* les intentions de l'enseignant à son environnement de travail, relativement aux indices qu'il perçoit en situation de classe. Les intentions didactiques déclenchent l'agir enseignant et le guident jusqu'à son terme.
Ainsi, chaque instance intentionnelle du système (I_o, I, i) organise l'activité enseignante à un niveau différent. Le rôle de I_o nous semble cependant, encore une fois, dépasser la simple désignation des buts à atteindre et en particulier des savoirs à enseigner. Nous constatons en

[113] Présentation des six fonctions remplies par les différentes formes d'intention au § 2.3.2, p. 46 (selon Pacherie, 2003).

effet, que l'activité de préparation d'une séance d'ESFI se révèle très influencée par une épistémologie socioconstructiviste (15.2.3.2, p. 258). Cependant, bien que P1 formule une Intentionnalité de s'appuyer sur les « erreurs » des élèves « pour débattre et construire des connaissances », il n'évoque jamais d'Intentionnalité de s'appuyer sur les conceptions des élèves. Notre reconstruction des intentions didactiques au cours des incidents critiques souligne en outre, le peu de règles d'actions opérationnelles dans le répertoire de P1 pour actualiser cette Intentionnalité de s'appuyer sur les erreurs des élèves pour débattre, en situation de classe. De plus, nous percevons dans les propos de P1 un amalgame entre les notions d'*investigation* et d'*expérimentation* (§ 15.2.3.2, p. 258). Ces deux éléments font écho, selon nous, aux imprécisions relevées dans notre analyse des programmes et en particulier à la place de l'expérimentation dans l'enseignement des sciences, et au peu d'indications relatives à l'appui sur les conceptions des élèves (§ 13.5, p. 200). Ces éléments soulignent, selon nous, le rôle primordial de I_o dans l'organisation de l'activité enseignante en situation d'ESFI.

Rappelons notre deuxième question de recherche Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
Cette étude de cas semble indiquer que P1 porte une attention particulière à faire construire des savoirs conceptuels car il modifie la fiche de référence de la séance afin de travailler de manière plus approfondie, selon lui, le concept de *propriété de la matière* (§ 15.2.2.1, p. 252). La reconstruction de ses intentions didactiques au travers de deux incidents critiques montre cependant que ces savoirs conceptuels ne sont pas explicitement mis au travail au cours de la séance.
Le modèle InDIS, par la reconstruction d'espaces des possibles à partir des indices pris en compte par l'enseignant en situation de classe (§ 15.2.5.4, p. 267 et § 15.2.6.4, p. 276), montre qu'à l'échelle mésoscopique, P1 agit selon un paradigme épistémologique constructiviste, et à l'échelle microscopique, selon un paradigme épistémologique ontologique qui l'amène à mobiliser des arguments d'autorité (§ 15.2.5.4, p. 267).
L'analyse des pratiques enseignantes de P1 en situation d'ESFI à l'aide du modèle InDIS, révèle en outre qu'en situation de recherche, P1 se focalise en particulier sur les aspects méthodologiques[114] des savoirs (I_{SAV-M}). La reconstruction des dynamiques intentionnelles montre que ce choix est volontaire car l'intention didactique de P1 de faire progresser les savoirs conceptuels a pour objet, en situation de recherche, de repérer les *erreurs des élèves*. Pour cela, l'enseignant ne juge pas utile de mettre en œuvre des règles d'actions visant à guider le raisonnement des élèves[115]. Il veut au contraire laisser le temps à ceux-ci d'aller « au bout de leurs idées ». Cependant, nos résultats soulignent que l'activité de guidage des apprentissages en situation de présentation des travaux de chaque groupe, n'est pas

[114] Mise au jour *d'une* méthode pour réaliser un protocole expérimental ou de techniques pour faire un schéma d'expérience correspondant aux attentes du professeur.
[115] A moins que ceux-ci ne partent sur des pistes que l'enseignant juge non exploitables pour construire des savoirs.

organisée par une intention didactique d'exploiter les « erreurs » des élèves, comme le laissait pensait notre analyse mésoscopique, mais par une intention didactique de faire acquérir les savoirs méthodologiques mis au jour au cours de la situation de recherche. La reconstruction d'un espace des possibles, semble pourtant montrer que les *erreurs* ou *confusions* des élèves – ou du moins ce que P1 perçoit comme une *erreur* ou *confusion* – sont exploitables pour construire des savoirs sur le concept de propriété de la matière, à partir des indices relevés par P1.

Rappelons enfin notre troisième question de recherche Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des « savoirs d'expérience » construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
Dans le cas de P1 nous nous sommes focalisés sur les reconstructions des dynamiques de I_{SAV} afin de mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI. Selon cette focale, le modèle InDIS montre que P1 ne dispose pas de règles d'action opératoires pour guider les apprentissages conceptuels visés, ce qui semble-t-il, l'amène à agir selon différents paradigmes épistémologiques sans s'en apercevoir. Ainsi, P1 semble satisfait par le résultat de son activité lorsque les conditions de satisfaction de ses intentions didactiques sont rencontrées. De notre point de vue cependant, il nous semblerait nécessaire d'outiller l'enseignant pour l'amener à analyser le résultat de son activité, non pas uniquement en lien avec l'atteinte ou non des conditions de satisfaction de ses intentions didactiques, mais davantage en lien avec son positionnement épistémologique, les variations de celui-ci et leurs conséquences possibles.
Nous pouvons donc répondre à la question de recherche Q3 que le modèle InDIS apparait pertinent pour identifier finement les règles d'actions mobilisées par l'enseignant au regard d'un indice spécifique. Dans le cas où ces règles d'actions s'avèrent opératoires, c'est à dire qu'elles permettent d'atteindre le but visé, il nous semble alors possible de rendre compte de savoirs d'expériences. Dans le cas où ces règles d'actions ne s'avèrent pas opératoires[116], c'est-à-dire qu'elles ne permettent pas d'atteindre le but initialement visé alors même que les indices perçus permettaient de l'atteindre[117], il nous semble alors possible de rendre compte du potentiel de développement professionnel de la situation analysée.

Considérons à présent le cas de P2.

[116] C'est le cas de P1 dans les deux incidents critiques analysés.
[117] C'est ce que l'espace des possibles permet de déterminer.

15.3 P2 et les propriétés des solides et des liquides

Dans cette section, nous contextualisons la séance analysée. Nous nous appuyons ensuite sur le synopsis du réalisé pour identifier les intentionnalités qui portent chaque but de la séance et reconstruire la dynamique générale de l'Intentionnalité de *faire construire un savoir conceptue*l. La mise au travail du modèle InDIS nous amène alors à identifier un incident critique. Nous l'analysons et nous attardons sur le concept de solide. Enfin, nous reconstruisons les dynamiques intentionnelles de P2 au cours de cet incident et terminons par une conclusion relative à cette étude de cas.

15.3.1 Contexte

La séance observée s'intitule « solide ou liquide ? » et concerne des élèves de CP-CE1-CE2 dans une classe de 20 élèves. Cette séance est la première séance d'une séquence de cinq séances. Elle est extraite du fichier Sciences à vivre (cycle 2) publié par Accès Edition (2017). Le Tableau 54 ci-dessous nous permet de situer P2 professionnellement.

Genre :	F
Age :	42 ans
Formation initiale :	fac arts plastiques - CAP vitrail
Ancienneté dans le métier :	10 ans
Ancienneté dans le niveau :	7 ans
Niveau de classe actuel :	cycle 2 (CP - CE1 – CE2)
Formations académiques à l'enseignement des sciences et des technologies suivies sur les cinq dernières années :	1 session de formation répartie sur trois journées.
Caractéristiques de l'établissement d'enseignement :	
Expérience en REP/REP+ :	non
Expérience dans l'enseignement spécialisé :	oui (EREA)
Professeure des Écoles Maitres Formatrice :	non

Tableau 54 : Renseignements concernant P2

L'enseignante précise que son établissement vient d'investir dans l'achat de fichiers en sciences (cycle 2 et cycle 3) à destination des enseignants (P2 EA 10). P2 n'a donc jamais mis en œuvre auparavant la séance qu'elle nous présente, cependant, elle a déjà traité de son

objet en s'y prenant « d'une autre manière » (P2 EA 15). Il s'agit pour les élèves de mettre en évidence de manière empirique quelques propriétés caractéristiques des solides et des liquides, et pour cela P2 prévoit de faire trier aux élèves des matières solides et des matières liquides appartenant à leur environnement quotidien (« des matières qu'on a sous la main » P2 EP 32). L'analyse du prévu nous donne peu de renseignements sur la séance en elle-même. En effet, notre entretien *ante* vidéo se déroule huit jours avant la séance et un commentaire de P2 nous permet de comprendre qu'elle n'a pas encore regardé la séance en détail (« […] + je sais pas j'ai pas regardé ce qu'ils proposent en trace euh ::: <P2 regarde la fiche de préparation[118] fournie par le fichier> […] » P2 EA 45).

P2 annonce qu'elle va reprendre le but principal de la séance tel qu'il est annoncé dans la fiche de référence : « expérimenter pour dégager certaines propriétés de la matière » (Annexe 3 P2) et qu'elle compte s'inspirer très fortement des tâches proposées. Elle précise toutefois qu'elle « ne va pas forcément tout reprendre » (P2 EA 14). La construction du synopsis du réalisé nous permet de visualiser le déroulé effectif de cette séance et d'identifier plus précisément les modifications réalisées par P2 par rapport à sa fiche de référence.

15.3.2 Synopsis du réalisé

Le synopsis du réalisé (Annexe 7 P2) décrit une séance en huit phases. La première est une phase collective introductive qui consiste à préciser quelques aspects organisationnels (Intentionnalité d'organiser les groupes et de présenter le matériel - I_{ORG}). Suivent ensuite une alternance de « phases d'expérimentations » et de « phases de synthèse », puis une brève phase de conclusion de séance.

P2 exprime sa volonté de faire émerger « ce que les élèves pensent » ou pensent déjà savoir sur les solides et les liquides, sans toutefois formuler les termes de *conception* ni de *représentation*. Elle précise ainsi en amont de la séance qu'elle trouve intéressant de :

> « partir de leur euh :: de leur euh : de ce que EUX ils peuvent me dire sur les solides et liquides++ c'est quoi pour EUX+ et j'avais trouvé ça intéressant+ » P2 EA 18 ; « leur faire trier d'après EUX+ les solides et les liquides » P2 EA24.

Pour P2 cependant, il n'est pas pertinent de chercher à faire émerger ces conceptions trop tôt. Selon elle, c'est plus tard dans la séance qu'elles vont émerger et plus spécifiquement au cours des « manipulations » des différentes matières mises à disposition. Nous remarquons que P2 parle indifféremment de *manipulations*, d'*expérimentations* ou d'*investigation* (P2 EA 71). Ainsi, la situation d'ESFI proposée par P2, bien que légèrement différente de celle prévue par la fiche de référence, favorise l'émergence de certaines conceptions d'élèves au cours de la première phase de manipulation/expérimentation réalisée par groupes de 4 à 5 élèves, et notamment la représentation qui consiste à penser qu'un solide c'est dur. P2 précise, en

[118] Fiche de référence de P2.

outre, qu'elle veut avant tout que les élèves se questionnent (P2 EP 35). D'ailleurs, elle considère que la fiche de référence allait trop vite en demandant dès le départ ce qu'est un liquide et ce qu'est un solide. C'est donc pour que les élèves se questionnent davantage que l'enseignante préfère commencer par leur faire trier des matières, sans leur préciser qu'il y a des solides et des liquides, et en leur demandant de trouver un nom à chaque catégorie :

> « je pense que si tu leur dis mettre les solides d'un côté les liquides de l'autre ils vont y arriver tout de suite+ ils vont peut-être moins se questionner parce que rien qu'à l'aspect ils vont :: ils vont trouver+ alors que s'ils sont obligés de toucher de :: et se demander quelle est la différence déjà+ ils se posent des questions++ ils sont déjà en train de se questionner +après ben forcément ils peuvent se dire qu'on fait la catégorie de ce qui est lisse ou de ce qui est doux de :: donc il faut pouvoir recentrer+ mais je trouve que c'est un peu rapide de leur dire on va trier les liquides et les solides+ En cycle 3 oui++ » P2 EP 36

Nous reconstruisons donc ici une Intentionnalité de l'enseignante de s'appuyer sur des modèles correspondant à une approche socio constructivistes (I_{SOC}) de l'enseignement des sciences. En effet, P2 vise à faire construire des savoirs conceptuels (concepts de liquide et de solide) en permettant aux élèves d'échanger entre pairs pour faire émerger et mettre en discussion les notions qu'ils possèdent relativement à ces concepts.

Enfin, le synopsis du réalisé montre que P2 ne prévoit pas d'ateliers tournants comme le propose sa fiche de référence (Annexe 3 P2). L'enseignante reprend en partie les expérimentations proposées dans chaque atelier par la fiche de référence, mais préfère faire réaliser à chaque groupe d'élève les mêmes expérimentations en même temps. P2 souligne qu'elle trouve plus simple que tous les élèves expérimentent la même chose au même moment, de manière à pouvoir être davantage à leur écoute (P2 EP 46), répondre à leurs questions et les accompagner plus aisément, ce que nous identifions comme une Intentionnalité d'organiser les échanges (I_{ORG}). Ce sont donc trois phases d'expérimentations/manipulation que nous observons, suivies chacune par une phase collective d'échanges relativement aux observations/résultats de chaque groupe. La première phase d'expérimentation est une phase de tri des matières apportées par P2, la seconde vise une approche sensorielle de ces matières (comme le proposait la fiche de référence), et la troisième vise à la fois à transporter et transvaser les matières. La proposition de transporter chaque matière avec les doigts est jugée redondante et abandonnée par P2. Le Tableau 55, p. 284, résume chaque phase de la séance à partir de son but tel que nous l'avons indiqué dans le synopsis du réalisé :

Phase d'introduction : But : Savoir avec qui on travaille (répartition en groupes)
Phase 1 – Expérimentations A : But : Trier les matières proposées (riz, café en poudre, marrons, grains de thé, sequins, café liquide, eau, huile, gel à cheveux), pour arriver aux deux catégories solides/liquides
Phase 2 – Synthèse A : But : Vérifier « qu'on a tous trouvé les mêmes catégories » et nommer ces catégories : les liquides / les solides
Phase 3 – Expérimentations B : But : Verbaliser ses sensations au toucher des différentes matières
Phase 4 – Synthèse B : But : Constater que les liquides ça mouille (P2 EP 75)
Phase 5 – Expérimentations C : But : Expérimenter librement pour constater que les liquides ça coule et que ça prend la forme du contenant (P2 EP 87, 90)
Phase 6 – Mise en commun C : But : Faire le bilan, pour chaque matière, de ce qui permet de la transporter ou pas (vidéo : 32 : 12)
Phase de conclusion : But : Clore la séance.

Tableau 55 : Résumé succinct du synopsis de la séance réalisée par P2

Chaque phase d'expérimentation suivie de sa synthèse est sous-tendue par une Intentionnalité de faire construire des savoirs (I_{SAV}). Ainsi, un premier extrait suggère que P2 veut faire émerger des caractéristiques des liquides.

> « [>Question?][…] qu'est-ce que tu veux faire découvrir ou travailler aux élèves?
> [>P2]: et bah déjà des critères en fait + qu'ils aient l'habitude de qu'on arrive à/ qu'on parle de quelque chose/ bah même un adulte on lui demande/ qui est pas enseignant/ c'est quoi un liquide++ c'est compliqué++ enfin la définition elle va être ben ça mouille c'est :: donc+ qu'ils partent de ce qu'ils pensent +et puis arriver à une définition scientifique qu'ils pourront appliquer et pour que/ qu'ils puissent retranscrire ça sur d'autres + sur d'autres + sur d'autres domaines en fait ++je sais ce que c'est qu'un liquide donc quand je regarde la matière je sais ce qu'il faut faire pour savoir si c'est un liquide ou un solide et puis+ et puis après ça peut/ ben voilà quand on a la définition de ce que c'est qu'un verre + de ce que c'est qu'un état/ non c'est quelque chose qu'on peut appliquer aussi un peu partout++ mais partir d'une démarche/ bah entrer dans une démarche scientifique+ » P2 EA 5

En outre, P2 affirme ici qu'il est difficile de définir ce qu'est un liquide (même pour un adulte), et exprime vouloir amener les élèves au-delà de la caractéristique : « un liquide, ça mouille ». Elle explique en effet vouloir arriver à une « définition scientifique » qu'ils pourront « appliquer » pour caractériser différentes matières. Nous pouvons donc reformuler l'objet de son Intentionnalité de la sorte : P2 vise à amener les élèves à dépasser leur conception de ce qu'est un liquide afin de les outiller pour qu'ils puissent caractériser d'autres matières. Pour nous, l'intentionnalité qu'elle révèle ici vise à faire construire un savoir conceptuel (I_{SAV-C}). Autrement dit, elle vise à mettre au travail le concept de liquide pour amener les élèves à penser plus loin que ce qu'ils pensent en premier lieu. P2 ne précise cependant pas davantage

jusqu'où elle veut amener les élèves, c'est-à-dire qu'elle ne précise pas ce qu'elle appelle une « définition scientifique ». Elle n'apporte pas non plus de précisions quant au concept de solide. Puisque la séance vise à « mettre en évidence de manière empirique quelques propriétés des liquides et des solides » (cf. fiche de préparation – Annexe 3 P2) nous relançons donc l'enseignante au sujet du concept de solide :

> « [>Question?]: et par rapport aux solides est ce qu'il y avait des attentes aussi ou pas'
> [>P2]: non pas spécialement mais :: après tu allais se/ enfin+ c'est compliqué+ les :: le glaçon en fait tu le touches il va mouiller au bout d'un :: mais parce qu'il devient liquide aussi+ mais généralement le liquide ça mouille et le solide + ça mouille pas++ ou c'est parce qu'il est lui-même mouillé mais euh :::hum+ [P2 EP 76]»

Comme P2 n'est jamais plus explicite concernant le concept de solide, nous tirons de ses propos (et notamment de l'extrait ci-dessus) que P2 pense le concept de solide en opposition au concept de liquide : « le liquide ça mouille et le solide ça mouille pas ». Ainsi, pour être plus précis quant à la reconstruction de l'Intentionnalité de P2 en termes de savoirs conceptuels (I_{SAV-C}) nous considérons que P2 vise à faire constater par les élèves certaines caractéristiques des liquides de manière à construire le concept de liquide, et qu'elle pense faire construire le concept de solide par opposition à celui de liquide (I_{SAV-C}).

En termes de savoirs, P2 souligne également sa vigilance constante à apporter aux élèves un vocabulaire précis :

> « [>Question?]: d'accord du coup quand tu quand tu leur présentes le matériel aussi là+ pour transporter+ tu prends le temps de nommer chaque+ chaque ustensile++ est-ce que c'était anticipé' est ce qu'il y a une volonté de :: un objectif langagier derrière' ou pas spécialement' +ou est-ce que ::
> [>P2]: bah ici un peu tout le temps++ parce que on est pauvres en langage de toute façon+ donc je l'ai en tête tout le temps+ à chaque fois qu'il y a :: parce que sinon ils/ si nous on prend pas l'habitude de le faire ils vont nous parler de *trucs*++ et puis ils peuvent euh :: bah tout ce qui est *louche* ça va être des cuillères et :: […] »

L'extrait ci-dessus souligne la vigilance de tous les instants de l'enseignante vis-à-vis du vocabulaire utilisé par les élèves. L'observation de la séance nous permet de constater que lorsque le vocabulaire touche plus spécifiquement le domaine des sciences, P2 réagit immédiatement et ostensiblement. Ainsi lorsqu'une élève précise à ses camarades qu'il faut « regarder la matière », P2 la félicite : vidéo : 08 :02 « c'est BIEN : de regarder la matière ». Pour P2 la notion de *matière* n'est pas forcément familière aux élèves de cet âge, et le fait qu'un élève formule cette phrase en employant le terme de *matière* lui apparait remarquable, si bien qu'elle le répète pour tous. Il nous semble que P2 réalise une distinction au cœur de la catégorie *Intentionnalité de faire construire des savoirs* (I_{SAV}) entre une sous-catégorie

Intentionnalité de faire construire des savoirs langagiers[119] (I_{SAV-L}), et une Intentionnalité de faire construire des savoirs conceptuels[120] (I_{SAV-C}).

Cherchons à présent l'émergence d'incident(s) critique(s) dans cette séance.

15.3.3 Repérage d'incidents critiques

Lorsque nous interrogeons P2 pour mettre au jour ce qui l'a amenée à opérer des régulations en situation de classe, nous constatons qu'aucun évènement ne semble l'avoir questionnée. Si bien qu'elle nous renvoie plutôt à ce qui, de son point de vue, aurait dû ou pu être mené différemment. Ainsi P2 signale que par moments, elle induit les réponses des élèves sans le vouloir, mais également, que la situation générait du bruit, de l'excitation des élèves qui voulaient toucher à tout et parlaient tous en même temps (P2 EP 6). P2 souligne aussi que cette situation nécessitait beaucoup de matériel, que les barquettes utilisées prenaient beaucoup de place sur les tables, et que leur distribution nécessitait du temps (P2 EP 7, 8). Dans l'idée d'une reprise de cette séance P2 propose alors quelques pistes de régulation au niveau du matériel (P2 EP 7, 9) tout en précisant que toute l'organisation matérielle de ce type de séance est très contraignante (P2 EP 10). Enfin, l'enseignante constate que sa dernière question aux élèves (correspondant à la troisième expérimentation dans le synopsis) était trop ouverte et elle juge finalement qu'elle était de « trop » (P2 EP 10).

Ces premiers constats de P2 ne nous renseignent cependant pas sur ce qui a nécessité des régulations en situation de classe. En outre, un autre commentaire de l'enseignante sur son activité nous laisse penser qu'aucun évènement n'a suffisamment retenu son attention au point de l'amener à réguler :

> « j'avais un peu peur qu'ils partent beaucoup sur les usages+ ou ce qu'est marron ::ce qui se mange ou ce qui se mange/ juste qu'il est/ finalement ils sont assez/ je trouve que non+ ça s'est bien passé+ donc j'ai pas trop ressenti le besoin d'ajuster » P2 EP 23

Selon nous, si P2 n'a « pas trop ressenti le besoin d'ajuster », elle a sans doute quand même procédé à quelques régulations, notamment pour calmer ou impliquer dans la tâche les élèves un peu excités par la situation proposée (P2 EP 6). Pour autant aucun évènement ne semble être sorti suffisamment de l'ordinaire pour que P2 ne le remarque au point de le verbaliser. Autrement dit, aucun évènement ne semble avoir suffisamment engagé la réflexion de P2 en situation de classe pour qu'elle le juge critique. De notre côté, nous proposons d'approfondir plus particulièrement une réponse de P2 à une proposition d'élèves car il nous semble que cette réponse nous permet mieux comprendre l'organisation de son activité de guidage des apprentissages. C'est ce que nous exposons à présent.

[119] De manière large, tout savoir relatif au langage oral ou écrit en situation d'ESFI.

[120] Un savoir conceptuel est une « une construction de l'esprit produite par l'activité humaine, qui permet de se représenter les objets du monde même en leur absence » Perron *et al.* (2020, p. 201).

15.3.4 Les liquides et « les durs »

Rappelons que la séance se découpe en huit phases (Tableau 55, p. 284) comme le résume la Figure 41 ci-dessous.

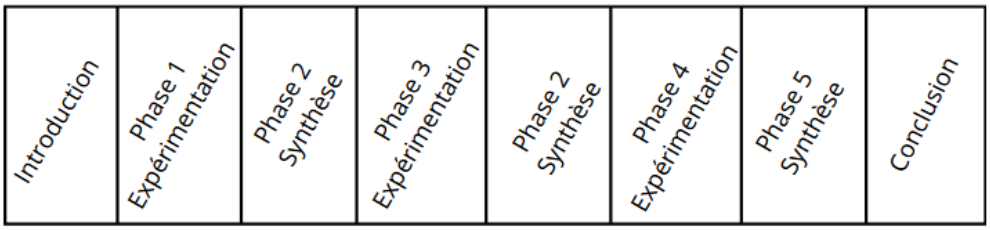


Figure 41 : Représentation chronologique des phases de la séance de P2

Nous observons l'activité de guidage des apprentissages au cours de la phase 2 qui correspond à une synthèse des tris de différentes matières réalisés par chaque groupe. Le Tableau 56 ci-dessous est un extrait du transcript de cette phase 2.

Time code	TdP	Locuteur	Transcript
12 :10	23	P2	[…] alors+ vous avez TOUS+ à peu près fait les mêmes catégories+ c'est-à-dire que parTOUT+ j'ai vu la barquette d'huile+<P2 regroupe les barquettes en même temps qu'elle les cite> la barquette d'eau+ la barquette de café soluble++ ENsemble++ est-ce qui yen a' des groupes' qui ont mis autre chose+ avec++ oui' Astrid 'vous avez mis qu/
12 :36	24	A	<inaudible>
12 :37	25	P2	a qué/alors/l :: NON+ est-ce qu'il y en a qui ont mis AUTRe chose dans ce groupe là++
12 :41	26	Es.	oui, ça+ <un élève tend le pot de gel>
12 :43	27	P2	ça+ c'est-à-dire' le/la plupart vous avez mis le gel++ ils ont mis le gluant ici <P2 dit le gluant en référence au terme employé par le groupe de l'élève qui tend le pot> et' alors eux ils ont une catégorie en plus++ <des élèves tendent le broc dans lequel P2 avait initialement mis du café et dans lequel il ne reste que de la mousse> <rires>
12 :51	28	E.	on a la catégorie de la mousse
12 :53	29	P2	vous avez TOUS+ mis ensemble ++le thé+ les feuilles de thé+ ouais ::: + les paillettes <sequins>+ le riz ::
13 :04	30	E.	la poudre de café
13 :05	31	P2	le café en poudre' le café moulu :: et'
13 :09	32	E.	et les noix
13 :10	33	P2	et les noix

Tableau 56 : Extrait du transcript de la séance – Annexe 19 P2)

Nous constatons que P2 commence par énumérer tous les liquides (sans utiliser le terme de liquide) que les élèves ont tous identifiés et regroupés. P2 précise alors que la plupart des élèves ont placé le gel à cheveux dans les liquides, sans plus de commentaires (TdP 27

duTableau 56, p. 287). Lorsque nous l'interrogeons sur son choix de proposer le gel à cheveux parmi les matières à trier, P2 précise qu'elle veut que les élèves se questionnent :

> « […] les amener à se poser la question+ y a deux catégories celui-là [le gel à cheveux] / en fonction+ de voir s'ils ont compris un peu les critères parce que ++ » P2 EP 56

P2 ne s'attend pas à ce que les élèves trouvent « la bonne réponse », c'est-à-dire à ce qu'ils sachent si le gel est liquide ou solide – et elle précise en riant qu'elle-même ne le sait pas (P2 EP 59) – en revanche, elle précise vouloir « voir si les élèves ont compris les critères » qui permettent de caractériser les liquides ou les solides. Ce qui nous surprend c'est que, justement, aucun critère n'est verbalisé au cours de cette synthèse et comme les élèves ont réalisé les mêmes tris, la nécessité d'avoir recours à des critères n'apparait pas. Elle pourrait apparaitre au sujet du gel mais l'extrait de transcript (Tableau 56, p. 287) montre qu'il n'en est rien. Tout le début de cette phase 2 (TdP 23 à 33) prend donc la forme d'une validation collective des tris réalisés pour amener à faire verbaliser, à partir de ces différents exemples, ce qui est liquide et ce qui est solide, sans expliciter les critères qui permettent de le savoir.

À la fin de cette phase de la séance (TdP 61, 63 du Tableau 57 ci-dessous), P2 questionne les élèves sur la mousse obtenue de manière fortuite : est-ce un liquide ? est-ce un solide ? Les élèves ne disposent toujours pas de critères explicites sur lesquels fonder leur réponse, ce qui donne à la question de l'enseignante la tournure d'une devinette dont la réponse n'apporte pas davantage d'argument précis permettant de conceptualiser ce que sont les liquides et les solides.

Time code	TdP	locuteur	transcript
15 :17	61	P2	alors on va PAS les appeler les durs on va les appeler les SOlides+++ en sciences on appelle ça les liquides+ et les solides++++et celle-là alors' <P2 montre la mousse>
15 :26	62	E.	<plusieurs élèves parlent en même temps>
15 :28	63	P2	elle va dans les solides' ou elle va dans les liquides+
15 :31	64	E.	<en choeur> les liquides :::
15 :33	65	E.	les deux parce que la mousse elle est solide et le café il est liquide
15 :35	66	P2	la mousse elle est solide et le café il est liquide+ oui moi je serais assez d'accord avec toi+ ALORS++<P2 donne la consigne pour la phase suivante>

Tableau 57 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P2)

Outre ces échanges qui prennent, comme nous l'avons souligné, la forme d'une validation collective des tris réalisés par les élèves sans explicitation des critères mobilisés, nous constatons que P2 vise ici la verbalisation explicite d'un savoir : « en sciences on ne dit pas les durs mais les solides » (TdP 61). Reprenons le transcript un peu plus tôt pour bien comprendre l'organisation de l'activité de P2 et l'actualisation de son Intentionnalité de faire construire des savoirs, à l'échelle microscopique de cette interaction.

Time code	TdP	Locuteur	Transcript
13 :22	35	P2	ALORS++quel nom vous leur avez donné/ vous lui avez donné à cette catégorie là <P2 pointe les liquides>
13 :25	36	E.	liquide
13 :26	37	P2	liquide' est-ce qui y en a qui ont donné un autre nom'
13 :29	38	Es.	euh :: <marmonnements> NAN+
13 :34	39	P2	ALORS+ est-ce que quelqu'un l'a appelée autrement cette catégorie là++ nan'++vous l'avez tous appelée la catégorie des liquides
13 :41	40	Es.	ouais+ oui
[…quelques commentaires d'élèves à propos de la texture du gel qui a changé…]			
13 :49	45	P2	[…] ET la deuxième catégorie alors+ qu'est-ce que vous mettez dedans+ comment vous pouvez l'appeler'++alors Paul tout à l'heure vous avez donné un nom'
14 :03	46	E.	oui c'est nous on a dit++ celle-là+ celle-là on l'a appelée p'tits grains+
14 :07	47	P2	la catégorie des p'tits grains+ Orson+ tu :: arrêtes deux secondes'++vous avez fait la catégorie des grains+ j'ai entendu autre chose+
14 :14	48	E.	celui-là + celui-là y : c'est un riz+
14 :16	49	P2	ça c'est du riz+
14 :17	50	E.	moi je voulais+ je voulais faire euh :: catégorie durs aussi+
14 :21	51	P2	mouais++celle-là j'ai entendu la catégorie des choses liQUIdes+ et la catégorie+ alors+ des choses DURES+++pourquoi dures' pourquoi vous avez dit dures'
14 :32	52	E.	euh :: parce que là c'est dur+
14 :33	53	E.	parce que les châtaignes y sont dures
14 :34	54	P2	parce que les châtaignes elles sont dures
14 :37	55	E.	et le riz c'est dur
14 :39	56	E.	<plusieurs élèves parlent en même temps – P2 ramène le calme>
14 :50	57	P2	est-ce qu'il y avait un autre mot' Alice euh :: Émilie' vous avez appelé ça comment vous'
14 :54	58	E.	euh : la catégorie des durs+
14 :55	59	P2	la catégorie des durs+ ALORS++dans ce qu'on va étudier+ on pourrait les trier de différentes manières hein bon c'est vrai qu'on pourrait trier les boissons du goûter ::: mettre le café : les deux cafés ensemble et le thé++on pourrait trier ce qui se mange et ce qui se mange pas mais + nous on a décidé aujourd'hui +de trier LES liquides'++
15 :16	60	E.	et les durs+
15 :17	61	P2	alors on va PAS les appeler les durs on va les appeler les SOlides+++ en sciences on appelle ça les liquides+ et les solides++++et celle-là alors' <P2 montre la mousse>

Tableau 58 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P2)

La lecture de cet extrait du transcript montre que la situation proposée par P2 permet de faire émerger une conception des élèves sur les solides, qui consiste à penser qu'un solide c'est dur. En effet, le langage quotidien influence la pensée des élèves, et au quotidien un matériau solide est un matériau qui ne casse pas facilement, voire qui est lourd et/ou gros. P2 réagit à cette proposition d'élèves (TdP 51) puisqu'elle demande « pourquoi vous avez dit les durs ? ». Pour nous, P2 s'attendait à ce que les élèves proposent « les durs » puisque la fiche de référence signale cette réponse possible dans la partie nommée « représentations initiales » (Annexe 3 P2). Cependant, nous constatons avec le TdP 61 que l'enseignante ne mobilise pas de règle d'action pour mettre au travail cette représentation et guider la construction du

concept de solide, mais plutôt une règle d'action qui correspond à une intention didactique visant ici la précision du vocabulaire (I_{SAV-L}). Pour nous, c'est ici que se trouve l'incident critique car cette seule interaction change le déroulement prévu. En effet, au lieu de s'appuyer sur ce que pensent les élèves *pour leur permettre de construire des savoirs conceptuels*, P2 s'appuie sur le vocabulaire employé *pour préciser une définition* qui ne permet cependant pas de comprendre les significations portées par les mots.

Regardons à présent d'un peu plus près ce que *disent* les propositions des élèves quant à la caractérisation de la catégorie des solides.

15.3.5 Du concept de solide

Un groupe d'élèves qui a regroupé tous les solides propose de nommer cette catégorie « les p'tits grains » (TdP 46 du Tableau 58, p. 289). Cette proposition met en lumière le fait que tous les solides apportés par P2 peuvent être vus comme des grains plus ou moins fins :

Figure 42 : Les solides apportés par P2

En effet, les solides proposés, visibles sur la Figure 42 ci-dessus, sont : des grains de riz, des sequins, du café en poudre, des châtaignes et des feuilles de thé séchées. Tous ces solides peuvent partager au niveau macroscopique certaines propriétés caractéristiques des liquides, notamment celle qui consiste à prendre la forme de son contenant. Même les châtaignes, si elles ne sont pas prises individuellement mais en nombre comme c'est le cas ici, peuvent se *voir* comme des grains de gros diamètre. Prendre en compte cette proposition d'élève (« les p'tits grains ») *pour ce qu'elle dit*, pourrait donc amener, en situation de classe, à ajouter d'autres solides parmi ceux à trier et notamment, des solides qui ne peuvent pas se comporter comme des grains. Remarquons que la fiche de référence proposait de prendre *une* noix (et

non un tas de noix), un morceau de sucre, du coton, une plume, mais d'autres objets de la classe auraient également pu faire l'affaire : un livre, un crayon, une gomme…

La seconde proposition d'élèves consiste à appeler cette catégorie des solides : « les durs » (TdP 50, 58). Quand P2 demande « pourquoi durs pourquoi vous avez dit durs » (TdP 51) et qu'un élève répond : « parce que là c'est dur » (TdP 52), la conception de cet élève – et probablement des camarades de son groupe – est très explicite. Cette proposition met en lumière le fait que tous les solides proposés par P2 sont durs au toucher – mis à part peut-être le café en poudre qui est moulu très finement – mais personne ne le signale en situation de classe. Prendre en compte cette proposition *pour ce qu'elle dit*, pourrait donc là encore, mener l'enseignante à proposer de nouveaux solides qui n'ont pas la caractéristique d'être durs au toucher afin de permettre aux élèves d'élargir leur représentation du concept de solide. Nous pouvons alors penser à n'importe quelle matière souple voire molle mais également toute matière légère. La fiche de référence suggérait d'ailleurs de prendre un morceau de coton, une plume, de la pâte à modeler, mais toute autre matière légère, molle ou fragile trouvée en classe pouvait aussi faire l'affaire, par exemple une feuille, un mouchoir en papier, une épluchure de crayon…

Nous questionnons donc P2, pour comprendre ce qui est important pour elle lorsqu'elle choisit les matières à faire trier par les élèves car nous nous demandons pourquoi elle n'a pas jugé les propositions la fiche de référence pertinentes :

> « [>Question?]: donc quand tu choisis les matières en fait là pour la séance +qu'est-ce que tu te dis en fait++
> [>P2]: ben qu'il faut qu'il y ait différents liqu/ enfin qu'il faut qu'il y ait différents liquides parce que le premier qui vient à l'esprit c'est l'eau+ mais y'a pas que l'eau ++avec des consistances un peu différentes donc l'huile et puis le café parce qu'il ya la couleur » [P2 EP 30] ;
> « bon le lait moi ça m'embêterait d'en mettre, je sais pas pourquoi, j'ai moins de mal à jeter de l'huile que du lait <rires> mais en fait euh : je :: ouais+ ouais je sais pas je :: j'aurais du mal à jeter du lait+ Ouais+ <rires>» [P2 EP 34]

Ce premier extrait réaffirme que l'attention de P2 est, en premier lieu, orientée vers les liquides. Elle prend en compte les propositions de la fiche de référence (eau et lait) mais s'en écarte pour des raisons éthiques. Elle choisit donc en plus de l'eau, de fournir aux élèves de l'huile et du café (liquide), mais pas du lait qu'elle trouve gênant de gaspiller. P2 poursuit en précisant qu'elle choisit des matières faciles à se procurer c'est-à-dire des matières qu'elle a sous la main :

> « [>P2]: et puis les matières qu'on a sous la main et différentes granulométries en fait +qu'il y ait pas que des :: que des solides sables ou que des gros++ et des solides ben :: les noix elles étaient dans le manuel +et en plus j'avais les noix et les châtaignes à la maison […]je pioche tout ce que je trouve quoi » [P2 EP 32]

Le terme *granulométrie* utilisé dans ce deuxième extrait retient particulièrement notre attention car pour nous, il confirme l'intention didactique de P2 de soulever des questions

(I_{SOC}). En effet, lorsque l'on travaille sur les caractéristiques des solides et des liquides, les poudres et les grains sont source de questionnement puisque, comme nous l'avons souligné plus haut, ce sont des solides qui partagent certaines caractéristiques des liquides au niveau macroscopique. la fiche de référence proposait d'ailleurs de fournir pour certains ateliers du sucre en poudre, de la semoule et même des lentilles. En outre, P2 soulignait en amont de la séance :

> « je pense qu'il faut amener des matières assez proches du sable+ passer du/ bah du sucre glace déjà au sucre+ la farine ça se comporte pas tout à fait pareil+ le sable bah :: c'est plutôt ça glisse entre les doigts […] » P2 EA 20

Pour satisfaire cette intention didactique de soulever des questions, P2 juge donc pertinent de fournir aux élèves des solides qui possèdent à l'échelle macroscopique certaines caractéristiques des liquides. Si nous rapprochons ces éléments de l'extrait P2 EP 36 : « je pense que si tu leur dis mettre les solides d'un côté les liquides de l'autre ils vont y arriver tout de suite+ », nous en déduisons que selon P2, il y a une certaine évidence pour les élèves à reconnaitre les solides et les liquides. C'est pourquoi elle cherche à soulever quelques difficultés en fournissant des solides qui se présentent comme des grains de différentes tailles (« différentes granulométries »).

Enfin, lorsque l'on demande à P2 si elle a l'impression que ses intentions didactiques sont les mêmes que celles des auteurs de la fiche de référence concernant le choix des matières, elle a l'impression que oui mis à part peut-être, souligne-t-elle, pour la pâte à modeler :

> « ben ya la pâte à modeler parce que c'est un solide mais qui est malléable mais sinon c'est un peu la même chose <silence> » (P2 EP 33).

Nous relançons P2 sur ce choix de la pâte à modeler pour mieux comprendre l'objet de son intention didactique lorsqu'elle prépare le matériel pour la séance :

> « […] du coup est-ce que c'était volontaire de pas prendre par exemple la pâte à modeler' ou c'est plus sur le moment tu n'y avais pas pensé'
> [>P2]: ouais+ j'y avais pas spécialement pensé sur le :: sur le moment+ et puis sur un pre/ ouais++ si elle aurait pu être là ++après ça fait encore euh :: ils ont : ils seraient partis sur un autre mot sûrement que dur++
> [>Question?]: ah oui' et du coup c'était peut-être volontaire aussi d'être sur dur' pour faire cette différence là'
> [>P2]: non honnêtement <rires> enfin je sais pas <rires>» P2 EP 68

Le fait que P2 précise qu'avec la pâte à modeler les élèves seraient partis « sur un autre mot » suggère, pour nous, que c'est ici *le mot* qui intéresse P2 (I_{SAV-L}), mais qu'elle ne perçoit pas ce mot comme un indice permettant la mise au travail des conceptions des élèves sur les solides (I_{SAV-C}).

Reprenons à présent tous les éléments mis au jour jusqu'ici pour reconstruire les dynamiques intentionnelles de P2 et décrire plus synthétiquement l'organisation de l'activité de conduite des apprentissages de P2.

15.3.6 Reconstruction des dynamiques intentionnelles

Nous caractérisons ici les différentes Intentionnalités relatives au savoir identifiées au cours des entretiens : l'Intentionnalité de faire construire un savoir conceptuel (I_{SAV-C}), l'Intentionnalité de faire construire un savoir langagier (I_{SAV-L}), mais également l'Intentionnalité de faire construire un savoir en s'appuyant sur des modèles socio constructivistes (I_{SOC}). Puis nous analysons comment ces Intentionnalités s'actualisent en situation de classe à l'échelle mésoscopique, puis à l'échelle microscopique des interactions au cours de l'incident qui nous semble critique. Nous terminons par la reconstruction d'un espace des possibles, c'est-à-dire par la recherche d'invariants potentiellement opératoires mettant en relation le but visé avec les moyens mis en œuvre pour l'atteindre et les résultats de l'activité.

15.3.6.1 Des Intentionnalités

Nous avons montré comment les modifications de la préparation ont révélé les Intentionnalités de P2 (et plus précisément leur objet), ainsi que ce que l'enseignante juge pertinent de faire pour atteindre l'objet visé (invariants opératoires ou modes psychologiques des Intentionnalités selon le modèle InDIS). Pour reconstruire les conditions de satisfaction des Intentionnalités, nous nous appuyons sur l'observation de la séance qui souligne ce qui satisfait l'enseignante et lui permet de clore une tâche, ou ce qui ne la satisfait pas et l'amène à faire poursuivre les élèves jusqu'à pouvoir conclure chaque phase.

Nous caractérisons donc ainsi l'Intentionnalité de P2 de faire construire un savoir en s'appuyant sur des modèles (socio) constructivistes :

O	M	C
Les élèves se questionnent	-Il est pertinent de faire manipuler, par groupes (toucher, trier) différentes matières connues des élèves (P2 EA 24, 67) -Il est pertinent de proposer quelques difficultés (P2 EP 56, 58, 60) -Il est pertinent de partir de ce que les élèves pensent (P2 EA 24)	« pour moi la réponse n'est pas très importante » (P2 EP 60) Les élèves interagissent pour se mettre d'accord

Tableau 59 : Caractérisation de ISOC

Nous caractérisons également l'Intentionnalité de P2 de faire construire un savoir conceptuel :

O	M	C
Mettre en évidence quelques propriétés caractéristiques des liquides et des solides	-Il est pertinent de comparer différents liquides, de couleur et/ou de consistances différentes (P2 EP 30) -Il est pertinent de proposer des solides « assez proches du sable » (P2 EA 20) -Il est pertinent de proposer des solides de « différentes granulométries » (P2 EP 32)	Les élèves expérimentent pour constater que les liquides mouillent, coulent, prennent la forme de leur contenant, les solides ne mouillent pas, ne coulent pas, ne prennent pas la forme de leur contenant

Tableau 60 : Caractérisation de ISAV-C

Nous caractérisons enfin, l'Intentionnalité de P2 de faire construire des savoirs langagiers

O	M	C
Élargir le vocabulaire des élèves	-Il est pertinent de rectifier/préciser immédiatement le vocabulaire* (P2 EA 90 ; -Il est pertinent de faire verbaliser les élèves (P2 EP 21)	Les élèves utilisent un langage précis et adapté

Tableau 61 : Caractérisation de ISAV-L

Regardons à présent comment ces Intentionnalités s'actualisent en situation de classe.

15.3.6.2 Des intentions didactiques i_{SAV} au niveau mésoscopique

Avant de nous focaliser sur l'incident que nous avons jugé critique, reconstruisons les intentions didactiques i_{SAV} à l'échelle mésoscopique. Autrement dit, les intentions didactiques de faire acquérir des savoirs à l'échelle de chaque phase[121] de la séance. Ainsi, pour chaque phase appelée par P2 « phase d'expérimentation » et chaque phase appelée « phase de synthèse », nous reconstruisons une intention didactique en la caractérisant par : 1/ l'objet qu'elle vise, 2/ le(s) mode(s) psychologique(s) identifié(s) à partir de l'action observable de P2 en situation de classe, et 3/ les conditions de satisfaction de ces intentions didactiques.

Le Tableau 62 (p. 295) comporte donc six reconstructions d'intentions didactiques. Les trois qui figurent à gauche de la page (phases 1, 3 et 5) correspondent aux trois situations dites d'expérimentation, et les trois qui figurent à droite de la page (phases 2, 4 et 6) correspondent aux situations de synthèse[122].

[121] Nous mettons de côté les phases d'introduction et de conclusion pour lesquelles nous n'avons pas repéré directement d'Intentionnalité de faire progresser le savoir au travers de l'agir de l'enseignant.
[122] Nous ne commentons pas la dernière qui vise simplement à lister les résultats des *expérimentations* réalisées par les élèves en vue d'y revenir lors de la séance suivante.

intention didactique (mésoscopique) phase 1 (expérimentation 1)		
O	M	C
Nommer les catégories : solides et liquides **(I_{SAV})**	-il est pertinent de demander aux élèves de trouver un nom à chaque catégorie **(I_{SOC})** -Il est pertinent de rectifier/préciser immédiatement le vocabulaire* **(I_{SAV-L})**	Tous les groupes ont une proposition de nom de catégorie

intention didactique (mésoscopique) phase 2 (synthèse 1)		
O	M	C
Se mettre d'accord sur les deux catégories (ce qu'on y met et leur nom) **(I_{SAV})**	-il est pertinent de faire émerger les consensus et de se mettre d'accord sur le vocabulaire d'usage **(I_{SAV-L})**	Les élèves admettent les termes proposés

intention didactique (mésoscopique) phase 3 (expérimentation 2)		
O	M	C
Les élèves expérimentent librement **(I_{SAV})**	-il est pertinent de ne pas intervenir dans les expérimentations **(I_{SAV-C})**	Les élèves essayent, « patouillent »

intention didactique (mésoscopique) phase 4 (synthèse 2)		
O	M	C
Constater que « les liquides ça mouille » **(I_{SAV})**	-il est pertinent de questionner les élèves sur leur ressenti **(I_{SAV-C})** -il est pertinent faire émerger les consensus **(I_{SAV-C})**	Au moins un élève verbalise le savoir à retenir

intention didactique (mésoscopique) phase 5 (expérimentation 3)		
O	M	C
Les élèves expérimentent librement **(I_{SAV})**	-il est pertinent de ne pas intervenir dans les expérimentations **(I_{SAV-C})** -il est pertinent d'apporter du vocabulaire (ustensiles utilisés) **(I_{SAV-L})**	Les élèves essayent, « patouillent »

intention didactique (mésoscopique) phase 6 (synthèse)		
O	M	C
Mettre en commun les constats de chacun **(I_{SAV})**	-il est pertinent de faire émerger des consensus et de prendre des notes pour pouvoir y revenir **(I_{ORG})**	Je récolte assez d'informations pour faire une synthèse la prochaine fois

Tableau 62 : Reconstructions d'intentions didactiques iSAV à l'échelle mésoscopique

Considérons tout d'abord les trois situations d'expérimentation. En phase 1, P2 vise la verbalisation des deux catégories : liquides et solides. L'enseignante incite donc fortement les élèves à proposer des noms de catégories. Dans un premier temps nous pouvons penser que son intention didactique vise l'expression des conceptions des élèves (I_{SOC} – Tableau 59, p. 293). Cependant, nous constatons que P2 interagit avec les élèves essentiellement en réponse à des imprécisions de vocabulaire. Lors de la phase 3 (relativement courte : 1 minute 37) nous constatons que P2 n'interagit pas avec les élèves c'est-à-dire qu'elle ne cherche pas à faire verbaliser les élèves sur leur ressenti. Elle le fera au cours de la phase de synthèse suivante. Lors de la phase 5 (6 minutes 23), P2 n'interagit pas non plus avec les élèves relativement à ce qu'ils testent ou à ce qu'ils constatent. Elle les laisse totalement libres et autonomes. L'enseignante précise à plusieurs reprises au cours des entretiens qu'elle estime important que les élèves essaient, qu'ils « patouillent » (P2 EA 69 ; P2 EP 24 ; P2 EP 35). Nous pouvons donc considérer que cette non intervention correspond pour P2 à une intention didactique de laisser les élèves expérimenter librement, de pratiquer non pas l'*expérimentation* mais l'*expérienciation* pour reprendre le terme de Coquidé-Cantor (1998, p. 112). P2 précise d'ailleurs :

> « le fait de les laisser toucher je pense/ même si c'est un peu le bazar sur le coup+ ils ont quand même+ ils le gardent tout ça+ après en : en tête++ et :: alors moi du coup je vois ma première séance au regard de la deuxième peut-être+ mais les : euh :: ben tu vois+ [P2 EP 17] ; ils ont tenu une demi-heure au tableau en fait <P2 fait ici référence à la seconde séance que nous n'avons pas observée>+ on a fait la trace écrite et sans avoir besoin de :: y avait plus que 3 brocs à regarder+ [P2 EP 18] ; et je pense que le fait d'avoir pu bouger sur/ même si c'est le bazar+ si ils ont pu bouger sur une séance+ la séance d'après ils ont encore ça en mémoire et ça leur suffit pour euh :: pour raccrocher » P2 EP 19.

Selon nous, l'enseignante vise ici la familiarisation des élèves avec les différentes matières. Il s'agit d'observer librement leur aspect, de décrire la sensation qu'elles procurent au toucher, ce qu'il se passe quand on les passe dans l'entonnoir ou que l'on tente de les transporter avec différents ustensiles. Autrement dit, P2 vise à constituer un référent empirique (Martinand, 1986) pour l'enseignement des concepts de solide et de liquide. C'est du moins ce que traduisent les intentions didactiques caractérisées à l'échelle mésoscopique des phases 3 et 5 (Tableau 62, p. 295).

Avant de caractériser cette intention didactique à l'échelle microscopique, portons un dernier constat, bref, sur la reconstruction des intentions didactiques à l'échelle mésoscopique des situations de synthèse (phases 2, 4 et 6 du Tableau 62, p. 295). L'activité observable de P2 au cours de ces situations souligne que P2 vise à faire émerger les consensus (tout le monde a trouvé la catégorie des liquides en phase 2, tout le monde a constaté que les liquides ça mouille en phase 4, tout le monde a constaté qu'on ne transporte pas l'eau avec une passoire en phase 6…).

Caractérisons à présent plus précisément l'intention didactique de P2 au travers de l'incident que nous jugeons critique, à l'échelle microscopique de l'interaction enseignante/élèves.

15.3.6.3 Une intention didactique au niveau microscopique

Revenons sur la manière dont P2 traite l'émergence du mot *dur*. Nous constatons que P2 repère l'indice : *les élèves disent les durs,* et que l'enseignante interprète cet indice comme une erreur de vocabulaire. C'est alors I_{SAV-L} qui s'actualise. C'est-à-dire que l'invariant opératoire marqué d'un astérisque dans le Tableau 62 (p. 295) (phase 1 : *Il est pertinent de rectifier/préciser immédiatement le vocabulaire*),* devient l'objet d'une intention didactique (microscopique) que l'on caractérise ainsi :

O	M	C
Rectifier/préciser immédiatement le vocabulaire « les durs »	-Il est pertinent d'apporter le vocabulaire correct, « ils vont pas le deviner » (P2 EP 65)	La confusion dur/solide est levée

Tableau 63 : Actualisation de ISAV-L en iSAV-L

L'entretien *post* vidéo nous permet de questionner précisément P2 quant à cet évènement, ce qui nous permet de caractériser le mode psychologique de son intention didactique :

> « [>Question?]: donc toi tu apportes les termes solide et liquide parce que ton intention c'est aussi là peut-être de poser les mots à ce moment-là en fait'
> [>P2]: oui ben++ voilà+ puis ils vont pas le deviner solide++ ils vont pas le deviner tout seul + autant liquide ils y arrivent en fait/ la plupart avaient réussi mais euh++ mais ils vont pas :: voilà+ enfin+
> [>Question?]: et donc quand tu relèves le mot dur là ce qui est important pour toi/ ou ce que te tu dis à ce moment-là+
> [>P2]: eh ben +vous savez parce que++ ça ressemble à solide+ pour eux dur et solide ça ressemble+ enfin c'est deux mots qui ont un sens++ qui peuvent avoir un sens proche pour eux+ » P2 EP 65
> « et puis le fait que :: oui le dur+ y avait l'idée qu'on peut le :: on peut l'attraper par rapport au liquide++ » P2 EP 66

Nous pouvons craindre, dans un premier temps, que la première question de cet extrait induise la réponse de P2. Cependant, lorsque nous reformulons ensuite notre question en demandant à P2 ce qu'elle se dit à ce moment précis de la séance, elle révèle sans ambiguïté une intention diadactique centrée sur le langage. En effet, elle précise que les deux mots, dur et solide peuvent avoir un sens proche pour les élèves (inférence) mais elle ne mentionne à aucun moment la signification de ces mots, c'est-à-dire les idées et les nuances qu'ils portent. Elle ne précise jamais notamment, qu'en sciences, parler de solide c'est désigner tout autant un objet dur qu'un objet souple, mou, résistant ou fragile, doux ou rugueux… P2 semble donc s'en tenir au vocabulaire pour le vocabulaire et non pour les idées qu'il véhicule.

D'autre part, l'usage par P2 du terme *deviner*, attire notre attention car, si P2 souligne ici qu'il n'y a pas d'intérêt à faire deviner les mots aux élèves, elle ne fait cependant pas de commentaire sur le fait que c'était son choix de demander aux élèves de proposer (deviner ?)

les noms des catégories. La fiche de référence prévoyait au contraire de demander ce qu'est un solide et ce qu'est un liquide pour amener directement les élèves à se questionner sur les propriétés caractéristiques des uns et des autres. Ce choix de P2 répondait à son Intentionnalité de mettre les élèves en recherche (I_{SOC}) et nous avons pu constater qu'il a permis de faire émerger la conception : un solide c'est dur. Cependant, cette proposition d'élève qui représente un indice pour P2, ne permet pas à celle-ci d'actualiser I_{SOC}. Autrement dit, cet indice ne permet pas à P2 de mobiliser l'invariant opératoire : *il est pertinent de partir de ce que les élèves pensent* (cf. Tableau 59, p. 293).

Ainsi, dans cette situation de synthèse, P2 rebondit sur les propos des élèves pour apporter un savoir langagier (lexical) puisqu'elle précise aux élèves : « en sciences on appelle ça les liquides+ et les solides+++[…] » (TdP 61 du Tableau 58, p. 289). Mais P2 ne reconnait pas dans l'indice l'opportunité de mettre au travail *ce que les élèves pensent,* afin de les guider dans la construction du concept de solide. Nous pouvons donc considérer, à l'échelle microscopique de cette interaction, que P2 n'agit pas selon un paradigme constructiviste au sens de Jonnaert (2002), alors qu'elle exprimait aux échelles mésoscopique et macroscopique l'Intentionnalité de le faire (P2 EA 5 : s'appuyer sur ce que pensent les élèves pour parvenir à une définition scientifique).

Ces constats ne signifient pas que les élèves de P2 ne vont pas apprendre les savoirs visés au fil de la séquence. En revanche, ils soulignent que P2 ne fait pas forcément ce qu'elle pense faire (faire construire les concepts de liquide et de solide), et surtout, qu'elle ne semble pas s'en apercevoir puisqu'elle considère que « ça s'est bien passé+ donc j'ai pas trop ressenti le besoin d'ajuster » P2 EP 23. Au regard des dynamiques intentionnelles reconstruites, nous pensons que la rencontre des conditions de satisfaction de I_{SAV-L} par l'enseignante, en situation de classe, l'empêche de percevoir le décalage entre le but de la séance (I_{SAV-C}), les moyens mis en œuvre et le résultat de l'activité.

Nous avons présenté au paragraphe 15.3.4 (p. 287), ce que P2 *aurait pu faire*, en réponse à certains indices (« les durs », « les p'tits grains »), pour mettre au travail le concept de solide. Nous synthétisons à présent ces résultats sous forme d'un espace des possibles.

15.3.6.4 Reconstruction d'un espace des possibles

Regardons comment s'actualise, ou aurait pu s'actualiser, l'invariant opératoire : *Il est pertinent de partir de ce que les élèves pensent* (I_{SOC}, Tableau 59, p. 293), relativement au concept de solide. L'indice perçu par P2 est la proposition des élèves d'appeler les solides : les durs. Le Tableau 64 (p. 300) constitue l'espace des possibles. La deuxième colonne du tableau caractérise l'intention didactique reconstruite à partir de nos observations. La troisième colonne formule des invariants potentiellement opératoires.

	Caractérisation de $i_{SAV\text{-}L}$ *intention didactique effective*	Caractérisation de $i_{SAV\text{-}C}$ *ce que P1 aurait pu/voulu faire*
O	Partir de ce que les élèves pensent… (P2 EA 24)	
	… pour apprendre « les mots justes »	…pour élargir le sens du terme *solide* (comprendre sa signification)
M	-il est pertinent de rectifier/préciser immédiatement le vocabulaire -il est pertinent de mettre en valeur les consensus	-il pourrait être pertinent de prendre en considération ce qui ne fait pas consensus -il pourrait être pertinent de proposer de nouveaux solides, servant de contre-exemple aux propositions des élèves (d'autres solides que des grains, d'autres solides que des solides durs au toucher, par exemple : coton ou pâte à modeler)
C	Les élèves admettent les termes proposés (notamment le terme *solide*)	Le concept de solide est mis en discussion à partir des exemples et contre exemples fournis

Tableau 64 : Reconstitution d'un espace des possibles

Ainsi, l'analyse des pratiques de P2 en situation d'ESFI à l'aide du modèle InDIS montre que P2 parvient à faire émerger une conception assez classique sur les solides (un solide c'est dur) et qu'elle perçoit la proposition d'élève (l'indice) sur lequel s'appuyer pour mettre cette conception au travail. Cependant, bien que la structure de la séance permette des échanges productifs, P2 ne semble pas posséder de règles d'action disponibles qui lui permettent de guider les apprentissages conceptuels, ce qui l'amène à recourir à un argument d'autorité (Morge, 2001) : « en sciences on dit les solides ». Autrement dit, alors que P2 semble agir selon un paradigme constructiviste (Jonnaert, 2002) aux échelles macroscopique et mésoscopique, elle est amenée à changer de paradigme à l'échelle microscopique parce qu'elle ne possède pas d'invariants opératoires lui permettant de *faire avec* les propositions des élèves. Remarquons que nous n'avons identifié aucune autre interaction au cours de la séance venant contredire ou nuancer ce constat.

Dans La section suivante, nous synthétisons les différents résultats obtenus dans le cas de P2, au regard de nos questions de recherche.

15.3.7 Conclusion

Rappelons notre première question de recherche Q1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre), à l'école élémentaire française ?
Nous constatons qu'I_o semble remplir la fonction de *mettre fin au raisonnement pratique sur les fins*. Nos résultats montrent en effet, que P2 s'appuie sur des fiches de référence pour structurer sa séquence (nombre de séances, buts). En revanche, les Intentionnalités formulées par P2 en amont de la séance l'amènent à mettre en œuvre quelques régulations du plan

prévu. Les Intentionnalités reconstruites alors sont : une Intentionnalité d'organiser des temps de synthèse pour se rendre plus disponible et à l'écoute des élèves (I_{ORG}) ; une Intentionnalité de faire construire des savoirs langagiers (en particuliers lexicaux) (I_{SAV-L}), une Intentionnalité de faire construire des savoirs conceptuels (I_{SAV-C}) et une Intentionnalité de s'appuyer sur une approche (socio)constructiviste (I_{SOC}). Cette dernière se traduit par l'importance accordée par l'enseignante au questionnement des élèves mais prend peu en compte les conceptions de ces derniers à l'échelle microscopique. En outre, P2 ne semble pas savoir quelles propriétés des solides il convient de connaitre au cycle 2 et semble considérer comme synonymes les termes manipulation, expérimentation et investigation.
Ces constats font écho aux imprécisions pointées par notre analyse des programmes : manque de précision sur les propriétés des solides et liquides qu'il convient de mettre au travail (§ 13.1.2, p. 172), manque de distinction des différents objectifs et des démarches qui permettent de les atteindre (§ 13.5, p. 200). Ce dernier point pourrait expliquer la priorité accordée par P2 à l'aspect langagier (actualisation de I_{SAV-L} au détriment de I_{SAV-C} en réponse aux injonctions des programmes à accorder une priorité à la maitrise de la langue (§ 13.3.3.2, p. 187). Nos résultats soulignent donc à nouveau le rôle primordial de I_o, non seulement dans l'organisation de l'activité de préparation de séance mais également dans l'organisation de l'activité enseignante de guidage des apprentissages à l'échelle microscopique.

Rappelons notre deuxième question de recherche Q2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?
La reconstruction des dynamiques intentionnelles de P2, à l'aide du modèle InDIS met au jour trois résultats principaux quant à l'activité enseignante de conduite des apprentissages en situation d'ESFI. Tout d'abord, cette reconstruction montre que l'intention didactique de P2 en situation d'interaction peut amener l'enseignante à mobiliser des invariants opératoires très différentes selon la nature des savoirs qu'elle vise (cf. reconstruction d'un espace des possibles – Tableau 64, p. 300). Nous pouvons alors faire l'hypothèse que cela a des répercussions sur la nature des savoirs appris par les élèves. En effet, la question se pose ici de savoir si les élèves ont appris une norme lexicale : *en sciences on ne dit pas les durs mais les solides*, ou s'ils ont gagné en abstraction en comprenant qu'un solide peut être autre chose qu'une matière dure.
Cette reconstruction montre ensuite que la reprise par l'enseignante du but de la séance et des moyens à mettre en œuvre pour y parvenir, déterminés par l'*Intentio* (ici par les auteurs du fichier), ne semble pas suffire pour permettre à P2 d'identifier explicitement les savoirs à construire. Ainsi, alors que P2 veut (ou pense vouloir) faire construire des savoirs conceptuels sur les liquides et les solides en agissant selon un paradigme constructiviste, les résultats indiquent qu'elle se focalise sur l'aspect lexical des savoirs (I_{SAV-L}) en agissant selon un paradigme ontologique à l'échelle microscopique de l'organisation de son activité. À cette échelle microscopique en effet, les résultats montrent que P2 ne mobilise pas de règle d'action pour mettre au travail les conceptions des élèves sur le concept de solide. L'enseignante

apporte en revanche un savoir définitionnel (en sciences on ne dit pas « dur » mais « solide ») qui ne nous semble pas pouvoir permettre à l'élève de faire des liens entre aspects empiriques et aspects théoriques (Bécu-Robinault, 2015 ; Tiberghien & Vince, 2005).
Cette étude de cas révèle enfin que le changement de paradigme opéré par P2 entre l'échelle mésoscopique et l'échelle microscopique de l'organisation de son activité de guidage des apprentissages ne semble ni volontaire ni identifiée par l'enseignante. Autrement dit, la séance de P2 *ressemble* à une séance d'ESFI. P2 pense *faire ce qu'elle voulait faire* parce que les conditions de satisfaction de $I_{SAV\text{-}L}$ sont rencontrées en situation de classe. Elle ne semble pas percevoir que le savoir qu'elle vise en réalité (savoir langagier) n'est pas de même nature que celui qu'elle pensait viser (savoir conceptuel). Cette apparente difficulté à distinguer ces deux aspects semble empêcher P2 d'identifier le résultat de son activité. Ainsi, elle ne perçoit pas d'incident critique et ne questionne donc pas l'organisation de son activité de guidage des apprentissages.

Rappelons enfin notre troisième question de recherche Q3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des « savoirs d'expérience » construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?
Soulignons que nous nous sommes focalisés sur la reconstruction des dynamiques intentionnelles I_{SAV} et I_{SOC} afin d'identifier des savoirs d'expérience relatifs au guidage des apprentissages en situation d'ESFI, chez cette enseignante expérimentée. Le modèle InDIS a cependant mis en lumière une difficulté (non perçue par l'enseignante) à guider les apprentissages conceptuels. Cela montre, selon nous, la pertinence du modèle InDIS pour comprendre finement l'organisation de l'activité enseignante.
En outre, nous constatons que, malgré son expérience, P2 mobilise peu d'invariants opératoires (et donc elle génère peu de règles d'action) permettant aux élèves de construire les concepts scientifiques visés. Le modèle InDIS nous permet donc d'identifier une situation potentielle de développement professionnel (Mayen & Gagneur, 2017) relativement au guidage des savoirs conceptuels. Ce modèle permet en effet au chercheur de reconstruire un espace des possibles prenant en compte les Intentionnalités de l'enseignante et les indices qu'elle perçoit en situation de classe afin de mettre au travail la relation entre le but visé, les moyens mis en œuvre pour y parvenir et les résultats de l'activité enseignante. Il nous semble que ce modèle pourrait permettre d'outiller l'enseignante afin qu'elle comprenne mieux l'organisation de sa pratique en situation d'ESFI et qu'elle puisse ainsi conceptualiser autrement son activité de guidage des savoirs conceptuels pour développer son répertoire de réponses possibles.

Nous revenons à présent à l'espace de cas afin de répondre à notre dernière question de recherche.

Chapitre 16
Retour à l'espace de cas

Dans ce chapitre, nous proposons de mener une comparaison des formes d'organisation de l'activité des enseignants de notre panel en situation d'ESFI afin de répondre à notre dernière question de recherche (Q4) : Observe-t-on des dynamiques intentionnelles similaires entre les différents cas de notre espace de cas, et lesquelles ?

Pour commencer, rappelons que chaque situation d'ESFI est une composante d'une classe de situations qui partagent un ensemble de caractéristiques communes. Pastré (1999c, 2002) et Mayen (2004) appellent cet ensemble : la *structure conceptuelle* d'une situation. Mayen (2004) la définit comme « le réseau de relations entre les variables caractéristiques d'une situation, l'agencement de ses traits communs en une configuration porteuse de signification » (p.3). La structure conceptuelle d'une situation est donc basée sur l'activité qu'il s'agit de réaliser (Mayen, 2001). Dans cette section, nous questionnons la structure conceptuelle d'une situation d'ESFI. Cela nous permet d'analyser s'il s'agit bien pour tous les enseignants de notre panel de réaliser la même activité. Pour cela, nous questionnons plus spécifiquement l'Intentionnalité I_{SOC} reconstruite dans tous les cas de notre espace de cas (§ 14.2.1.3, p. 218), et caractérisée comme l'Intentionnalité de guider les apprentissages selon des approches socioconstructivistes.

Nous descendons ensuite à l'échelle microscopique de l'activité enseignante en réalisant ce que Paillé et Mucchielli (2021, p. 211) qualifient d'« analyse situationnelle phénoménologique et structurale ». Cette analyse consiste à repérer des analogies entre différents cas, et à décomposer ces analogies en situations analogues. Nous comparons alors deux « micro situations » relatives aux incidents critiques présentés préalablement dans les cas de P0, P1 et P2. Pour chaque micro situation, nous procédons à une comparaison pour voir si nous pouvons identifier chez ces trois enseignants expérimentés, une forme commune d'organisation de l'activité enseignante de conduite des apprentissages en situation d'ESFI qui révèlerait des dynamiques intentionnelles similaires.

16.1 Structure conceptuelle d'une situation d'ESFI

Les entretiens *ante* vidéo nous permettent d'identifier trois variables caractéristiques[123] d'une Intentionnalité de guider les apprentissages en situation d'ESFI. C'est-à-dire que nous identifions trois éléments auxquels tous les enseignants du panel semblent accorder de l'importance lorsqu'ils préparent leur séance. Il s'agit du questionnement des élèves, de l'expérimentation, et dans une moindre mesure des conceptions des élèves. Ce sont trois éléments que nous avons associés à une approche (socio)constructiviste de l'enseignement des sciences. Dans cette section, nous nous penchons sur chacun de ces éléments et comparons les ressemblances et les variabilités entre chaque cas de notre panel pour pouvoir déterminer comment chacun appréhende l'activité qu'il s'agit de réaliser.

16.1.1 Questionnement

Cas par cas, nous recherchons de manière exhaustive dans les entretiens réalisés tout propos qui, selon nous, souligne une volonté de provoquer un questionnement des élèves.

16.1.1.1 Cas de P4

C'est chez P4 que nous trouvons le plus de références au questionnement des élèves (P4 EA 13, 15, 18, 48, 59). L'enseignant engage ses élèves dans la séance en rappelant l'histoire d'Ulysse et de Polyphème car la lecture de ce texte a particulièrement mobilisé ses élèves. Il leur propose de résoudre le problème technique qui se pose à Ulysse et à ses camarades pour sortir de la grotte du cyclope. Nous comprenons que pour cet enseignant le *questionnement* semble explicitement lié à un problème à résoudre, et la situation de départ vise donc la construction progressive (« petit à petit ») de ce problème par les élèves :

> « [>P4]: […] c'est que/ amener les enfants à +petit à petit à : vraiment se questionner+ à avoir un problème à résoudre » (P4 EA 15)

Ce problème est identifié par l'enseignant et sa résolution constitue l'objet de la séance (identifier le principe du levier). La fiche de référence sur laquelle s'appuie P4 alerte l'enseignant sur des solutions que les élèves pourraient proposer mais qui contournent le problème (creuser sous le bloc de pierre, découper le bloc, téléphoner…cf. Annexe 3 P4). Ce faisant, la fiche souligne la difficulté potentielle des élèves à s'emparer du problème à résoudre, et donc l'importance pour l'enseignant de les recentrer sur ce problème qu'ils vont devoir s'approprier.

16.1.1.2 Cas de P0

P0 propose à ses élèves d'apporter un glaçon et de le placer dans un endroit où il fondra le plus lentement possible. Ainsi l'enseignante attend que ses élèves se posent des questions

[123] Chez les enseignants de notre panel.

pour décider quel est le meilleur endroit pour conserver son glaçon le plus longtemps possible. La fiche de préparation souligne qu'une comparaison de ce qu'il reste des différents glaçons au bout de quelques heures doit également faire émerger des questions relatives à l'endroit où le glaçon a été entreposé, pour, in fine, parvenir à questionner le rôle de la température dans la fusion du glaçon. L'entretien ante vidéo souligne que P0 veut également amener les élèves à se questionner sur la manière d'obtenir un glaçon. L'enseignante se réfère alors à sa précédente mise en œuvre de la séance :

> « […] je me rappelle j'avais été surprise par le fait que + ils avaient interrogé à la maison sur COmment on pouvait faire les glaçons++ certains confondaient le CONgélateur et le réfrégirateur et + certains s'étaient jamais posé la question comment on obtenait des glaçons +donc euh : donc voilà au niveau des familles ça crée : ça crée un certain QUEStionnement » (P0 EA 35)

Pour l'enseignante, ce questionnement va émerger « au niveau des familles » suite à sa demande d'apporter un glaçon de la maison, mais pour sa part, elle envisage simplement de poser la question aux élèves juste « pour voir où ils en sont » (P0 EA 40) sur le fait qu'un glaçon c'est de l'eau. Nous comprenons que ce *questionnement* n'est pas l'objet de sa séance, mais qu'elle souhaite tout de même *poser la question* pour s'assurer que les élèves possèdent cette connaissance. Un troisième questionnement semble également se profiler dans cette séance, c'est celui de l'emballage des glaçons. En effet, les enfants auront rapporté un glaçon de chez eux mais tous ne l'auront pas emballé de la même manière. Puisque Po prévoit de faire émerger des hypothèses explicatives sur la fonte des glaçons (Annexe 3 P0), elle juge utile d'attirer l'attention des élèves sur les divers emballages choisis. Cela ajoute donc un paramètre supplémentaire à celui de la température et vise à nourrir le *questionnement* des élèves que P0 envisage de guider par des questions dont voici un exemple :

> « Ben + je sais que : elles [les questions] vont être du genre euh : ben pourquoi /pourquoi tu as choisi de mettre ça + euh dans ce papier-là '+ euh qu/ qu/qu'est-ce qui t'as permis de choisir ça'+ et euh : pourquoi tu as choisi de le mettre plutôt à l'extérieur+ plutôt à l'intérieur +est-ce que ça valait le coup de le mettre à l'intérieur'+ » (Po EA 52) (mais aussi : P0 EA 15, 52, 54)

Par ses questions Po vise à faire verbaliser les élèves pour mettre au jour les raisons de leurs choix et pouvoir « y revenir après » (P0 EA 76).

16.1.1.3 Cas de P2

Pour P2, un enjeu de l'ESFI vise clairement à apprendre aux élèves à se poser des questions :

> [>P2] : voilà par rapport à la matière c'est de/ […] ou qu'ils apprennent à regarder aussi + à se poser des questions+ ils n'ont pas forcément la bonne réponse mais au moins qu'ils apprennent à se questionner à :: à émettre des hypothèses et à les vérifier à leur degré+ à leur niveau […] » (P2 EA 6)

Le questionnement est donc explicitement envisagé du côté de l'élève (ils vont « se poser » des questions). Pour nourrir ce questionnement, P2 – dont la séance porte sur l'identification de quelques propriétés des solides et des liquides – envisage de proposer aux élèves différentes matières qui se comportent différemment pour qu'ils se posent des questions :

> « je pense qu'il faut amener des matières assez proches du sable+ passer du/ bah du sucre glace déjà au sucre+ la farine ça se comporte pas tout à fait pareil […] » (P2 EA 21)

Cependant, nous ne parvenons pas à faire émerger explicitement lors de l'entretien *ante* vidéo, si l'enseignante anticipe les questions que les élèves vont se poser ni si elle envisage de s'emparer de ces questions et si oui, comment elle compte les mettre au travail. L'entretien *post* vidéo semble d'ailleurs préciser que l'intention de P2 vise avant tout l'émergence de questions, mais pas forcément l'engagement dans une investigation pour y répondre (P2 EP 56 à 59 concernant le gel à cheveux).

16.1.1.4 Cas de P3

P3 de son côté explique qu'elle oriente ses élèves vers un thème (l'eau dans la nature), elle questionne leurs connaissances (la fiche de préparation précise : « évaluation des connaissances » - Annexe 3 P3) et, suite à un jeu mené collectivement, « espère » que les élèves vont se poser des questions :

> « et puis ben là + je voudrais euh : ben faire émerger les trois états+ et puis qu'on arrive à les classer en fait+ et après donc j'ai trouvé sur Lumni un petit jeu avec les différents états de l'eau +on les remet par euh :: par catégorie+ donc je vais faire ça au tableau avec eux+ j'ai pas de TBI mais donc on fera avec la souris+ à l'ancienne quoi+ et puis ben voilà++ je pense que dans l' idée à la fin de ma première séance j'aimerais bien arriver à/ alors les exemples ça c'est EUX qui me les donneront+ et puis arriver donc à la définition en fait des trois états liquide solide gazeux+ et puis en mettant des petits exemples devant quoi+ sur la trace écrite quoi+ et après pfuit <bruit de bouche> c'est là que j'aimerais bien qu'on arrive à se poser des questions+ si on pouvait se les poser à ce moment-là ++par exemple à quelle température l' eau peut-elle passer à l'état solide et inversement euh :: est-ce que le volume liquide est égal au volume solide? +est-ce que la masse liquide est égale à la masse solide +enfin voilà +j'aimerais bien : j'espère qu'ils vont se poser des questions + » (P3 EA 14)

Le bruit de bouche émis par P3 (« pfuit ») est particulièrement intéressant car il suggère presque un phénomène mystérieux responsable de l'apparition de questions. Ainsi, si nous repérons dans cet extrait une Intentionnalité d'organiser la séance phase après phase, le passage d'une phase à l'autre semble relativement naturel et ne semble pas nécessiter d'attention ou de précaution particulière aux yeux de P3. Peut-être que l'activité de guidage d'une phase à l'autre est tellement intégrée par P3 qu'elle ne parvient pas sur le moment à la décrire plus précisément. Peut-être également qu'une difficulté professionnelle s'exprime ici comme peut le laisser penser l'emploi du conditionnel à la fin de l'extrait (« j'aimerais bien ») ainsi que le verbe « j'espère » qui, selon nous, révèle une incertitude.

16.1.1.5 Cas de P1

P1 quant à lui, nous explique qu'il préfère ne pas trop anticiper pour être davantage à l'écoute du questionnement des élèves (P1 EA 15, 44), et ainsi mieux « rentrer dedans » pour vraiment « réfléchir avec les élèves » (P1 EA 45). Il envisage donc de mettre les élèves en recherche pour qu'ils se questionnent, mais il évite volontairement d'anticiper les problèmes qui se poseront au cours de cette recherche car il considère que « avec l'expérience on a la richesse nécessaire pour s'adapter à toutes les situations » (P1 EA 45).

16.1.1.6 Cas de P5

Pour P5 enfin, comme pour P2, il semble qu'il y ait questionnement dès lors que les élèves se posent des questions :

> « déjà sur démarche d'investigation +sur le questionnaire tu sais de la MPLS[124] <commentaire> ils demandaient justement+ est ce que nous on utilise la démarche d'investigation++ moi j'ai mis non+ et en fait après la formation+ je me suis dit mais en fait si++ je leur fais se poser des questions+ je leur fais émettre des hypothèses+[…] » (P0 EA 79)

C'est pour cela que l'enseignante envisage une séance basée sur des expérimentations libres visant à « montrer que l'air existe ». Pour P5, les élèves se posent des questions dès lors qu'ils sont placés dans ce type de situation :

> « parce que c'est là où ils se posent des questions +c'est là où ils cherchent+ il faut leur donner la possibilité d'ess/ que ça émerge++ si on donne toujours la réponse euh :: il n'y a pas de : enfin de créativité +et puis comme je disais tout à l'heure ils/ certains auront peut-être l'idée + » (P5 EA 36)

Cependant, comme pour P2, nous ne parvenons pas à faire émerger explicitement lors de l'entretien *ante* vidéo, si l'enseignante anticipe les questions que les élèves vont se poser ni si elle envisage de s'emparer de ces questions et si oui, comment elle compte les mettre au travail.

16.1.1.7 Conclusion

Pour résumer, nous proposons de resituer ces différentes appropriations du terme *questionnement* sur un continuum allant d'un questionnement qui émerge presque *tout seul*, à un questionnement qui se construit petit à petit par les interactions entre l'enseignant et les élèves (Figure 43, p. 308).

Précisons cependant que cette figure n'est qu'une photo à un instant t de ce que nous avons fait ressortir de nos analyses en amont de la séance. Gardons à l'esprit que pour d'autres situations l'approche est peut-être différente et que cette figure ne vise en aucun cas à porter un jugement ou un classement des enseignants visant à montrer ce qu'il serait bon ou moins bon de faire. Notre objectif, rappelons-le, vise à comprendre ce que chaque professionnel *fait*

[124] Maison Pour La Science

en situation d'ESFI, et la compréhension de ce que chacun met *derrière* les termes de questionnement/ se questionner, nous aide à comprendre comment s'organise son activité de conduite des apprentissages dans de telles situations.

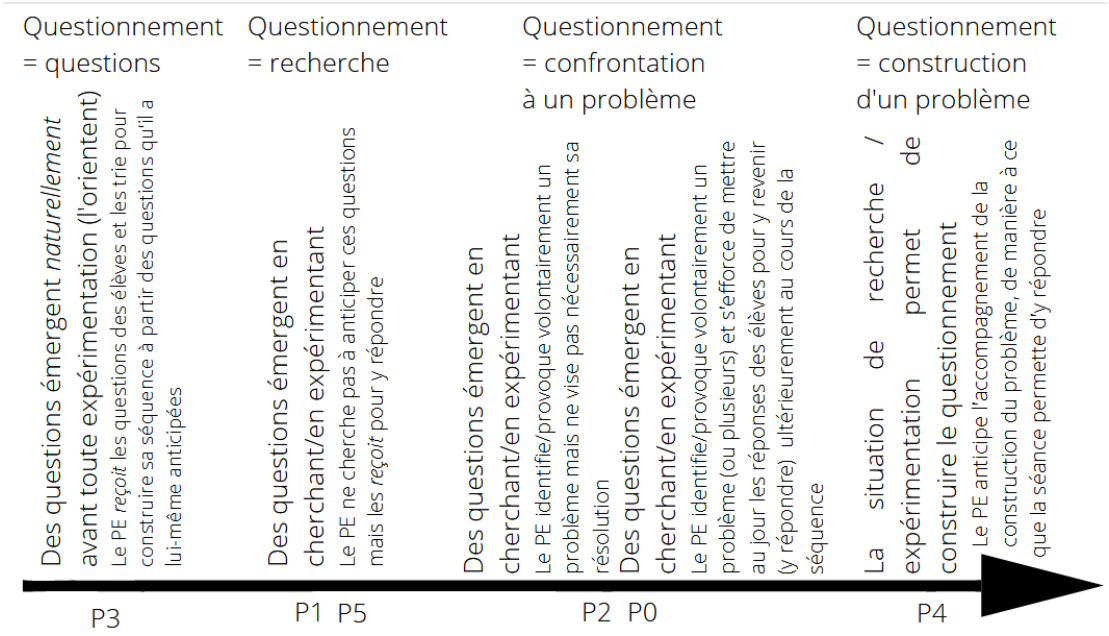


Figure 43 : Différentes façons de conceptualiser le questionnement

Ainsi, pour tous les enseignants de notre panel, un ESFI doit générer un questionnement mais chacun ne conceptualise pas de la même façon l'activité qu'il s'agit de réaliser.

Penchons-nous à présent sur l'importance de l'expérimentation pour ces enseignants.

16.1.2 Expérimentation, manipulation

Aux yeux des enseignants de notre panel, du moins pour la séance qu'ils nous présentent, nous repérons l'importance accordée à l'expérimentation[125]. Tous en effet, nous présentent une séance basée sur des expérimentations, ou sur la préparation plus ou moins explicite d'expérimentations. Nous prenons garde cependant, à ne pas généraliser ce constat à la pratique usuelle de ces professeurs car quelques propos tenus lors des entretiens *ante* ou *post* vidéo peuvent suggérer que c'est notre présence qui motive ces mises en œuvre. P1 en effet souligne que ses élèves n'ont pas forcément l'habitude de travailler en groupes en sciences et que cette situation n'était « pas courante » :

> « ben oui +pis euh : je vise l'autonomie effectivement mais ils ont besoin de guide de toute manière++ils ont besoin de guide+ ils ont moins l'habitude de travailler en groupes /c'était une situation euh : ben+ pas courante++ chercher une expérience sur des propriétés

[125] Nous ne distinguons pas ici les différentes formes de pratiques expérimentales et nous utilisons le terme d'expérimentation dans un sens large, qui englobe toutes les formes de pratiques expérimentales (Coquidé-Cantor, 1998)

qui sont pas toutes très simples à appréhender +donc forcément si on les guide pas un minimum euh : on n'obtient rien à la fin+ […] » (P1 EP 91)

P5 quant à elle précise qu'elle « se saisit de l'occasion » de ma venue pour mettre ses élèves en situation d'expérimentation :

« en même temps j'ai envie de le faire+ et je trouve ça bien de me saisir là de l'occasion pour le faire parce que je trouve que je le fais pas assez + » (P5 EA 11)

Dans le cas de ces deux enseignants, nous pouvons en outre constater qu'ils utilisent indifféremment les termes d'expérimentation et d'investigation. P5 en effet se questionne sur l'organisation des tâches prescrites aux élèves dans sa fiche de référence et finit par prendre la décision de mettre les élèves en situation d'expérimentation parce qu'elle pense que nous voulons « voir l'expérimentation ».

« [>P5]: comme tu es là et que tu veux voir l'expérimentation bah je me pose pas la question je leur ferai après+
[>Question?]: je veux voir l'investigation mais euh : <rires> » (P5 EA 3, 4)

P1 de son côté, lorsqu'il est questionné sur son approche de l'investigation, nous donne des exemples d'expérimentation et laisse entendre qu'il considère qu'une investigation a forcément un aspect « pratique » :

« [>Question?]: du coup […] tu es pas mal dans l'idée d'investigation'
[>P1]: euh : alors pas tout le temps hein+ parce que ya des choses qui euh : ben sur quel chapitre euh : euh :: attends je vais reprendre le programme <P1 cherche sa programmation> ben tu vois là+ sur les objets et techniques+ on travaille sur le vélo etc+ ben là je ramène mon vélo+ on regarde les freins etc+ et là c'est sympa parce que ils le voient euh : après sur les énergies aussi je fais plein d'expériences avec eux +ça j'aime bien euh :: les inondations euh :: ben on regarde des vidéos on explique on regarde des bulletins météo mais ya pas de pratique euh : ya pas de manipulation sur les inondations+ ça sert à rien que j'inonde une maison playmobiles dans une bassine + ça va plus être documentaire ++donc ça dépend des sujets+ aussi y a des sujets qui s'y prêtent plus que d'autres euh : bien manger euh : on pourrait organiser des repas mais euh :: <rires> » (P1 EA 36)

Nous constatons que ces enseignants s'appuient tous les deux sur des fichiers construits par les mêmes auteurs (cf. Annexe 3 P1 et Annexe 3 P5). Après lecture de la page de présentation des fichiers, nous constatons que ces auteurs précisent que « chaque séance respecte les différentes étapes propres à la démarche d'investigation : 1/ je m'interroge, 2/ j'observe j'expérimente ou je recherche 3/ je retiens ». Les auteurs soulignent en outre qu'ils diversifient les démarches et approches en phase 2. Nous nous demandons alors si l'utilisation du terme « démarche » pour décrire à la fois les trois étapes et l'étape 2 n'induit pas chez les enseignants cette représentation qu'une démarche d'investigation est forcément une démarche expérimentale. Nous ne poussons pas ce questionnement plus avant mais il nous semblerait intéressant d'y revenir par la suite pour comprendre comment une ressource peut

aider (ou non) les enseignants à dépasser leurs propres représentations sur l'ESFI, ou pour le dire autrement, comment l'*Intentio* influence la pratique enseignante.

Outre ces représentations de P1 et de P5, remarquons que chez P0, P5, et dans une moindre mesure chez P2, l'expérience doit « prouver quelque chose » (P0 EA 13, 14, 18, 22, 68, 77, 79, 81, 82 ; P0 EP 13, 65, 66, 72, 97, 101, 102, 104, 105, 106, 110, 131, 140, 179 ; P1 EP 7, 9, 12, 14, 15, 25, 27, 28, 38, 52, 57, 77, 100 ; P2 EA 4 ; P5 EA 7, 13, 46, 47, 51 ; P5 EP 105). P1 nuance ce propos en déclarant qu'une expérience doit prouver ou pas. P3 de son côté ne s'étend pas sur l'expérimentation puisqu'elle n'en a pas prévu dans cette séance et l'on ne sait pas ce qu'elle envisage pour la suite. P4 ne parle pas non plus de prouver quelque chose car sa séance sur les leviers vise une modélisation et non une expérimentation. Nous terminons cette section par un regard sur l'importance accordée par les enseignants du panel aux conceptions des élèves.

16.1.3 Des conceptions initiales

Nous constatons qu'hormis P0, les enseignants de notre panel font assez peu référence aux conceptions/représentations initiales de leurs élèves.

16.1.3.1 Cas de P0

P0, pour sa leçon intitulée « la course aux glaçons », est l'enseignante qui se réfère le plus aux conceptions ou représentations des élèves. L'exemple suivant souligne que pour elle, il s'agit de « lutter contre » les conceptions/représentations initiales :

> « [>P0]: Alors la séquence. C'est une séquence que j'avais fait pour le le CAFIPEMF donc euh : elle est :: enfin voilà+ et donc euh : l'origine de la chose+ c'était euh :: lutter contre le fait que les élèves pensent que parce que c'est [le glaçon] mis dans de la laine ça va être chaud, que c'est mis dans du carrelage ça va être froid + ce genre de choses. » (Po EA 11) (et aussi : P0 EA 12, 15, 26, 52, 72, 81).

16.1.3.2 Cas de P5

P5, quant à elle, exprime une tension vis-à-vis de sa fiche de référence (séance qui porte sur l'air) en soulignant que la séance proposée par cette fiche ne permet pas de faire émerger les conceptions initiales des élèves.

> « ouais les prérequis mais en sciences on parlait d'autre chose++les concep+ conceptions initiales+ voilà++ ce qu'ils imaginent en premier++ en fait ici on leur demande pas+ alors on leur demande/ si quand je m'interroge donc ça+ on va le faire à l'oral mais du coup l'enfant il n'a pas de trace de : de ce qui :: de sa progression+ » (P5 EA 58)

Dans la partie « je m'interroge » en effet, une indication est donnée concernant une représentation courante des jeunes élèves sur l'air : « certains élèves pensent qu'il n'y a de l'air que dehors ». La fiche ne s'attarde pas sur cette représentation et propose simplement

de demander aux élèves : « y a-t-il de l'air partout autour de nous ? », elle suggère ensuite, si les élèves répondent « non », de leur faire remarquer que « nous respirons de l'air et que cela signifie qu'il est partout ». Ce qui semble gêner P5 semble donc être le fait que la séance, telle qu'elle est organisée, ne permet pas de garder de trace de ces conceptions d'élèves. Elle ne modifie cependant pas l'organisation prévue sur ce point car P5 considère qu'elle doit s'appuyer sur ce fichier choisi collectivement par ses collègues qu'elle juge plus expérimentées qu'elle (P5 EA 8 – cf. 13.4.3.2, p. 196).

16.1.3.3 Cas de P3

P3 de son côté annonce sur sa fiche de préparation, vouloir commencer la séance par une « évaluation des connaissances des élèves ». Cette évaluation consiste concrètement à poser la question « où se trouve l'eau [dans la nature] et sous quelle forme ? » et à noter les réponses des élèves dans l'optique de faire émerger les trois états de l'eau accompagnés d'exemples (P3 EA 12à 14). Les connaissances des élèves sont mobilisées ici, non pas en tant que conceptions initiales qu'il s'agit de mettre au travail ni vraiment dans l'optique d'une évaluation formelle, mais davantage dans celle de faire participer les élèves à une forme d'échange qui se rapproche du cours dialogué.

16.1.3.4 Cas de P2

P2, quant à elle (séance sur les propriétés des solides et des liquides), précise dans l'entretien qu'elle « ne part pas toujours des représentations initiales des élèves » parce que parfois « ils n'en ont pas » :

> « [>P2]: voilà alors bah ça peut passer complètement à côté parce que ils peuvent s'intéresser à complètement autre chose qu'au sujet++ là je veux leur dire bah+ en fait voilà+ s'ils me les classent que par couleur je vais leur dire ben non+ j'ai amené ça parce que ya des solides et des liquides j'aimerais que vous essayiez de les classer+ et puis euh :: parce que/qu'on peut pas partir dans tout et n'importe quoi non plus+ je pars pas toujours de leur représentations initiales +des fois ils en ont pas hein (rires) » (P2 EA 57)

Pour cette séance précisément, P2 veut faire émerger ce que les élèves savent sur les solides et les liquides comme le montre l'exemple suivant :

> « et c'est de bah/ de partir de leur euh :: de leur euh : de ce que EUX[les élèves] ils peuvent me dire sur les solides et liquides++ c'est quoi pour EUX+ […] » (P2 EA 18)

Si P2 ne livre pas davantage d'informations sur les conceptions/représentations initiales des élèves, et notamment ce qu'elle compte en faire, la Figure 44 (p. 312) montre que sa fiche de référence donne quelques précisions supplémentaires. Le cadre grisé montre en effet une anticipation des réponses attendues à la question du professeur (« Qu'est-ce qu'un liquide ? Qu'est-ce qu'un solide ? »), mais il nous semble que la fiche va un peu au-delà de cette anticipation des réponses d'élèves puisqu'elle précise le rôle du maitre. Il consiste ici à « élargir le sens de solide ». Nous constatons qu'à ce stade de la séance, il ne s'agit pas de donner des définitions aux élèves mais d'enrôler ces derniers, d'éveiller leur curiosité vis-à-vis

des expériences à venir qui doivent leur faire découvrir qu'en sciences, le mot *solide* peut désigner autre chose qu'incassable.

Phase 1 **REPRÉSENTATIONS INITIALES**
Demi-classe • 5 min

- Les élèves découvrent l'organisation de la classe, les ateliers déjà en place.
- Nous allons réaliser plusieurs expériences pour étudier les solides et les liquides.
- ***Qu'est-ce qu'un liquide ? Qu'est-ce qu'un solide ?***
  Un liquide, c'est comme de l'eau, il coule et il mouille, on peut mettre son doigt dedans.
  Un solide, c'est dur, ça ne casse pas, je ne peux pas le traverser avec mon doigt.
- L'enseignant intervient pour élargir le sens de solide et permettre aux élèves de ne pas rester bloqués sur toute la séquence pour une question d'ambigüité de vocabulaire. ***L'adjectif solide peut signifier incassable, mais en sciences vous allez découvrir que ce mot désigne autre chose.***
- L'enseignant dévoile alors l'enjeu de la séquence : ***J'ai préparé différents matériaux. Je voudrais que vous fassiez différentes expériences pour savoir s'ils sont solides ou liquides.***
- L'enseignant montre et fait nommer les matériaux qui vont être étudiés.
- Il demande aux élèves lesquels sont des solides, lesquels sont des liquides.

Figure 44 : Extrait de la fiche de référence de P2 (Annexe 3 P2)

16.1.3.5 Cas de P1 et P4

Concernant P1 et P4, nous ne trouvons aucune référence aux conceptions/représentations initiales des élèves ni dans les fiches de référence ni dans les entretiens. Tous les deux pourtant, expriment leur vigilance à chercher dans les productions des élèves des éléments « intéressants », « exploitables » qui peuvent « servir » la mise au travail des savoirs, et nous interprétons de ces propos que les enseignants restent à l'écoute des propositions d'élèves pour y repérer, le cas échéant, des conceptions qu'ils peuvent ensuite mettre à l'épreuve. P1 par exemple, considère qu'une proposition « exploitable » doit permettre le débat, pour apprendre des choses :

> « […] quand je dis pas exploitable ça veut dire dont on ne pourra pas débattre derrière […] c'est pas exploitable pour apprendre des choses avec l'ensemble du groupe » P1 EP 95

Pour nous, cela semble indiquer que P1 cherche au travers des propositions des élèves, des conceptions qui méritent d'être mises en débat pour construire de nouveau savoirs.

16.2 Deux micro situations

Cette section commence par une description de deux micro situations analogues, identifiées chez P0, P1 et P2. Elle se poursuit par une analyse de chacune d'elles. D'abord la microsituation qui se rapporte à l'émergence de conceptions d'élèves, puis la microsituation qui se rapporte à l'exploitation de ces conceptions.

16.2.1 Description des micro situations

Nous relevons dans l'activité enseignante observable et dans les entretiens, des éléments analogues. Nous synthétisons dans le Tableau 65 ci-dessous, les deux micro situations : *émergence de conceptions d'élèves*, et *exploitation des conceptions d'élèves.*

<table>
<tr><th></th><th>Microsituation 1
Situation d'émergence des conceptions d'élèves</th><th>Microsituation 2
Situation d'exploitation des conceptions d'élèves</th></tr>
<tr><td>P0</td><td>P0 a spécialement prévu une phase de « questionnement » des élèves (phase 2 de son synopsis du prévu annexe 4) au cours de laquelle les élèves doivent préciser leurs choix et leurs prévisions quant au lieu choisi pour déposer leur glaçon. P0 s'attend à l'émergence de certaines conceptions d'élèves concernant les concepts de chaleur et de température qu'elle vise à mettre au travail. P0 laisse les élèves s'exprimer et aller « au bout » de leur pensée.</td><td colspan="2">Les conceptions d'élèves que P0 fait émerger concernent le « glaçon à l'eau chaude » et engagent davantage les élèves à se questionner sur les propriétés de ce glaçon à l'eau chaude que sur l'action de la température extérieure sur la fonte du glaçon.

P0 tente de ramener les élèves vers le plan de séance prévu et l'on constate que la mise au travail des conceptions d'élèves sur « le glaçon à l'eau chaude » est relégué à une autre séance dans laquelle P0 envisage de réaliser une expérience pour « prouver aux élèves qu'ils se trompent » mais elle ne verbalise aucune règle d'action permettant de traiter l'aspect conceptuel de ces propositions.</td></tr>
<tr><td>P1</td><td colspan="2">P1 a prévu que les élèves se questionnent en imaginant un protocole expérimental. Pour être davantage réceptif et réactif, il n'a volontairement pas cherché à anticiper les « questionnements » des élèves. P1 n'exprime pas explicitement rechercher l'émergence de « représentations ou conceptions initiales » des élèves, cependant, il cherche les « erreurs exploitables », celles qui selon lui, seront ensuite mises en débat pour construire le concept de propriété de la matière. P1 laisse les élèves s'exprimer et aller « au bout » de leur pensée, il les sollicite pour qu'ils verbalisent et clarifient leur pensée, afin que lui-même repère ce qu'il pourra exploiter ensuite.</td><td>P1 repère deux « erreurs exploitables » au travers des évènements « élasticité » et « vaporisation ».

P1 traite ces propositions d'élèves par une entrée méthodologique, afin de valider ou invalider les protocoles expérimentaux proposés, mais il ne mobilise aucune règle d'action pour en traiter l'aspect conceptuel.</td></tr>
</table>

P2	P2 prévoit 3 situations d'expérimentation pour que les élèves se questionnent sur les concepts de liquides et de solides afin d'en définir quelques propriétés caractéristiques (tri de différentes matières, approche sensorielle, transport et transvasement). Dans un premier temps, P2 laisse les élèves trier les différentes matières en « deux catégories » et exprimer librement leur pensée, elle les sollicite pour qu'ils proposent un nom pour chaque catégorie et s'attend à l'émergence du terme *dur* pour caractériser les solides. Pour les expérimentations suivantes, P2 laisse les élèves totalement libres et intervient très peu dans les échanges.	P2 rebondit sur la proposition des élèves d'appeler des solides « les durs » en leur demandant pourquoi ils disent les durs et en précisant « qu'en sciences on ne dit pas les *durs* on dit les *solides* ». Elle traite donc l'aspect lexical de la proposition mais ne mobilise aucune règle d'action pour en traiter l'aspect conceptuel.

Tableau 65 : Analyse situationnelle à l'échelle microscopique

Regardons à présent ce qu'une lecture de ce tableau, colonne par colonne, révèle d'une forme commune d'organisation de l'activité enseignante de guidage des apprentissages en situation d'ESFI.

16.2.2 Analyse de la micro situation 1

La première situation se rapporte à l'émergence de conceptions d'élèves en situation d'ESFI. Dans chaque cas étudié précédemment, nous repérons en effet, dans les propositions des élèves, des indices sur leurs conceptions scientifiques. Remarquons que ces indices émergent sans que les enseignants n'aient toujours formulé explicitement leur intention de faire émerger des conceptions d'élèves (P1 en particulier n'y fait jamais référence). Dans le cas de P0 : « un glaçon fabriqué avec de l'eau chaude fond plus vite qu'un glaçon fabriqué à l'eau froide » peut révéler une conception substantialiste de la chaleur ou l'idée que l'eau chaude et l'eau froide seraient des matières différentes. Dans le cas de P1 : « la vaporisation est une propriété de la matière » peut révéler une conception floue de la relation entre les concepts de transformation de la matière et de propriété de la matière. Dans le cas de P2 : « un solide c'est dur » peut révéler une conceptualisation très étroite du concept de solide.

L'analogie entre ces trois micro situations tient, selon nous, à la volonté exprimée par les enseignants de comprendre ce que les élèves comprennent de l'objet de savoir en jeu, d'identifier les erreurs ou confusions qui s'expriment pour pouvoir les mettre en débat. Autrement dit, cette micro situation (fortuite dans les cas de P0 et P1) révèle chez ces trois enseignants une Intentionnalité de s'appuyer sur des modèles d'enseignement (socio) constructivistes (I_{SOC}) pour faire construire à leurs élèves *des savoirs conceptuels* ($I_{SAV\text{-}C}$).

Revenons à présent sur cette notion de savoirs conceptuels.

16.2.2.1 Des savoirs conceptuels

Au sens philosophique du terme, précise Barth (2013, p. 80), le concept est « une pensée abstraite désignée par un (des) mot(s) qui se réfère(ent) à un ensemble de caractéristiques qui sont communes à une pluralité d'exemples ou de cas réels ». Selon cette auteure (*ibid,* p. 81), « c'est le processus de construire le sens d'un concept qui nous permet de distinguer les nuances, de comprendre, par les différences subtiles, en quoi une idée est différente d'une autre » afin d'étendre et de complexifier progressivement son réseau conceptuel[126]. Un savoir conceptuel peut alors se définir comme « une construction de l'esprit produite par l'activité humaine, qui permet de se représenter les objets du monde même en leur absence » Perron *et al.* (2020, p. 201).

Ainsi, les séances des trois professeurs P0, P1 et P2 portent toutes sur le *concept de matière* (liquide et/ou solide) au travers de différentes entrées. Pour P0 l'enjeu consiste à construire le concept de température et à le distinguer du concept de chaleur (P0 EP 112) afin de faciliter la compréhension du phénomène de fusion de la glace. Pour P1, l'enjeu consiste à construire le concept de propriété de la matière (P1 EP 37, 74). Pour P2, l'enjeu consiste à construire les concepts de liquide et de solide (P2 EP 22). L'évocation de ces enjeux montre l'intrication de nombreux concepts en relation avec le concept de matière. Pour mieux visualiser cette intrication nous construisons une carte de tous les concepts mobilisés ou mobilisables par l'un ou l'autre des enseignants au cours de la séance d'ESFI qu'il nous présente :

Figure 45 : Carte conceptuelle de la matière commune à P0, P1 et P2

L'idée de cette carte consiste non seulement à visualiser chacun des concepts en jeu dans les séances observées, mais également de rendre visible sa relation avec d'autres concepts proches (par exemple le concept de *fusion* appelle directement les concepts de solidification, de vaporisation et plus largement de transformation de la matière). La carte pourrait se voir complétée tout au long du parcours scolaire, de manière à étendre toujours davantage la conceptualisation du concept de matière. Nous pourrions par exemple y ajouter les concepts de vapeur d'eau, de compressibilité, de liquéfaction, de condensation. Les concepts de

[126] Par « réseau conceptuel », nous entendons l'ensemble des concepts liés les uns aux autres, et dont une meilleure compréhension de l'un permet d'étendre sa compréhension d'un autre.

pression ou d'énergie pourraient également apparaitre lorsqu'il s'agit de préciser certaines notions au sujet des transformations de la matière.

Reprenons à présent chaque cas (P0, P1 et P2), et regardons ainsi les concepts qu'ils mobilisent dans leur leçon.

16.2.2.2 Le cas de P0

Dans le cas de P0, nous constatons par exemple que l'enseignante voulait faire émerger les conceptions d'élèves sur la chaleur afin d'amener ces derniers à différencier la sensation de chaleur de la mesure de la température. Le but consiste à construire des savoirs sur les transformations de la matière (notamment la fusion de la glace en eau). Ces concepts apparaissent en couleur sur la partie A de la Figure 46 ci-dessous.

Comme nous l'avons montré (§ 15.1.4, p. 234), P0 réagit à la proposition d'un élève qui précise qu'il faut prendre de l'eau *froide* pour faire un glaçon, et l'on constate que les questions posées par P0 déplacent les interactions vers une autre transformation de la matière (solidification de l'eau en glace et non fusion de la glace en eau), voire, vers les propriétés de la matière (propriétés du « glaçon à l'eau chaude »). Ces concepts apparaissent en couleur sur la partie B de la Figure 46 (ci-dessous). Les flèches sur la figure indiquent les directions de la carte conceptuelle vers lesquelles les interactions enseignantes/élèves se déplacent.

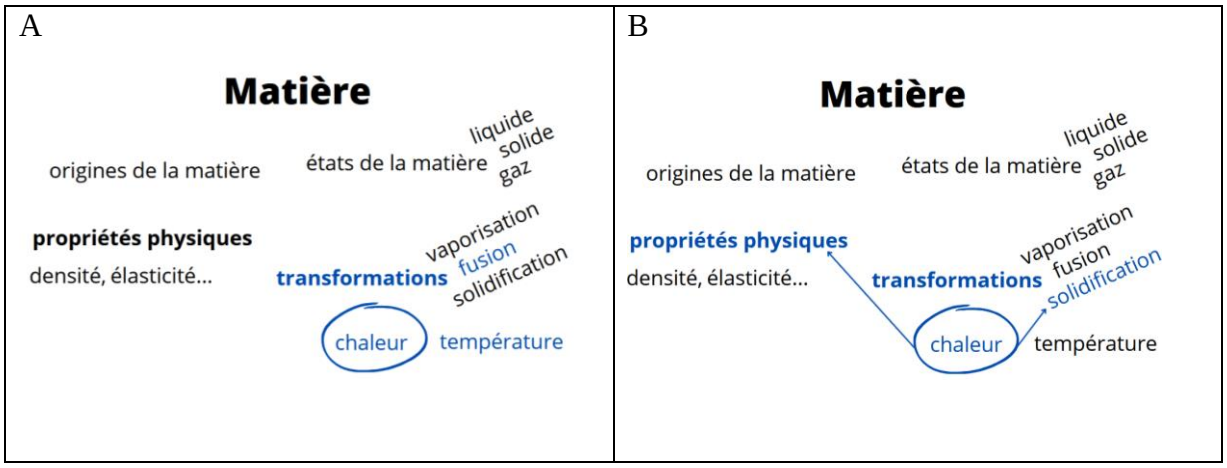


Figure 46 : Concepts plus spécifiquement mis en jeu dans la séance de P0

16.2.2.3 Le cas de P1

Après un rappel sur les états de la matière et les différentes origines de la matière, P1 centre la situation de classe sur le concept de propriété de la matière (en couleur sur la partie A de la Figure 47 (p. 317). La production du groupe élasticité pointe un niveau de compréhension du concept d'élasticité différent de celui de l'enseignant, ce qui suggère d'étendre le sens du concept d'élasticité. La production du groupe vaporisation se situe quant à elle dans une autre zone de la carte conceptuelle, celle des transformations de la matière. Ces concepts apparaissent en couleur sur la partie B de la Figure 47. Les flèches sur la figure indiquent les

directions de la carte conceptuelle vers lesquelles les interactions enseignantes/élèves se déplacent.

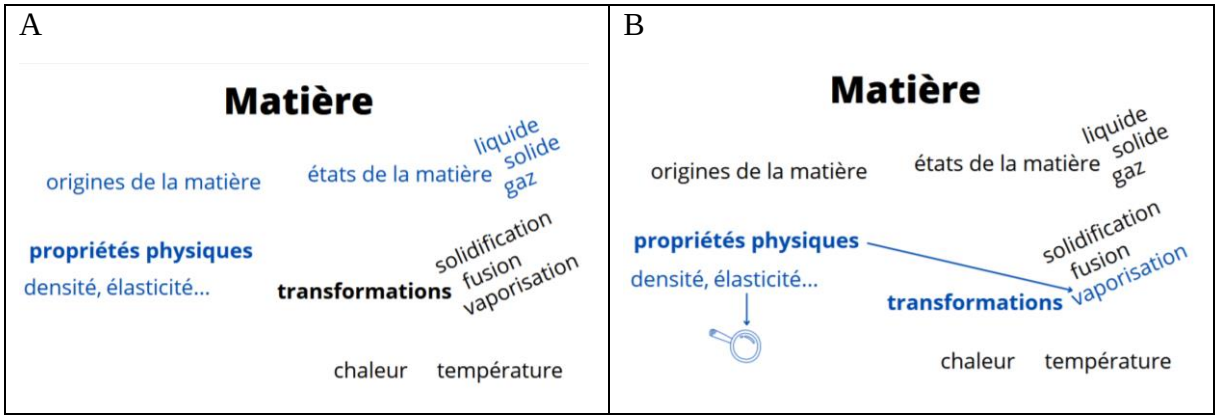


Figure 47 : Concepts plus spécifiquement en jeu dans la séance de P1

16.2.2.4 Le cas de P2

Dans le cas P2, les concepts visés sont ceux de liquide et de solide, que l'enseignante envisage de mettre en relation. Nous les indiquons en couleur sur la Figure 48 ci-dessous. Cette fois, les interactions enseignantes/élèves restent centrées sur ces deux concepts, bien qu'elles ne permettent pas de questionner ni de faire évoluer les conceptualisations des élèves (cf. § 15.3.5, p. 290).

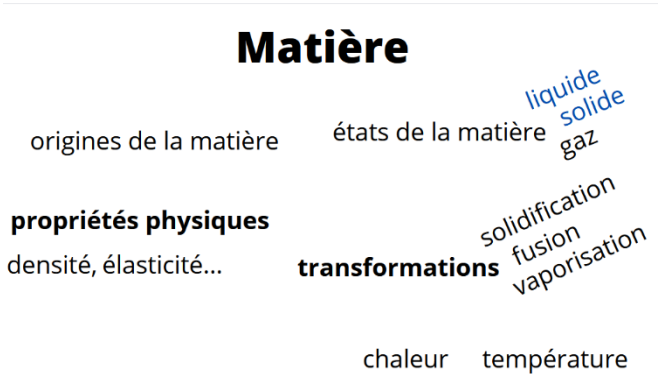


Figure 48 : Concepts plus spécifiquement en jeu dans la séance de P1

16.2.2.5 Conclusion

En conclusion de cette micro situation, nous constatons donc qu'une forme commune d'organisation de l'activité se dessine chez ces trois enseignants expérimentés. Les trois visent la construction d'un savoir conceptuel, et pour cela, ils mobilisent des modèles d'enseignements-apprentissages (socio) constructivistes qui engagent leurs élèves dans des expérimentations (P0, P2) ou dans des préparations d'expérimentation (P1), de manière à ce que ces derniers se questionnent. Tout en s'assurant de l'implication des élèves, les

enseignants les laissent alors très libres dans leur réflexion et cherchent à identifier les propositions d'élèves « exploitables », « intéressantes » pour conduire, dans un second temps, les élèves vers le savoir visé.

Nous constatons également que les interactions enseignants/élèves peuvent facilement déplacer la discussion vers différentes zones du réseau conceptuel de la matière. En termes d'organisation de l'activité enseignante, nous remarquons en effet que P0 et P1 se trouvent confrontés à tel déplacement de la focale. S'ils laissent s'exprimer ce qu'ils reconnaissent comme des « représentations » (P0), ou des « erreurs » des élèves (P1), nous constatons qu'ils ne s'appuient pas sur ces propositions pour rendre explicites les relations entre les différents concepts (fusion/solidification dans le cas de P0, propriété de la matière/transformation de la matière dans le cas de P1).

Nous constatons enfin, grâce à la reconstruction d'un espace des possibles, que les trois enseignants perçoivent des indices qui, de notre point de vue, s'avèrent pertinents pour faire construire des savoirs conceptuels. L'analyse de la micro situation 2 doit nous permettre à présent de voir si une forme d'organisation commune à ces trois enseignants expérimentés se dessine également dans leur manière de traiter ces indices pour guider les apprentissages.

16.2.3 Analyse de la micro situation 2

Si P1 et P2 traitent les indices précédemment relevés au cours de la micro situation 2, nous constatons que P0 pour sa part, reporte ce traitement à « une autre séance » (TdP 180, 182, 176, 178, 198, 219, 221, 225 – Annexe 17 P0). Pour elle, il faut « lutter contre » les « croyances » des élèves » (P0 EA 11, 81), et la règle d'action qu'elle anticipe pour cela consiste à leur « prouver qu'ils se trompent » par une expérience (p. ex. P0 EP 97, 101, 104, 105, 106). Pour P1 également, l'expérience a valeur de preuve (p. ex. P1 EP 7, 9, 15), et l'on retrouve encore cette idée dans une moindre mesure chez P2 (P2 EA 4).

Si nous comparons alors plus spécifiquement l'organisation de l'activité de P1 et P2 dans cette micro situation, nous constatons que les dynamiques de leurs intentions de construire un savoir conceptuel révèlent un changement de paradigme à l'échelle microscopique de l'organisation de leur activité. Ainsi, si les deux enseignants s'appuient sur les indices relevés pour apporter un savoir (méthodologique dans le cas de P1 et langagier (ou lexical) dans le cas de P2), le savoir visé a changé de nature et il n'est pas conceptuel. Or, comme les enseignants discutent ou font discuter les élèves sur leurs propres propositions, ils n'identifient pas ce changement de paradigme et pensent qu'ils guident la construction du savoir conceptuel initialement visé. Autrement dit, aucun d'eux ne mobilise de règle d'action permettant de construire le savoir conceptuel initialement visé. Nous pouvons conclure que ces deux enseignants, alors qu'ils perçoivent des indices pertinents[127] pour permettre la construction des savoirs conceptuels visés, subissent un effet que nous pourrions qualifier

[127] Selon nos reconstructions d'espaces des possibles.

d'effet Canada Dry, en écho à Astolfi (2008). C'est-à-dire qu'ils formulent l'Intentionnalité de construire des savoirs conceptuels en s'appuyant sur des méthodes d'enseignement de type (socio) constructivistes, ils organisent leur séance de manière à proposer différentes situations qui permettent la construction de ces savoirs conceptuels, ils repèrent dans les propositions des élèves des indices pertinents pour construire ces savoirs conceptuels, ils discutent ou font discuter ces indices à la classe en pensant faire construire ces savoirs conceptuels, mais in fine, les savoirs enseignés ou appris sont d'une autre nature. Nous constatons, en outre, que ces savoirs sont apportés de manière « autoritaires » – pour reprendre la formule de Bourdieu – et ne permettent pas la construction des concepts visés. De plus, ces enseignants ne semblent pas le percevoir.

Pour résumer notre analyse de cette micro situation nous pouvons avancer que chez ces trois enseignants, une forme commune d'organisation des pratiques d'ESFI émerge. En effet, bien que ces professeurs des écoles expérimentés soient issus de formations initiales différentes (un scientifique et l'autre non) et enseignent à des niveaux de classe différents, leur activité de préparation de séance semble s'organiser selon un paradigme constructiviste visant très explicitement le questionnement des élèves. Les formes d'organisation de leur activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI diffèrent cependant quelque peu. D'un côté, P1 et P2 ne mobilisent pas de règles d'action qui leur permettent de construire le savoir conceptuel visé, ce qui les amène à recourir à un argument d'autorité, nous amenant à considérer qu'ils agissent selon un paradigme ontologique (Jonnaert, 2002) à l'échelle microscopique d'organisation de leur activité de guidage des apprentissages. De l'autre, P0 ne mobilise pas d'argument d'autorité et fait au contraire preuve d'une grande réticence didactique. Cependant, les conceptions d'élèves qu'elle fait émerger ne portent pas sur le concept qu'elle vise de faire construire. L'analogie entre ces trois cas tient au fait que le savoir conceptuel visé n'est jamais explicitement mis au travail.

Le chapitre suivant propose une synthèse de l'ensemble de nos résultats.

Chapitre 17
SYNTHESE

Cette thèse est construite autour de quatre questions de recherche. Nous rappelons ici chacune d'elle et synthétisons nos résultats de recherche afin d'y apporter des réponses.

Question 1 : Quel rôle joue le système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées, en situation d'ESFI (préparation et mise en œuvre), à l'école élémentaire française ?

Nous avons montré que les trois instances intentionnelles du système (I_o, I, i) sont très dépendantes les unes des autres. I_o est première et semble remplir la fonction de mettre un terme au raisonnement sur les buts à atteindre. En effet, les prescriptions primaires, et notamment les programmes, désignent les savoirs à enseigner. Les prescriptions secondaires (notamment les fichiers destinés aux enseignants) précisent ce raisonnement au travers des séquences d'enseignement qu'ils proposent. Nous constatons que les enseignants de notre panel s'emparent de ces séquences, précisément parce qu'elles ont mis fin au raisonnement sur les fins. Leurs Intentionnalités leur permettent alors d'engager leur raisonnement sur les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces buts. C'est-à-dire qu'ils jugent par eux-mêmes et au regard de leur expérience professionnelle, les moyens qu'il leur semble pertinent de mettre en œuvre pour atteindre ces buts. Ce raisonnement détermine leurs attentes et leur permet, en situation de classe, d'identifier des indices qui les amènent à préciser leurs intentionnalités en intentions didactiques de manière à coordonner leurs propres intentions à celles des élèves. Le rôle des intentions didactiques consiste à contrôler le résultat de l'activité enseignante (au regard des conditions de satisfaction de ses intentions), et à guider l'agir enseignant en lui permettant sans cesse de s'adapter à son environnement de travail (par des actualisations de plus en plus fines des intentions et par des régulations).

L'analyse de ce système intentionnel (I_o, I, i) montre en outre que le rôle de I_o semble aller au-delà d'une simple détermination des savoirs à enseigner et des buts à atteindre. En effet, d'après nos résultats, I_o semble déterminer la structure conceptuelle d'une situation d'ESFI et influencer les décisions des enseignants y compris à une échelle microscopique. Nous nous gardons cependant de généraliser ces résultats qui portent sur un nombre restreint d'enseignants.

Question 2 : Qu'est-ce que l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés, à l'aide du modèle InDIS, révèle de l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI ?

La mise au travail du modèle InDIS nous permet de caractériser en partie le réseau intentionnel des enseignants[128] de notre panel et d'identifier des catégories d'Intentionnalités qui leur sont communes. Elle nous permet, en outre, dans le cas de P0, P1 et P2, de décrire un processus de passage d'une Intentionnalité à une autre (Par exemple de I_{IMP} à I_{EXPL} Figure 33, p. 235, mais aussi $I_{SAV\text{-}C}$ à $I_{SAV\text{-}M}$ § 15.2.7, p. 278, ou encore $I_{SAV\text{-}C}$ à $I_{SAV\text{-}L}$ § 15.3.7, p. 300). En termes de guidage des apprentissages, ces processus soulignent le fait que les savoirs conceptuels visés ne sont jamais mis au travail dans les séances de ces enseignants ($I_{SAV\text{-}C}$ ne s'actualise pas en $_{iSAV\text{-}C}$). Autrement dit, P0, P1 et P2, ne mobilisent pas, en situation de classe, de règles d'action permettant de guider la construction de savoirs conceptuels. Ils ne semblent pas avoir construit, au cours de leur expérience professionnelle, de règles d'actions opérationnelles pour accompagner le passage d'un registre empirique à un registre théorique, et ne distinguent peut-être pas explicitement les enjeux associés à chaque type de savoir.

Ces phénomènes, semblent particulièrement marqués dans les phases que ces enseignants nomment « synthèse », « mise en commun » ou « présentation des travaux de groupe/restitution ». De notre point de vue, cette non-actualisation de $I_{SAV\text{-}C}$ met au jour une perte de densité épistémique au cours de la séance, mais du point de vue des trois enseignants pour lesquels nous avons reconstruit les dynamiques intentionnelles, le fait de satisfaire d'autres Intentionnalités semble les empêcher de faire le lien entre le but visé, les moyens mis en œuvre et les résultats de leur activité.

La mise au travail du modèle InDIS montre, en outre, que P1 et P2 semblent agir selon un paradigme épistémologique socioconstructiviste aux échelles macroscopique et mésoscopique d'organisation de leur activité, et selon un paradigme ontologique (Jonnaert, 2002) à l'échelle microscopique. Ces changements de paradigme ne semblent ni volontaires ni identifiés par ces enseignants, et s'associent à une difficulté[129] à identifier le potentiel didactique de la situation. Nous soulignons que cette difficulté identifiée par le chercheur ne semble pas reliée uniquement aux connaissances scientifiques de l'enseignant puisque la même difficulté est constatée dans le cas de P1 qui a bénéficié d'une formation initiale scientifique et dans le cas de P2 qui a bénéficié d'une formation initiale non scientifique. Elle pourrait, en revanche, être reliée à une identification floue des savoirs à enseigner sur la matière dans les programmes 2020.

[128] Nous n'avons pas de prétention à une caractérisation exhaustive, mais du moins, à la mise au jour des Intentionnalités relatives à l'enseignement-apprentissage en situation d'ESFI.
[129] Difficulté du point de vue du chercheur, mais non perçue par les enseignants.

Question 3 : Le modèle InDIS permet-il de rendre compte des savoirs d'expérience construits par les professeurs des écoles en situation d'ESFI ?

Nos résultats montrent la capacité du modèle InDIS à : 1/ mettre en relation des invariants opératoires mobilisés par un enseignant avec les règles d'action qu'il met en œuvre, relativement à un indice perçu en situation d'ESFI ; 2/ mettre en relation l'activité réalisée avec ce que l'enseignant voulait faire et ce qu'il aurait pu ou voulu faire. Le modèle permet donc de caractériser ce qui fait agir l'enseignant en situation de classe, à tel moment et de telle manière, c'est-à-dire de mettre au jour ses savoirs d'expérience.

La mise au travail du modèle InDis révèle, en outre, sa capacité à mettre au jour le potentiel de développement d'une situation d'ESFI. En effet, en soulignant la non actualisation d'une I en i en situation d'ESFI (ici : $I_{SAV\text{-}C}$ en $i_{SAV\text{-}C}$, dans les cas de P1 et P2) alors que les conditions étaient réunies[130] pour permettre cette actualisation, le modèle permet de réinterroger le lien entre le but visé, les moyens mobilisés et le résultat de l'activité enseignante.

La reconstruction des dynamiques intentionnelles à l'aide du modèle InDIS pourrait donc s'avérer utile pour les enseignants en tant qu'outil d'analyse de leurs pratiques de l'ESFI. Elle pourrait en effet permettre à ces derniers de mieux comprendre l'organisation de leur activité de conduite des apprentissages, et en particulier, d'identifier leur positionnement épistémologique et les changements de paradigme qu'ils opèrent. Cela leur donnerait peut-être la possibilité d'analyser différemment les résultats de leur activité au regard de ce qu'ils voulaient faire et des moyens qu'ils ont mis en œuvre afin qu'ils développent leur répertoire de règles d'action mobilisables.

Question 4 : Observe-t-on des dynamiques intentionnelles similaires entre les différents cas de notre espace de cas, et lesquelles ?

Nous constatons que la structure conceptuelle d'une séance d'ESFI semble être la même pour tous les enseignants de notre panel, c'est-à-dire que chacun identifie l'activité à réaliser à partir des mêmes éléments (questionnement, expérimentation, conceptions/représentations des élèves). Ces éléments nous semblent alignés sur les injonctions des programmes telles que nous les avons caractérisées. Nous retrouvons ainsi une survalorisation de l'expérimentation voire une confusion entre les notions d'expérimentation et d'investigation et un appui très peu marqué sur les conceptions des élèves. En outre, les différentes interprétations des enseignants sur la notion de questionnement (§ 16.1.1.7, p. 307) nous semblent faire écho au flou que nous avons relevé sur la notion de questionnement dans les programmes (§ 13.3.1, p. 186).

En termes de dynamiques intentionnelles, nos résultats relatifs à P0, P1 et P2, montrent que ces trois enseignants expérimentés visent la construction de savoirs conceptuels et repèrent

[130] Selon l'espace des possibles.

en situation de classe des indices pertinents pour guider la construction de ces savoirs. Toutefois, ils ne mobilisent pas de règles d'action permettant ce guidage. En outre, nous constatons que l'actualisation en situation d'ESFI d'autres Intentionnalités que $I_{SAV\text{-}C}$ semble procurer, chez ces trois enseignants, le sentiment d'avoir atteint leur but.

La partie suivante discute ces résultats.

Partie 4

DISCUSSION

« Les savants se proposent toujours de manière explicite de résoudre les problèmes en élaborant des théories qui permettront de leur apporter des solutions : en expliquant, par exemple, des observations inattendues qui demeuraient inexpliquées. Mais toute théorie inédite qui présente un intérêt réel donne naissance à des problèmes nouveaux... Et sa fécondité tient essentiellement aux problèmes nouveaux qu'elle suscite »

Popper (1985 [1963], p. 329)

Dans cette dernière partie de notre travail de recherche doctorale, nous discutons les résultats de nos analyses.

Le Chapitre 18 discute de la pertinence du modèle InDIS et des questions théoriques que ce modèle soulève : quelle différence entre anticipations dans le schème et conditions de satisfaction d'une intention ? L'invariant opératoire est-il avant tout opératoire ou invariant ? Quelle pertinence des choix réalisés pour reconstruire les différentes instances intentionnelles et quel écho dans la littérature scientifique ?

Le Chapitre 19 reprend chaque résultat empirique et le discute au regard de la littérature scientifique : formes de guidage observées et en particulier guidage conceptuel, patchwork épistémologique mis au jour, savoirs d'expérience et potentiel de développement professionnel d'une situation de travail.

Le Chapitre 20 présente quelques considérations déontologiques qui questionnent trois entrées spécifiques : jusqu'à quel point la pratique ordinaire est *ordinaire* ? Quelle place est laissée aux enseignants dans les analyses ? Quels sont les référents interprétatifs du chercheur ?

Le Chapitre 21 est conclusif. Il dresse un bilan des apports et des limites de ce travail de recherche doctorale et des perspectives qu'il ouvre.

Chapitre 18
DISCUSSION THEORIQUE

Dans ce travail de recherche doctorale, nous avons proposé un modèle théorique (le modèle InDIS) qui permette de répondre à nos questions de recherche. Cette proposition mérite, selon nous, d'être discutée afin de souligner ce qu'elle apporte aux analyses des pratiques enseignantes expérimentées, et de dégager des pistes d'approfondissement qui permettent d'affiner le modèle. Nous abordons donc, dans un premier temps l'intérêt et les questions que soulève notre proposition théorique. Nous discutons ensuite des reconstructions des éléments de schèmes, puis des reconstructions des différentes formes d'intentions et de leurs dynamiques.

18.1 De notre proposition théorique

Pour mieux comprendre l'activité de guidage des professeurs des écoles expérimentés en situation d'ESFI (Q2) et rendre compte de leurs savoirs d'expérience (Q3), nous avons proposé et mis à l'épreuve le modèle InDIS. Ce modèle articule le modèle du schème décrit par Jameau (2021) pour analyser l'organisation de l'activité enseignante en situation d'ESFI et le modèle de l'Intentionnalité proposé par Portugais (1998). Dans cette section, nous discutons de l'intérêt du modèle InDIS au regard des résultats obtenus et nous ouvrons quelques pistes de réflexion pour faire évoluer le modèle.

18.1.1 Pertinence du modèle InDIS

Nos analyses montrent que la reconstruction d'éléments de schèmes nous aide à caractériser les différentes formes d'intentions d'un enseignant et à préciser l'activité mentale de ce-dernier lors de la transformation d'une Intentionnalité (I) en intentions didactiques (i). Autrement dit, les éléments de schèmes contribuent à la reconstruction des dynamiques intentionnelles. Par nos analyses, nous montrons que le recours au modèle InDIS nous permet de décrire en partie le réel de l'activité et d'identifier explicitement certaines contraintes sociales et institutionnelles (I_o) qui pèsent sur le projet personnel de chaque enseignant. En outre, ce modèle nous permet de rendre compte de continuités et de discontinuités entre les différentes échelles d'organisation de l'activité. La reconstruction des dynamiques intentionnelles, qui correspond à une description de l'actualisation d'une Intentionnalité en intentions didactiques, souligne en effet la continuité d'une intention dans le temps (de I à i),

et les changements de paradigme épistémologique mis au jour par le modèle InDIS soulignent des discontinuités.

Ces résultats nous amènent à constater la robustesse du modèle pour :

1/ mettre au jour des processus de passage d'une Intentionnalité à une autre.

2/ mettre au jour le positionnement épistémologique des enseignants lorsqu'ils agissent en situation d'ESFI, ainsi que les éventuels changements de paradigme épistémologique qu'ils opèrent entre les différentes échelles d'organisation de leur activité. Le modèle InDIS permet, en outre, de constater que ces changements de paradigme, lorsqu'ils sont observés par le chercheur, ne semblent ni volontaires ni identifiés par les professeurs concernés, et s'accompagnent de règles d'actions qui ne permettent pas de guider les apprentissages conceptuels.

3/mettre au jour des corrélations entre l'organisation de l'activité enseignante et les injonctions institutionnelles et sociales qui leur sont adressées.

4/ mettre au jour non seulement des savoirs d'expérience, mais aussi le potentiel de développement professionnel d'une situation d'ESFI.

D'un point de vue théorique, remarquons que pour Vergnaud (2007, p. 7), « les invariants opératoires organisent la recherche de l'information pertinente en fonction du problème à résoudre et du but à atteindre, et pilotent les inférences ». Dans un modèle dynamique des intentions c'est l'intention préalable[131] qui permet de reconnaitre les conditions de déclenchement de l'action, autrement dit, de reconnaitre les indices pertinents pour guider et contrôler l'action jusqu'à son terme relativement à l'objet visé. La proposition théorique que nous portons avec le modèle InDIS nous semble donc cohérente avec ce commentaire de Vergnaud. Celui-ci nous permet, de plus, de considérer que le mode psychologique (M) de l'Intentionnalité organise la recherche des indices pertinents pour agir. Soulignons cependant qu'à ce stade de notre réflexion nous assimilons mode psychologique à invariant opératoire et il nous semble nécessaire d'affiner ce point, de manière à bien comprendre les nuances portées par chaque terme en fonction des champs de recherche qui les mobilisent, afin de ne pas opérer une réduction abusive.

Remarquons ensuite que pour Vergnaud (1996, p. 285), les règles d'action « sont en fait des règles de conduite puisqu'elles engendrent non seulement l'action au sens strict (qui est une transformation de ce qui est donné), mais aussi la prise d'information et le contrôle ». Selon nous, le modèle InDIS apporte une nuance sur ce point. En effet, la mise à l'épreuve du modèle suggère que la prise d'informations serait engendrée par le mode psychologique de l'Intentionnalité et que le contrôle serait dépendant des conditions de satisfaction de l'Intentionnalité, et non des règles d'actions engendrées. Pour illustrer ce propos, revenons à l'incident critique de P0 (§ 15.1.5, p. 236). Nous observons à ce moment de la séance, que

[131] Que nous reconnaissons sous le terme d'Intentionnalité.

l'enseignante questionne les élèves à tel point qu'elle semble, dans une certaine mesure, perdre le contrôle de la situation d'interaction. Selon nous, si la règle d'action permettait la prise d'information et de contrôle, alors P0 aurait pu arrêter de questionner les élèves une fois que ceux-ci avaient apporté les informations attendues (un glaçon c'est de l'eau à l'état solide). Or P0 continue de questionner les élèves, mais cette fois, elle questionne la nécessité de prendre de l'eau froide pour faire un glaçon. L'objet de son intention n'est plus le même, autrement dit, elle ne poursuit plus le même but. Il s'agit cette fois de faire émerger des conceptions d'élèves sur la fabrication d'un glaçon, et non plus de faire verbaliser qu'un glaçon c'est de l'eau à l'état solide. Le modèle InDIS nous permet de comprendre que ce but a changé parce que P0 a pris en compte un indice qu'elle a reconnu comme pertinent pour satisfaire son Intentionnalité de faire émerger des conceptions d'élèves sur la fabrication d'un glaçon (un élève dit : « il faut de l'eau froide »). P0 a basculé d'une intention didactique à une autre. Cet exemple semble confirmer, comme l'avance Vergnaud (*ibid.*) que les règles d'action « engendrent l'action au sens strict ». En revanche, il suggère que la prise d'informations et le contrôle sont engendrées par les conditions de satisfaction de l'Intentionnalité.

Une nouvelle question se pose alors : y-a-t-il un lien, et lequel, entre les conditions de satisfaction d'une intention et les anticipations telles qu'elles sont pensées dans le modèle du schème ? La section suivante apporte quelques éléments de discussion sur ce point.

18.1.2 Anticipations versus conditions de satisfaction

Pour Vergnaud, l'anticipation permet « une certaine simulation du réel » (2007, p. 2), c'est pourquoi il l'associe au but du schème. Prenant l'exemple de l'athlète qui saute à la perche, l'auteur souligne ainsi que les buts, sous-buts et anticipations précèdent et accompagnent le mouvement de l'athlète. Il souligne ainsi la fonction prédictive de l'anticipation. Jameau (2012, p. 194) renforce cette idée en précisant que « la dimension anticipation est le résultat de la construction d'incidents prévus ». Ainsi, Jameau précise que l'expérience vécue par l'enseignant permet à ce dernier d'anticiper plus précisément le résultat de son activité lorsqu'il se retrouve dans une situation similaire.

Ainsi, pour Jameau, il est nécessaire de « rendre visibles les anticipations, en les dissociant du but et des sous-buts » du schème (2012, p. 81). Pour l'auteur, en effet, les anticipations « permettent d'observer [les] actions [de l'enseignant], face à des réponses ou des attitudes d'élèves. » Jameau (*ibid.*) ajoute que « la description de ce qui se passe dans la classe est affinée par comparaison avec ces anticipations qui nous aident aussi, lors des entretiens, à analyser l'activité de l'enseignant, notamment du point de vue des régulations qu'il met en place ».

C'est ce point que nous discutons car selon nous, lorsque l'enseignant anticipe telle ou telle réponse des élèves, il se prépare à relever certains indices. Autrement dit, il anticipe une réponse d'élève possible, voire la réponse qu'il pourra apporter à cette réponse d'élèves.

L'anticipation permet donc à l'enseignant d'envisager différents cas de figure qui lui permettent de réguler son activité de guidage des apprentissages *au regard du but qu'il poursuit*. Cependant, lorsque le but de l'enseignant change en situation de classe, nous ne parvenons pas à identifier les anticipations des enseignants. Ainsi, pour reprendre l'exemple précédent, lorsque P0 cherche à faire émerger des conceptions d'élèves sur la fabrication des glaçons alors qu'elle n'avait pas vraiment prévu de le faire (§ 15.1.5, p. 236), la seule anticipation que nous relevons relativement à ce but, est que P0 s'attendait à ce que certains élèves ne sachent pas qu'un glaçon c'est de l'eau. Cette anticipation ne nous semble pas suffisante pour nous permettre de comprendre l'organisation de l'activité enseignante en situation de classe. En effet, nos analyses montrent que P0 ne sait pas, au moment où elle questionne les élèves, à quoi vont aboutir les interactions. En revanche, nous identifions le tour de parole qui permet de mettre fin à l'interaction (un élève explique qu'un glaçon fabriqué à l'eau chaude va fondre plus vite qu'un glaçon fabriqué à l'eau froide). Cet évènement nous permet de reconstruire la condition de satisfaction suivante : *cette proposition va pouvoir donner lieu à une expérimentation*, qui caractérise l'intention didactique de P0 (*faire émerger des conceptions d'élèves sur les glaçons*) lorsqu'elle mobilise la règle d'action : *questionner les élèves.* Il nous semble donc que les notions d'*anticipation* et de *conditions de satisfaction* ne se recoupent pas complètement et nécessitent d'être précisées pour affiner le modèle InDIS.

Nous proposons à présent de discuter notre reconstruction des éléments de schèmes.

18.2 Reconstructions des éléments de schèmes

Pour reconstruire les *schèmes de conduite des apprentissages* en situation d'ESFI ou *schèmes de régulation des interactions didactiques* en situation d'ESFI, notre démarche est de type buttom-up. Cela signifie que nous identifions, pour commencer, des éléments de schèmes dans les traces de l'activité enseignante, pour ensuite les attribuer à des schèmes que nous caractérisons selon leur but. Plus concrètement, l'activité observable des enseignants nous permet de reconstruire leurs règles d'action en situation de classe, de percevoir quelques indices pris en compte par ces derniers, et d'inférer les buts effectivement poursuivis, parfois différents de ceux annoncés en amont de la séance. Les entretiens, quant à eux, nous permettent d'accéder à une part de l'activité mentale des enseignants, notamment aux anticipations et aux inférences que font ces derniers. Les entretiens nous permettent donc de reconstruire certains invariants opératoires, mais aussi de confirmer, d'infirmer ou de compléter nos propres inférences sur les buts effectivement poursuivis en situation de classe, et sur les indices effectivement perçus et pris en compte par les enseignants. Trois éléments peuvent alors être soumis à la discussion.

Tout d'abord, la difficulté d'identifier sans équivoque chaque élément d'un schème et notamment les invariants opératoires. Vergnaud *et al.* (1983) soulignent en effet que les composantes d'un schème sont liées entre elles. Ainsi, lorsque nous décrivons l'activité observable sous forme d'une règle d'action : « *si* indice, *alors* verbe d'action (A) », nous pouvons tout à la fois reconstruire l'invariant opératoire : « *il est pertinent de* : verbe d'action (A), *pour* atteindre tel but », puisque nous considérons *a priori* que si l'enseignant fait (A), c'est qu'il juge pertinent de le faire dans cette situation pour atteindre tel but. Mais qu'entend-on par invariant opératoire ? L'invariant opératoire est-il principalement invariant ou principalement opératoire ?

Selon nous, cette question vaut d'être posée car les termes *invariant* et *opératoire* regroupés dans une seule expression traduisent la double fonctionnalité que Vergnaud *et al.* (1983) assignent au schème : une fonction de capitalisation et une fonction de créativité. Il nous semble donc que le terme *invariant* permet de mettre en lumière la fonction de capitalisation du schème, c'est-à-dire ce que l'enseignant fait « toujours », « souvent », « d'habitude » ou « en général ». Nous pouvons donc repérer des *invariants* de la pratique au travers des discours des enseignants lorsqu'ils emploient de tels termes pour commenter leur propre activité. C'est ce que nous avons réalisé, et à l'instar de Magendie (2019), nous constatons que des invariants opératoires émergent, tant au cours des entretiens *ante* vidéo que dans les entretiens *post* vidéo. Ces invariants sont *opératoires* s'ils sont effectivement mobilisés pour atteindre tel ou tel but. Lorsqu'ils sont relatifs à des buts assez généraux – c'est-à-dire des buts qui pourraient être visés dans n'importe quelle situation d'ESFI (échelle macroscopique d'organisation de l'activité), ou dans n'importe quelle situation d'enseignement portant sur tel objet précis (échelle mésoscopique d'organisation de l'activité) – nous les identifions comme éléments constitutifs de « gros schèmes » (Pastré, 1997). Lorsqu'ils portent sur des buts très précis ou très spécifiques de l'interaction en cours (échelle microscopique de l'organisation de l'activité), nous les identifions comme des éléments constitutifs de « petits schèmes ». C'est à cette échelle, l'échelle des interactions, qu'émerge l'imprévisibilité (Pastré *et al.*, 2006), et l'enseignant lorsqu'il rencontre un imprévu[132] va, soit construire un nouveau concept en acte ou théorème en acte, soit en mobiliser un existant déjà dans son répertoire de schèmes. Dans tous les cas, l'enseignant développe un schème[133], c'est-à-dire qu'il augmente ses possibilités d'agir dans une situation similaire puisqu'il s'appuie sur des ressources qu'il ne mobilisait pas auparavant dans cette situation. Ainsi, lorsque nous décrivons l'organisation de l'activité enseignante à l'échelle microscopique en nous focalisant sur les incidents critiques, c'est surtout la fonction créative du schème que nous cherchons à documenter. Dans ce cas, *l'invariant opératoire* est un concept-en-acte ou théorème-en-acte qui se trouve *opératoire*, avant de pouvoir être considéré comme *invariant*.

[132] « Nous appelons un imprévu une situation de classe qui n'a pas été anticipée par le professeur » (Jameau, 2012, p. 52)
[133] C'est un des résultats de la thèse de Jameau (2012).

Ensuite, si nous parvenons à reconstruire des schèmes *de guidage des apprentissages en situation d'ESFI (ou schèmes de régulation des interactions didactiques en situation d'ESFI),* nous gardons à l'esprit que nous n'accédons à l'activité mentale des enseignants en situation de classe qu'au travers des entretiens et donc au travers de leurs discours sur leur propre activité. Or, ces discours s'ils donnent à voir certains aspects de l'activité mentale, ne sont pas cette activité mentale et cela soulève parfois quelques doutes sur la validité du rappel stimulé comme moyen d'accès aux pensées interactives (Yinger, 1986). Maurice (2002) se demande également si nos processus cognitifs sont accessibles par l'introspection. La question fondamentale, pour cet auteur, consiste alors à savoir si les pensées exprimées par l'enseignant lorsqu'il est confronté au film de son activité sont rappelées par stimulus parce qu'elles sont encore dans sa mémoire, ou si elles sont reconstruites grâce au contexte de confrontation à la vidéo de la séance qui est très différent de la situation vécue. Ainsi, malgré toutes les précautions méthodologiques prises lors des entretiens *en autoconfrontation explicitante*, nous ne pouvons que minimiser mais pas écarter totalement, la possibilité d'effets de reconstructions par les enseignants de leur propre activité. Calmettes (2012) met également en lumière ces limites, en soulignant la variabilité des contenus des discours des enseignants suivant les contextes dans lesquels ils sont produits. Selon Pinsky et Theureau (1987), ces variations pourraient s'expliquer par un effet d'adressage. Ainsi, l'enseignant ne délivrerait pas forcément les mêmes informations selon qu'il s'adresse à un chercheur, à un collègue, à sa hiérarchie, selon qu'il réponde à un questionnaire ou participe à un entretien, ou encore selon le type d'entretien. Pour certains chercheurs (Guérin & Riff, 2006 ; Guérin *et al*., 2004 ; Riff *et al.*, 2000) tout entretien d'autoconfrontation peut s'analyser comme un jeu social de coopération et d'antagonisme, ce qui confirme la prudence qu'il convient de garder face aux descriptions de l'activité mentale en situation d'ESFI.

Enfin, nous reconnaissons que nos interprétations peuvent paraitre subjectives malgré notre vigilance à rester au plus près des propos tenus par les enseignants. En effet les règles d'action, tout comme les invariants opératoires, sont reconstruits par le chercheur à partir de sa description de l'action observable ou à partir des propos des enseignants, or ces reconstructions ne peuvent être exhaustives. Elles sont donc le résultat de certaines réductions des données qui ne met pas à l'abri de passer à côté d'éléments importants bien qu'imperceptibles de prime abord. Pour limiter ce biais, un travail de reconstruction opéré indépendamment par plusieurs chercheurs pour être ensuite mis en commun, garantirait sans doute une plus grande objectivité.

La section suivante aborde quelques points de discussion relatifs à la reconstruction des différentes instances intentionnelles.

18.3 Du système (I_o, I, i)

Pour mettre au travail le modèle InDIS il nous a fallu, dans un premier temps, identifier les différentes formes d'Intentionnalités. Nous avons alors pu préciser le rôle de chaque instance intentionnelle du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes (Q1) et confirmer que les trois instances intentionnelles I_o, I et i sont très dépendantes. Dans cette section, nous discutons dans un premier temps des choix réalisés pour reconstruire chaque instance intentionnelle. Nous discutons ensuite des catégories d'Intentionnalités relativement à la notion de préoccupation qui est mobilisée dans d'autres cadres d'analyses de pratiques. Nous soulevons pour terminer un point de discussion relatif au réseau intentionnel de l'enseignant.

18.3.1 Des instances intentionnelles

Pour comprendre le rôle du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'ESFI (Q1), nous reconstruisons tout d'abord les Intentionnalités de chaque enseignant en amont de la séance, puis ses intentions didactiques au travers d'évènements spécifiques (incidents critiques). La caractérisation de I_o a lieu dans un second temps.

Pour caractériser les Intentionnalités et intentions didactiques, nous postulons que le but d'un schème est l'objet d'une intention (modèle InDIS, p. 89). Cela nous amène à distinguer les concepts de *but* et d'*intention* d'une manière originale. Remarquons que nous ne trouvons pas dans la littérature scientifique de consensus nous permettant de caractériser sans équivoque, à partir du discours d'un sujet, ce qui relève de ses buts et ce qui relève de ses intentions. Nous nous appuyons cependant sur les réflexions de Fabre (2006) et de Pacherie (2003) pour penser la relation entre ces deux concepts et relier le « pourquoi » au « comment » afin de revenir au sens des activités. Fabre (*ibid*.) propose ainsi de distinguer l'échelle des buts – qui correspond selon lui au plan des solutions – et l'échelle des intentions qui correspond au plan des problèmes. Pacherie (*ibid.*) de son côté, identifie les intentions comme *les moyens* d'atteindre un but. Ces propositions nous semblent compatibles avec la définition du but comme *état final visé* (Leplat, 1997). Considérer le but comme l'objet d'une intention (I ou i) nous semble donc cohérent avec ces propositions pour deux raisons. D'une part, cela nous permet de prendre en compte les discours qui appréhendent les notions de but et d'intention comme synonymes. C'est le cas des discours des enseignants qui utilisent indifféremment les termes d'*objectif*, de *but* et d'*intention.* Nous entendons alors qu'ils expriment l'objet de l'intention. D'autre part, cela nous permet de caractériser la notion d'intention au-delà de l'objet qu'elle vise, par la caractérisation également des moyens pertinents pour atteindre le but et des conditions de satisfaction (modèle InDIS, p. 87).

Pour comprendre le rôle de I_o dans l'organisation des pratiques enseignantes, notre méthode est différente puisque cette instance intentionnelle représente l'intention du système

didactique à l'égard des savoirs à enseigner. Nous avons fait le choix de mener une analyse approfondie des programmes institutionnels, de manière à identifier les savoirs à enseigner sur le concept de matière à l'école élémentaire ainsi que les caractéristiques épistémologiques et le fonctionnement de l'enseignement sous-tendus par les programmes officiels. Nous constatons que ces entrées, proposées par Portugais (1998) pour caractériser l'I_o, semblent très opérationnelles pour montrer l'influence de I_o sur le projet personnel des enseignants. En effet, elles nous permettent de repérer des corrélations entre notre caractérisation de I_o et la structure conceptuelle d'une situation d'ESFI pour les enseignants de notre panel. Elles nous permettent, en outre, de pointer des corrélations entre notre caractérisation de I_o et certaines décisions prises par les enseignants à l'échelle microscopique d'organisation de leur activité. Ces résultats nécessitent cependant d'être vérifiés sur un panel plus large d'enseignants.

Il nous semblerait également pertinent d'approfondir cette caractérisation de l'I_o. Deux pistes nous paraissent intéressantes à suivre. La première concerne l'élargissement de cette caractérisation. Comme nous l'avons souligné en effet, de nombreuses institutions constituent l'I_o (Figure 4, p. 73), et nous n'avons considéré ici que le pôle des institutions scolaires au travers du filtre des programmes 2020. Il nous semblerait donc intéressant de caractériser également l'influence du pôle des institutions scientifiques et de formations, et l'influence du pôle extra-scolaire afin d'avoir un regard plus large sur le rôle de I_o sur les pratiques enseignantes en situation d'ESFI. La seconde piste concerne plus spécifiquement la caractérisation de I_o au travers des ressources[134] mobilisées par les enseignants au cours de leur préparation. En effet, le cas de P2 semble indiquer que l'enseignante ne perçoit pas les intentions du fichier qu'elle utilise (nous pensons en particulier au choix des matières solides).

Poursuivons notre discussion sur la catégorisation des intentions (I et i).

18.3.2 Des catégories d'intentions

L'analyse des pratiques des professeurs des écoles expérimentés à l'aide du modèle InDIS (Q2), nous a amenés à reconstruire de nombreuses intentions et à les regrouper selon l'objet qu'elles nous semblaient viser. Nous avons ainsi reconstruit les catégories suivantes : Intentionnalité d'impliquer les élèves ; Intentionnalité d'organiser le temps didactique (nombre de séances, choix des différentes phases et des tâches relativement au temps disponible…) ; Intentionnalité de faire acquérir des savoirs, faire apprendre les élèves ; Intentionnalité d'être explicite (§ 14.2.1, p. 216). Dans la littérature scientifique, nous n'avons pas trouvé de travaux en didactique identifiant ainsi différentes catégories d'Intentionnalités. En revanche, des équipes de chercheurs en sciences de l'éducation, en clinique de l'activité, en ergonomie ou en ergonomie de l'activité, identifient les *préoccupations* des enseignants. Une clarification de la terminologie et des nuances apportées par chaque approche serait ainsi

[134] Nous entendons ici ressources dans le sens assez restreint de fichiers, manuels scolaires, ou fiches de préparation glanées sur internet.

bienvenue car ce que nous identifions comme des *Intentionnalités* nous semble faire écho à ce que d'autres identifient comme des *préoccupations*, voir des *macro-préoccupations* (modèle du multi-agenda de Bucheton et Soulé, 2009).

Saillot (2020), de son côté, précise que le terme de *préoccupations* est importé des travaux en clinique de l'activité pour désigner « "*ce qui occupe l'esprit*" (CNRTL), l'idée, la pensée ou le projet dominant ». Il souligne en outre, qu'en clinique de l'activité, les préoccupations des professionnels, auxquelles s'intéresse Clot (2016 [1995]), recoupent pour ce dernier, les motifs et les mobiles des enseignants au sens de Leontiev. Rabardel (2005), selon sa perspective ergonomique, se réfère également aux *motifs* de l'enseignant, en lien avec l'intentionnalité de ce dernier sans utiliser le terme de *préoccupation* : « Toute personne est au quotidien un sujet intentionnel, motivé et finalisé, dont les activités et les actions répondent à des normes qui les encadrent, à des motifs qui les poussent et à des buts qui les tirent plus ou moins contradictoirement » (p. 12). Saujat enfin, précise Saillot en se référant à une conférence de 2006[135], associe les *préoccupations* des enseignants à ce qu'ils voudraient faire et les relie ainsi à l'anticipation de l'activité enseignante. Par suite, Saujat nomme *occupations* ce que les enseignants font effectivement en situation de travail.

Ces quelques exemples montrent que la question de la terminologie reste donc, là encore, à éclaircir puisque chaque approche semble questionner les mêmes objets en des termes différents. Une compréhension fine des nuances apportées par chaque courant de recherche permettrait peut-être de partager plus aisément les résultats mis en lumière par les uns et les autres.

Pour conclure sur ce point de discussion, notre point de vue, en l'état actuel de notre réflexion, consiste à considérer que le motif principal de l'enseignant au travail – c'est-à-dire ce qui lui permet de formuler des intentions (I ou i) – consiste à enseigner/faire apprendre les élèves, ce qui peut s'entendre au sens large par : *faire son métier*. C'est ce motif qui le pousse à agir et pour agir, il formule des intentions (I ou i). Un certain nombre de ces intentions est formulé en amont de la séance, ce sont des Intentionnalités qui peuvent s'actualiser en intentions didactiques au regard de la situation de classe spécifique. Certaines Intentionnalités ne s'actualiseront pas en situation de classe et certaines intentions didactiques se formuleront en situation de classe sans nécessairement découler d'une Intentionnalité. Pacherie (2003) explique en détail ces dynamiques. En outre, toutes ces intentions (I et i) qui ont pour motif de *faire son métier* sont contraintes et orientées par les intentions du projet social et institutionnel à l'encontre du savoir visé (I_o), comme le souligne Portugais (1998).

Nous proposons à présent un dernier point de discussion concernant le système intentionnel (I_o, I, i) qui a trait au réseau intentionnel (§ 5.3.3, p. 81) de l'enseignant.

[135] Accompagnement des enseignants : www.ac-grenoble.fr/ais74IMG/compte-rendu_conference_Saujat.pdf

18.3.3 Du réseau intentionnel

Amade-Escot et Venturini (2009, p. 31) soulignent que « les enseignants agissent dans une interférence d'intentions ». Portugais (1998, p. 71), pour décrire cela, introduit le concept de réseau intentionnel. Selon l'auteur, et en référence à Searle (1995), « un état ou une action intentionnel ne se présente jamais seul mais en délégation, il y a toujours des ensembles très vastes d'états et d'actions intentionnels reliés les uns aux autres. » En outre, précise l'auteur, dans une situation d'enseignement, les réseaux intentionnels de l'enseignant et des élèves vont entrer dans de multiples connexions, ce qui rend impossible, selon Portugais, le suivi d'une seule intention inférée par le chercheur isolément de ce réseau intentionnel. Ce qu'il faut garder en tête, précise-t-il enfin, c'est que « les conditions de satisfaction d'un état intentionnel ne peuvent être détachées des conditions de satisfaction des autres états ou action du réseau. »

Nos analyses semblent montrer la capacité du modèle InDIS à rendre compte de ces interférences d'intentions didactiques en situation d'ESFI (cf. Tableau 36, p. 240). En outre, en nous centrant sur la reconstruction d'une catégorie d'Intentionnalité (I_{SAV}) afin de comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI, nous avons mis au jour des phénomènes de passage d'une intention à une autre. Selon nous, ces phénomènes mettent au jour des interférences d'intentions. Une reconstruction plus systématique d'un ensemble de dynamiques intentionnelles à un temps t permettrait peut-être de mettre davantage en lumière les liens entre les conditions de satisfaction de diverses intentions du réseau intentionnel de chaque enseignant et ainsi d'identifier plus spécifiquement ses stratégies. Une étape ultérieure consisterait à élargir encore ce type de reconstruction pour identifier les interférences d'intentions entre les réseaux intentionnels des enseignants et ceux des élèves. L'enjeu consisterait alors à mieux comprendre les tensions ou les résolutions de tensions entre les enseignants et les élèves en situation d'ESFI, dans la co-construction du savoir visé.

Le chapitre suivant discute plus spécifiquement les résultats empiriques de cette recherche doctorale.

Chapitre 19
DISCUSSION EMPIRIQUE

D'un point de vue empirique, l'analyse des pratiques de professeurs des écoles expérimentés en situation d'ESFI à l'aide du modèle InDIS nous a permis :

1/ de reconstruire différentes Intentionnalités relatives au savoir et d'en décrire les formes de guidage (Q2),

2/ de remarquer des similitudes relatives au guidage de savoirs conceptuels (Q4),

3/ d'identifier des changements de paradigme épistémologique entre différentes échelles d'organisation de l'activité enseignante (Q2),

4/ d'analyser finement la relation entre le but visé, les moyens mobilisés et le résultat de l'activité enseignante, et ainsi d'identifier certains savoirs d'expérience mais également, et au-delà de nos attentes, le potentiel de développement professionnel d'une situation d'ESFI (Q3).

Dans ce chapitre, nous proposons de discuter chacun de ces résultats.

19.1 Des différentes formes de guidage

La reconstruction de I_{SAV} dans les cas de P0, P1 et P2, nous amène à distinguer plus précisément dans les propos des enseignants : une Intentionnalité de faire acquérir un « vocabulaire scientifique précis » (I_{SAV-L}), mais aussi une Intentionnalité de faire acquérir des « méthodes » ou « savoir-faire » (I_{SAV-M}), ou encore, une Intentionnalité de faire « comprendre » ou « construire des concepts » (I_{SAV-C}).

Dans cette section, nous discutons ce résultat.

19.1.1 Guider les apprentissages « méthodologiques »

Nous avons ainsi identifié par le terme de « guidage méthodologique », tout agir enseignant porté par une intention didactique de faire construire des savoirs relatifs à des activités expérimentales (identification et/ou isolement de paramètres, explicitation/suivi d'une procédure, manipulations du matériel). En termes de manipulation d'un matériel spécifique, il n'y a que dans le cas de P2 que nous avons observé un bref moment au cours duquel elle explique à un élève comment utiliser une seringue pour transvaser différentes matières. La

forme de guidage adoptée est alors monstrative, c'est-à-dire que l'enseignante montre à l'élève comment faire en même temps qu'elle commente ses gestes. Nos données ne comportent pas de cas de suivi d'une procédure, mais plutôt, dans le cas de P1, des apports de type définitionnels sur ce qui, selon lui, caractérise une expérience (« une expérience doit être reproductible », « si l'on veut pouvoir caractériser différentes matières à partir d'une même expérience, un seul paramètre doit varier »). La forme de guidage utilisée dans ce cas est directe, c'est-à-dire que l'enseignant apporte directement le savoir, la définition. Il semble en outre que P1 cherche à institutionnaliser une procédure « pour concevoir une expérience ». Le terme de guidage méthodologique que nous avons choisi est donc très large et peu s'affiner comme le propose Bächtold (2017, p. 177) en distinguant le guidage manipulatoire, le guidage sur le plan du raisonnement, ou encore le guidage procédural. D'autres études de cas semblent cependant nécessaires car nos données n'apportent pas suffisamment d'éléments à ce sujet.

19.1.2 Guider les apprentissages langagiers

Nous avons ensuite identifié, par le terme de « guidage langagier », tout agir enseignant porté par une intention didactique de faire construire des savoirs relatifs au langage en situation d'ESFI. Dans la littérature scientifique, précise Bisault (2020), « de nombreux travaux de recherche ont montré l'importance de la langue écrite ou orale dans une approche constructiviste des apprentissages scientifiques (Fillon & Vérin, 2001 ; Garcia-Debanc *et al.*, 2009) ». Dans nos données, la part écrite de la langue apparait peu. Seuls P1, P4 et P5 prescrivent des tâches nécessitant de produire des écrits (texte et/ou schéma) mais nous n'avons pas développé spécifiquement nos analyses concernant les dynamiques intentionnelles des enseignants relativement à ces savoirs, d'une part parce que les interactions à ce sujet apparaissaient rares, et d'autre part parce que les tâches prescrites aux élèves dans chaque cas nous semblaient trop différentes les unes des autres pour nous permettre de tirer des conclusions relatives à ce type de guidage.

Les interactions relatives au langage oral, en revanche, ont attiré notre attention. Nous avons en effet observé dans tous les cas de notre panel un déclenchement de l'agir enseignant très fréquent et en réponse à des hésitations, des erreurs de syntaxe ou de vocabulaire de la part des élèves. Les enseignants lorsqu'ils perçoivent ce type d'indices, reformulent ou stimulent la reformulation immédiate des propos des élèves, comme l'ont déjà observé Garcia-Debanc et Laurent (2003). Ces règles d'actions ne font l'objet d'aucun commentaire *ante* vidéo ni *post* vidéo. Selon nous, elles n'appellent pas d'anticipation ni de réflexion explicite des enseignants parce qu'elles s'inscrivent dans une activité très automatisée.

Nous relevons cependant au cours des entretiens *ante*-vidéo ou dans les fiches de préparation, une identification du lexique à faire acquérir aux élèves au cours de la séance (voire de la séquence). Nos analyses microscopiques montrent que les intentions didactiques des enseignants relatives à ce lexique ne visent pas un travail de la langue permettant « d'aller

au-delà du simple lexique » pour reprendre l'expression de Barth (2013). Ce constat fait écho à Bisault (2020) pour qui « l'enjeu langagier des moments scolaires de sciences se réduit souvent à l'acquisition d'un "vocabulaire spécifique" », ce qui pour cet auteur, « laisse transparaitre une conception de la science réduite à un "système d'étiquetage" ». Pour Bisault (2008), le « piège principal » (ou difficulté principale) tient à la confusion possible entre « l'expérience scientifique réalisée en classe et l'expérience commune des objets langagiers ». C'est bien ce que nous avons souligné avec l'usage du terme solide dans la séance de P2 ou avec l'usage des termes élastique/ élasticité dans la séance de P1.

Au travers de cette analyse du guidage des savoirs langagiers, et plus précisément de savoirs lexicaux, nous retrouvons donc toute la problématique du passage du registre empirique ou quotidien au registre théorique ou scientifique (Bécu-Robinault, 2015 ; Tiberghien & Vince, 2005). Autrement dit, nous retrouvons la problématique du passage d'un niveau d'abstraction à un autre, que Clauzard (2014), dans un autre champ disciplinaire nomme « processus de secondarisation ». La forme de guidage observée dans notre recherche en termes de savoirs lexicaux est toujours une forme directe, c'est-à-dire que l'enseignant apporte le savoir. Par exemple, P0 apporte les termes de bacs à glaçons, congélateur, réfrigérateur, P1 apporte le terme d'élasticité, P2 apporte le terme de solide, P4 apporte les termes de pivot, de poids et de contrepoids. Cet apport direct est nécessaire pour éviter de tomber dans un jeu de devinette. En effet, si l'élève ne connait pas le mot *congélateur*, il ne s'agit pas de lui faire deviner. L'enseignant apporte alors le vocabulaire précis qui est ensuite utilisé au cours des échanges. Dans les cas des termes élasticité (P1) et solide (P2) cependant, l'enjeu est différent. Il ne s'agit pas non plus de faire deviner ces mots mais de percevoir leur potentiel à mettre en discussion les concepts qu'ils désignent. Aller « au-delà du simple lexique » consisterait donc à passer du guidage d'un savoir langagier (direct) au guidage d'un savoir conceptuel.

19.1.3 Guider les apprentissages conceptuels

Perron *et al.* (2020, p. 201), définissent un savoir conceptuel comme « une construction de l'esprit produite par l'activité humaine, qui permet de se représenter les objets du monde même en leur absence ». Nous nous appuyons sur cette définition pour identifier sous le terme de « guidage conceptuel » tout agir enseignant porté par une intention didactique de faire construire des savoirs conceptuels. En termes de « construction de l'esprit », cette définition englobe implicitement les deux facettes distinguées par Bächtold (2018, p. 97) à savoir : 1/ la construction comme appropriation par les élèves au niveau symbolique, de concepts scientifiques (des construits socio-culturels), de modèles ou de théories, qui correspondent aux connaissances scientifiques inscrites dans les programmes ; 2/ la construction comme développement par les élèves, au niveau mental, de structures cognitives (et en particulier de concepts et de modes de raisonnement) qui sont nécessaires à l'appropriation de ces concepts scientifiques, modèles et théories.

Cette forme de guidage serait donc essentielle en situation d'ESFI. D'ailleurs, « l'intention didactique des programmes » semble être l'ambition conceptuelle de ces derniers comme l'avancent Couchouron *et al.* (1996, p. 91). Dans les programmes de sciences et de technologies de l'école élémentaire (MEN, 2020) nous retrouvons en effet cette ambition dès le premier paragraphe relatif à l'enseignement des sciences et des technologies en cycle 2 : « Cette première découverte de la science concerne la matière sous toutes ses formes […], en articulant le questionnement, l'observation de la nature et l'expérimentation avec la construction intellectuelle de premiers modèles ou concepts simples, permettant d'interpréter et expliquer » (MEN 2020, Cycle 2, p. 47). Nous retrouvons également cette ambition dès le premier paragraphe relatif à l'enseignement des sciences et des technologies en cycle 3 : « L'organisation des apprentissages au cours des différents cycles de la scolarité obligatoire est pensée de manière à introduire de façon progressive des notions et des concepts pour laisser du temps à leur assimilation » (MEN, 2020, cycle 3, p. 78). Nous considérons également que c'est cette forme de guidage qui permet d'aller au-delà du simple vocabulaire afin de guider les élèves dans le passage du registre empirique au registre théorique (cf. § 19.1, p. 337), autrement dit de conceptualiser. Enfin, l'analyse des pratiques enseignantes à l'aide du modèle InDIS, dans le cadre de cette étude, montrent que tous les enseignants de notre panel formulent une Intentionnalité de faire construire un savoir conceptuel au travers des séances qu'ils nous présentent.

Malgré la mise au jour de ces Intentionnalités, l'analyse microscopique des cas de P0, P1 et P2, souligne l'absence d'intentions didactiques $i_{SAV\text{-}C}$ en situation d'ESFI, et plus précisément en situation de « synthèse » ou de « présentation des travaux de groupe » comme les nomment ces trois enseignants. En ce sens, nos résultats semblent faire écho à ceux de Perron *et al.* (2020) qui soulignent et déplorent l'absence de savoirs conceptuels en situation d'ESFI. Bien que les résultats de ces auteurs portent sur les Sciences et Vie de la Terre au niveau du secondaire inférieur (collège), ils pourraient confirmer que l'absence de règles d'actions disponibles pour actualiser les Intentionnalités $I_{SAV\text{-}C}$ en situation de classe – autrement dit, pour guider effectivement les apprentissages conceptuels – dépasse le cadre de notre recherche. Nous nous gardons cependant de toute généralité et discutons, dans la section suivante, du guidage conceptuel en fonction des différentes phases de la séance.

19.2 Du guidage conceptuel

Nos reconstructions des dynamiques intentionnelles dans les cas de P0, P1 et P2, qui mettent en lumière différentes formes d'organisation de l'activité de guidage des apprentissages selon la nature de ces-derniers. Nous observons tout d'abord des phases de recherche au cours desquelles les guidages sont assez *serrés*. C'est-à-dire que les enseignants interviennent dès qu'ils repèrent des erreurs ou des hésitations, de manière à ne pas laisser les élèves bloqués et leur permettre d'aller au bout de la tâche prescrite. Soulignons cependant, que les

interventions ne portent que sur des questions ou incompréhensions de vocabulaire, sur des clarifications de consignes ou sur des précisions méthodologiques ou organisationnelles. Elles ne visent à aucun moment à engager les élèves dans la voie de la conceptualisation scientifique. Pour Boyer (2000, p. 156), « engager les élèves dans la voie de la conceptualisation scientifique », c'est permettre à ces derniers de développer deux aspects des concepts : l'aspect « catégorie » et l'aspect « relation avec d'autres concepts ».

Dans les cas de notre étude, nous pouvons donc considérer que les enseignants interviennent lorsqu'ils jugent que les élèves en éprouvent le besoin (ce qui correspond aux recommandations de Tobias, 2009). Cependant, ils interviennent uniquement pour guider les apprentissages langagiers ou méthodologiques. Du point de vue du guidage conceptuel, nous observons au contraire de la part de ces trois enseignants une grande *réticence didactique* (Sensevy et Quilio, 2002). C'est-à-dire que les choix réalisés en termes de guidage conceptuel consistent à en dire le moins possible et simplement questionner pour comprendre la proposition ou la logique des élèves. Autrement dit, les enseignants choisissent de ne pas intervenir. Pour eux, cette phase de recherche doit permettre aux élèves d'essayer, quitte à se tromper. Ils interviennent donc uniquement pour permettre à chacun d'aller au bout de ses idées, en questionnant et en apportant uniquement des feed-backs langagiers ou méthodologiques. La tâche que les enseignants se donnent dans cette phase, vise à repérer les erreurs exploitables pour en discuter collectivement dans une phase ultérieure. Ce type de guidage est typique d'une interaction didactique de type médiation (Ravanis & Boilevin, 2022 ; Weil-Barais & Dumas-Carré, 1995)

Lors des phases collectives qui succèdent à ces phases de recherche, et alors que nous nous attendions à mettre au jour des intentions didactiques $i_{SAV\text{-}C}$, le modèle InDIS met au contraire en lumière leur absence. Ces phases collectives appelées par les enseignants de notre panel : « synthèse » ou « présentation des travaux de groupe » nous semblent correspondre à ce que Morge (2001) appelle des « phases de conclusion ». L'auteur distingue deux modalités dans les phases de conclusion selon les arguments mobilisés par les enseignants pour accepter ou réfuter les propositions d'élèves : soit la phase de conclusion est une « phase de négociation », soit elle est une « phase d'évaluation ».

En nous appuyant sur les propositions de cet auteur, nous considérons alors que les arguments mobilisés par les enseignants pour basculer vers une modalité plutôt qu'une autre, dépendent de leurs intentions didactiques. Dans une modalité de « négociation », qui correspond à la médiation pour Ravanis et Boilevin (2022) ou Weil-Barais et Dumas-Carré (1995), nous identifions donc une intention de débattre ou discuter certaines idées avec les pairs pour faire progresser les connaissances (i_{SOC}). Dans une modalité « d'évaluation », qui correspond à la tutelle pour Ravanis et Boilevin (*ibid*.) ou Weil-Barais et Dumas-Carré (*ibid.*), nous reconnaissons une intention de valider.

Morge (2016, p. 137) précise que « la phase de conclusion est appelée phase d'évaluation, si la proposition de l'élève est jugée pour sa conformité avec les connaissances dont dispose la

personne qui conclut ». L'auteur considère donc ici le terme d'évaluation dans un sens plus restrictif qu'à l'accoutumée. Nous reconnaissons dans cette description les cas de P1 et de P2, pour qui les phases de « synthèse » ou de « présentation des travaux de groupe » sont organisées par une intention didactique de *valider ou invalider une proposition d'élève*.

En outre, Morge (2016) identifie les difficultés des enseignants à gérer les phases de conclusion. Nous retrouvons ces mêmes difficultés que nous attribuons au manque de règles d'action mobilisables pour guider les savoirs conceptuels en situation de « synthèse » ou de « présentation des travaux » (ou de « conclusion » si nous adoptons le terme de Morge). Il s'agit de :

1/ la réticence didactique peut être un obstacle dans la gestion d'une phase collective. C'est ce que nous observons lorsque P0 questionne les élèves pour savoir comment ils font un glaçon. Le fait qu'elle ne valide pas à un moment donné *qu'un glaçon c'est de l'eau à l'état solide*, comme elle avait prévu de le faire, l'entraine à poser toujours de nouvelles questions au point de se retrouver en difficulté – dans une certaine mesure – parce que les échanges ne servent plus du tout le savoir conceptuel visé ;

2/ l'invalidation de propositions acceptables. C'est ce que nous observons lorsque P1 invalide la proposition sur l'élasticité qui pouvait amener les élèves à s'approprier, au niveau symbolique, le concept de propriété de la matière. C'est également ce que nous observons avec P2 lorsque celle-ci invalide la proposition « les durs », à partir de laquelle une discussion pouvait amener les élèves à s'approprier au niveau symbolique, le concept de solide ;

3/ l'acceptation de propositions fausses. C'est ce que nous observons chez P1 avec l'évènement vaporisation. Morge (*ibid*.) associe cette difficulté à une maitrise imparfaite des concepts utilisés. Selon nous, cette difficulté relèverait davantage d'un manque de reconnaissance des enjeux didactiques. En effet, P1 est issu d'une formation initiale scientifique et il indique aux élèves que la vaporisation est un changement d'état et non une propriété. Ce qui laisse penser qu'il a une connaissance de ces concepts mais qu'il ne perçoit pas l'intérêt d'amener les élèves à identifier la relation entre les deux. En outre, nous montrons que c'est une intention didactique d'ordre méthodologique qui organise son activité à ce moment de la séance (*s'assurer que les élèves ont construit un protocole expérimental cohérent*), et que selon P1, la réalisation d'un protocole expérimental permettant de caractériser une propriété de la matière permet de comprendre ce qu'est une propriété de la matière. Pour nous, cela semble indiquer que l'enseignant ne distingue pas les différentes natures de savoirs ni les moyens permettant d'enseigner l'un ou l'autre.

Outre la mise au jour des difficultés relatives au guidage conceptuel en situation de discussion collective (que l'on peut qualifier de synthèse, de débat, de restitution, ou encore de conclusion, nous ne tranchons pas sur le terme), la reconstruction des dynamiques intentionnelles à l'aide du modèle InDIS permet de mettre au jour le paradigme épistémologique dans lequel agit l'enseignant. Parmi les trois cas que nous avons approfondis dans cette recherche, nous identifions ainsi des changements de paradigme épistémologique

selon les échelles d'organisation de l'activité révélant le « patchwork épistémologique » (Roletto, 1998) dans lequel agissent les enseignants. C'est l'objet de la section suivante.

19.3 Du patchwork épistémologique

Roletto (1998) s'inscrit dans un courant de recherche déjà ancien, qui questionne les conceptions épistémologiques des enseignants (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000 ; Brickhouse, 1990 ; Briscoe, 1991 ; Désautels *et al.* 1993 ; Gallhager, 1991 ; Larkin & Wellington, 1994 ; Lederman, 1992 ; Porlan Ariza *et al*., 1998 ; Richardson, 1996 ; Robardet, 1998 ; Vérin & Peterfalvi, 1985). En explorant « l'idée de science » chez de futurs enseignants (premier et second degré), l'auteur constate qu'une partie importante des sujets testés sont porteurs d'un « mélange hétérogène d'épistémologies » qu'il qualifie de « patchwork » d'épistémologies. C'est-à-dire que, selon Roletto – dont les résultats se voient confirmés par d'autres recherches (Cariou, 2010 ; Keys & Bryan, 2001 ; Lederman, 1999, 2007 ; Pélissier & Venturini, 2012) – les conceptions des enseignants sur la science apparaissent comme le résultat d'associations d'idées appartenant à différents modèles épistémologiques, et ce résultat lui apparait comme « un mélange non réfléchi et donc peu cohérent » (*ibid.* p. 27) allant de l'empirisme au réalisme, en passant par le positivisme ou l'induction. Dans le même ordre d'idées Van Driel *et al.* (2001) montrent que, bien qu'ils tiennent des positions cohérentes avec des démarches (socio) constructivistes d'enseignement des sciences, l'activité effective des enseignants en situation de classe reste plus ou moins « traditionnelle ».

Nos résultats font écho à ces recherches car nous constatons que tous les enseignants de notre panel (mis à part P3) agissent selon un paradigme épistémologique (socio) constructiviste (cf. § 16.1, p. 304) aux échelles d'analyse macroscopique et mésoscopique de la séance qu'ils nous laissent observer. Cependant, seul P4 semble agir selon ce même paradigme d'un bout à l'autre de sa séance. Pour les autres enseignants du panel, et notamment chez P0, P1 et P2, pour qui nous avons approfondi les analyses à l'échelle microscopique, nous montrons, qu'ils peuvent agir, en situation imprévue, selon un paradigme ontologique sans sembler s'en rendre compte. Pour définir ces différents paradigmes, nous nous référons à Jonnaert (2002) et considérons ainsi, que dans une hypothèse constructiviste la connaissance est construite au travers de différents mécanismes propres au sujet et qu'elle est fonction du sujet lui-même et de ses connaissances antérieures. Cette approche n'implique cependant pas la non-intervention de l'enseignant, bien au contraire précisent Hmelo-Silver *et al*. (2007, p. 105) qui revendiquent l'importance du guidage de l'enseignant en situation d'ESFI et soulignent qu'un guidage plus direct de l'enseignant en situation d'ESFI « doit toujours être construit sur la pensée de l'élève ». Selon cette approche, agir selon un paradigme constructiviste n'empêche donc en aucun cas l'enseignant d'apporter certaines notions de manière directe et explicite pour faciliter la

construction des savoirs visés, ce que l'on observe chez P4. Quant à l'hypothèse ontologique, Jonnaert (2002) précise que la connaissance y est perçue comme *indépendante du sujet* connaissant. Agir selon un paradigme ontologique implique donc un *enseignement direct*, mais l'approche constructiviste défendue par Hmelo-Silver *et al*. ne rend pas la réciproque vraie. Selon cette approche en effet, un enseignement direct peut tout à fait exister dans un paradigme constructiviste.

Ainsi, lorsqu'un enseignant, en réponse à un indice perçu en situation d'interaction, décide d'apporter directement des éléments de savoir qu'il juge utiles ou nécessaires pour permettre aux élèves de réorganiser leurs connaissances relativement au savoir visé – c'est-à-dire pour leur permettre de « construire » des concepts ou des structures cognitives – nous considérons que l'enseignant agit toujours selon un paradigme constructiviste (non radical). En revanche, nous utilisons le terme de paradigme ontologique lorsque l'enseignant apporte directement le savoir en occultant toute discussion susceptible d'accompagner explicitement l'activité cognitive des élèves sur l'objet de savoir visé. C'est le cas dans notre étude avec la définition de l'élasticité : P1 estime que le savoir se trouve dans *la* définition du fichier et ne juge donc pas nécessaire de mettre au travail la relation entre cette définition et les connaissances des élèves. C'est le cas également lorsque P2 précise aux élèves que « en sciences on ne dit pas "les durs" mais "les solides" ». Les enseignants agissent bien ici comme si le savoir à acquérir était indépendant des connaissances des élèves. Ils agissent donc selon un paradigme ontologique.

Nous considérons donc que la distinction entre *paradigme constructiviste* et *paradigme ontologique* permet de décrire la mise au travail (ou non) par l'enseignant des mécanismes ou des connaissances propres à l'élève. En aucun cas elle ne relève, dans notre discours, d'un dualisme quelconque et surtout pas d'un dualisme entre enseignement constructiviste et enseignement direct que Sensevy *et al*. (2020) appellent à rejeter. Ainsi, notre propos ne consiste pas à prétendre que les enseignants doivent agir selon tel paradigme épistémologique ou tel autre mais à constater qu'ils n'identifient pas explicitement le paradigme dans lequel ils agissent et que cela peut les amener à penser qu'ils agissent selon un paradigme constructiviste alors qu'ils agissent selon un paradigme ontologique. C'est ce que nous avons qualifié d'effet *Canada Dry* (§ 16.2.3, p. 318).

Nous terminons par deux remarques concernant cet *effet Canada Dry*. En premier lieu, nous pensons qu'il permet d'expliquer le ressenti, souvent exprimé par les enseignants, qu'une situation d'ESFI est chronophage. En effet, si l'on prend le cas de P2, elle construit tout un cheminement pour, *in fine*, institutionnaliser que « les liquides ça mouille ». Comme elle le dit, « on passe parfois beaucoup de temps pour leur [les élèves] faire dire une phrase ». Comment ne pas considérer alors la séance comme chronophage puisque toute une séance est nécessaire pour faire verbaliser une phrase prenant le statut d'un savoir institutionnalisé alors que ce savoir était déjà connu de tous et faisait consensus. Sous des aspects constructivistes, ce qui est censé être « construit » dans cette séance était en fait déjà là. En revanche, le concept de solide qui pose davantage de difficultés aux élèves – puisque le registre quotidien

du mot est différent du registre scientifique – n'est lui, pas du tout « construit » par rapport au déjà-là des élèves. En outre, l'enseignante ne peut pas réguler seule son activité puisqu'elle ne perçoit pas cet enjeu conceptuel.

En second lieu, nous avons montré que cet *effet Canada Dry*, lié aux changements de paradigmes épistémologiques, pouvait avoir des effets inverses à ceux attendus sur les apprentissages des élèves et nos résultats soulignent un risque important d'affaiblissement du savoir, pointé par ailleurs dans les recherches en DST (p. ex. Cariou, 2013 ; Marlot, 2009, 2016). Ce résultat nous semble faire écho aux résultats de Vilches et Gil-Pérez (2012, p. 151) qui « [essaient] de montrer que la prétendue "suprématie de l'épistémologie constructiviste" dans le domaine de la didactique de la physique n'est qu'un mythe, qui cache la suprématie effective du modèle inefficace de la transmission/réception. » Jonnaert (2002) de son côté, avance que ces changements de paradigme épistémologique ont des effets « destructeurs » sur les apprentissages des élèves. Nous nuançons ces propos car nous ne pouvons pas affirmer que les élèves n'ont rien appris. Toutefois, nous constatons clairement dans les cas de P1 et P2, que ces changements de paradigmes empêchent la construction des savoirs conceptuels initialement visés. Si pour Jonnaert (*ibid*.) ces changements de paradigmes épistémologiques révèlent que les enseignants agissent dans un *conflit paradigmatique*, nos reconstructions des dynamiques intentionnelles des enseignants ne mettent pas spécifiquement en lumière de « conflit » ou de dilemme du point de vue des enseignants qui expriment faire « à leur sauce[136] ». Nous retenons donc l'expression de *patchwork épistémologique* proposée par Roletto (1998) car elle semble mieux correspondre à nos observations.

Au-delà de la terminologie choisie, nos résultats montrent que, bien que l'activité enseignante soit cohérente dans le sens où les indices pris en compte par les enseignants leur permettent d'actualiser telle ou telle Intentionnalité, le paradigme épistémologique dans lequel ils agissent peut néanmoins révéler une certaine incohérence. Il nous semble que c'est ce que Jameau (2012, p. 172) souligne lorsqu'il avance que « le maitre est confronté à des problèmes d'ordre épistémologique dont il n'a pas forcément connaissance ».

Le dernier résultat que nous discutons dans ce chapitre concerne les savoirs d'expérience.

19.4 Des savoirs d'expérience

Rappelons que pour Pastré (2010, p. 46) « l'expérience c'est d'abord ce qu'on apprend de la vie », c'est à dire « ce qui s'apprend dans et par la pratique » (p. 48). Ainsi, l'apprentissage est indissociable de l'activité et l'auteur nomme *savoirs d'expérience* les savoirs tacites développés avec l'expérience.

[136] C'est l'expression utilisée par P1.

Dans notre recherche, l'analyse des pratiques expérimentées à l'aide du modèle InDIS a montré la capacité du modèle à décrire l'actualisation (ou non) des Intentionnalités de l'enseignant en situation de classe, en mettant au jour la conceptualisation de ce-dernier lorsqu'il agit. Cela révèle une première facette de son expérience qui a trait à ce qu'il a accumulé dans son vécu professionnel et aux concepts[137] qu'il s'est construit afin d'organiser son activité. C'est ce que Rogalski et Leplat (2011) appellent *l'expérience sédimentée*.

Mais nos résultats montrent que le modèle InDIS révèle également un phénomène qui semble empêcher les enseignants de percevoir certains évènements comme significatifs et exemplaires pour être intégrés à leur identité, et pour développer leur expérience. Nous constatons en effet, dans les trois cas pour lesquels nous avons reconstruit les dynamiques intentionnelles (P0, P1 et P2), que lorsque l'enseignant parvient à satisfaire certaines de ses intentions didactiques (i_{SOC} dans le cas de P0, $i_{SAV\text{-}M}$ dans le cas de P1, $i_{SAV\text{-}L}$ dans le cas de P2), il ne questionne plus les résultats de son activité relativement à son Intentionnalité première de faire construire un savoir conceptuel ($I_{SAV\text{-}C}$), c'est-à-dire qu'il n'analyse pas le résultat de son activité de guidage relativement à l'aspect conceptuel. Or, selon Bartlett (1932), ce qui permet d'apprendre de la pratique, c'est la pratique *dont les résultats sont connus*. Identifier ces obstacles et limites du développement au travail – et dans notre cas en situation d'ESFI – revient, selon nous, à identifier le potentiel de développement de la situation (Mayen & Gagneur, 2017). C'est-à-dire, à éclairer spécifiquement certains évènements afin de les rendre significatifs pour les enseignants. C'est ici la deuxième facette de l'expérience qui est mise au travail. Elle a trait, comme le précise Pastré (*ibid*., p. 50), au « vécu qui a été trié et sélectionné par le sujet ». Rogalski et Leplat (2011) la nomment l'*expérience épisodique.*

Le modèle InDIS semble donc pertinent à la fois pour rendre compte de l'expérience sédimentée et pour repérer des obstacles ou limites du développement professionnel en situation d'ESFI. Dans une perspective de développement professionnel des enseignants, ce repérage nous semble important pour accompagner le développement de l'expérience épisodique. Nos analyses ne portent cependant que sur quelques cas et ces résultats méritent d'être vérifiés à plus grande échelle.

Le chapitre suivant aborde quelques considérations déontologiques qui rendent compte de notre réflexion quant au rôle et à la posture du chercheur au travers de la méthodologie que nous avons mise en œuvre.

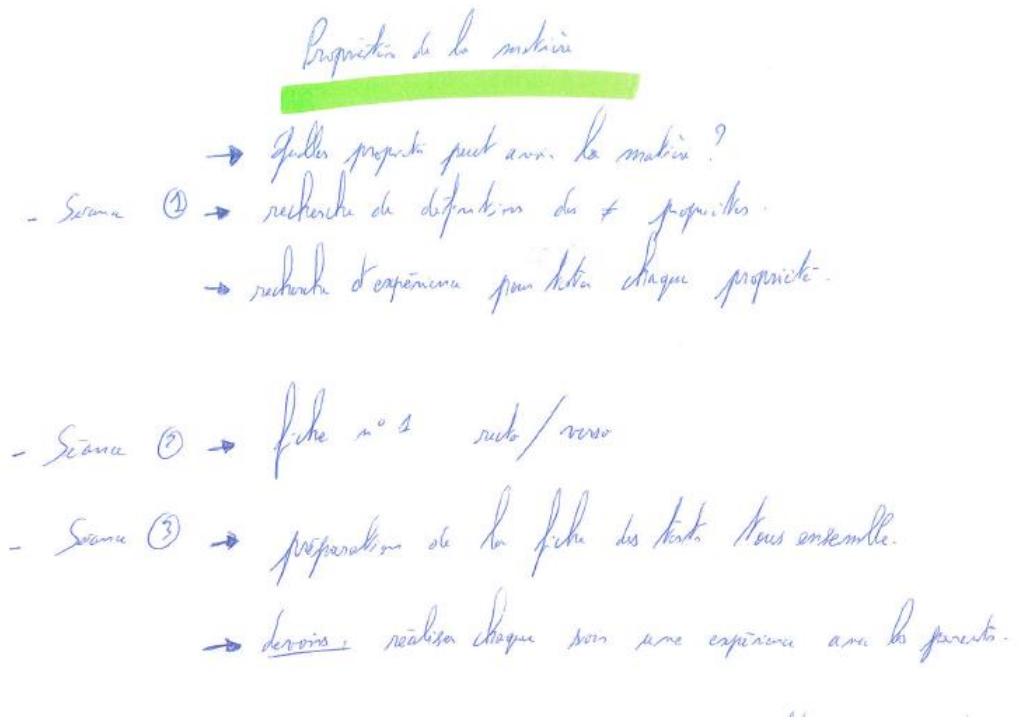
[137] Pastré (2010) les appelle des concepts pragmatiques.

Chapitre 20
CONSIDERATIONS DEONTOLOGIQUES

Dans ce chapitre, nous abordons pour commencer quelques remarques relatives aux pratiques ordinaires. Nous questionnons ensuite la place que nous avons accordée aux enseignants dans cette recherche. Puis, afin d'identifier notre singularité en tant que chercheure, nous caractérisons nos propres référents interprétatifs.

20.1 Pratique ordinaire

Dans notre approche méthodologique, nous avons insisté sur l'importance d'observer des pratiques *ordinaires*. Cependant, et bien que les enseignants participant à cette recherche aient accepté ce principe, nous ne pouvons que rejoindre Perrin-Glorian (2002) lorsqu'elle souligne que « la présence du chercheur en tant qu'observateur ne peut être totalement neutre. » Nous relevons ainsi un propos de P1 lorsqu'il nous présente le plan de séquence ci-dessous (Figure 49) : « d'ailleurs tu vois j'ai fait un effort d'anticipation pour toi parce que moi justement j'aime pas trop anticiper » (P1 EA 44).


Propriétés de la matière

→ Quelles propriétés peut avoir la matière ?

- Séance ① → recherche de définitions des ≠ propriétés.

→ recherche d'expériences pour tester chaque propriété.

- Séance ② → fiche n° 1 recto / verso

- Séance ③ → préparation de la fiche des tests tous ensemble.

→ devoirs : réaliser chaque soir une expérience avec les parents.

Figure 49 : Extrait du plan de séquence de P1

La figure 49 (p. 347) représente le plan de séquence que P1 s'est contraint à rédiger « pour nous » alors qu'il n'en produit généralement pas. La question se pose alors de savoir si la situation ciblée est vraiment ordinaire ou si la rédaction du plan de séquence a influencé – et dans quelle mesure – la conception de la séance que nous filmons. Au travers de ce plan, P1 voulait-il simplement *expliciter* ce qu'il envisageait de faire et qu'il aurait fait de la même manière en dehors de notre présence ? P1 pensait-il plutôt que ce plan correspond à ce qu'un enseignant lambda *devrait faire* ? Ou bien P1 a-t-il procédé ainsi parce qu'il pensait que c'est ce que le chercheur *voulait voir* ? Nous n'avons pas la réponse à ces questions mais ne pouvons ignorer le biais lié au regard de l'observateur. Dufays (2005, p. 12), à la suite d'Edwards et Horst (1953), qualifie ce biais d'effet de *désirabilité sociale.* Il constate toutefois un effet moindre chez les enseignants chevronnés – comme c'est le cas dans notre recherche – et d'autant moindre que le chercheur a pu établir au préalable une relation de confiance avec le participant (cf. § 12.2, p. 167).

La section suivante questionne la place que nous accordons aux enseignants dans cette recherche.

20.2 Prise en compte de l'enseignant

Dans cette section, nous discutons de l'intérêt de familiariser davantage les enseignants et les élèves avec le matériel de captation audio-visuelle. Nous considérons ensuite quelques propositions relatives à la valeur à accorder aux témoignages des enseignants. Nous réfléchissons pour terminer à la place laissée aux enseignants dans l'analyse des données.

20.2.1 Familiariser les acteurs au matériel

Si nous avons pris un moment avant chaque captation audio-visuelle pour familiariser les enseignants et leurs élèves au matériel (§ 9.1.1, p. 109), il nous semble aujourd'hui que nous aurions pu aller plus loin. Bien sûr les enseignants étaient informés des contraintes matérielles (présence de deux caméras et usage d'un micro-cravate) et ils avaient renseigné les élèves sur les conditions de notre captation lorsqu'ils leur avaient distribué les demandes d'autorisation de les filmer. En outre, nous avons passé quelques minutes en début de séance à nous présenter en tant que chercheure, à expliquer pourquoi nous filmions, ce que nous filmions, ce que nous ferions des captations réalisées. Nous avons également présenté rapidement le matériel et souligné le fait que nous attendions simplement des acteurs qu'ils se comportent comme d'habitude. Pourtant, tout comme la présence du chercheur n'est jamais neutre, la présence d'une caméra – et *a fortiori* de deux caméras – d'un micro-cravate avec son récepteur et de rallonges électriques qui assurent la bonne alimentation des appareils, ne peut pas être neutre non plus. Ainsi, si nous n'observons pas de comportements exprimant explicitement de la gêne sur les captations réalisées, nous remarquons quelques élèves qui de

temps en temps s'approchent de la caméra pour sourire, parler ou esquisser un pas de danse. Nous relevons également le propos de P4 qui précise au bout de deux minutes d'enregistrement qu'il a « l'impression de présenter une émission de télévision ».

C'est pourquoi, à l'occasion d'une prochaine recherche, plutôt que de prendre seule en charge les choix techniques concernant le matériel, nous pourrions envisager « une discussion collective de règles limitant la gêne occasionnée par [la] présence d'observateurs-interlocuteurs ou [le] port d'outils d'enregistrement » comme le suggère Theureau (2010, p. 302). L'idée serait alors de regrouper tous les acteurs concernés quelques jours avant la captation des données, avec tout le matériel nécessaire à celle-ci, afin que chacun puisse, par ses questions, ses propositions et éventuellement quelques essais de mise en situation, s'approprier et anticiper davantage la présence du chercheur et du matériel pour mieux l'oublier au moment de la captation. Une autre possibilité consisterait à proposer une *séance zéro*, où le dispositif technique serait présent dans la classe sans que la captation ne fasse l'objet de la recherche. Bien que ces propositions ajouteraient un temps de rencontre dans le calendrier déjà très dense des enseignants, il nous semble que d'un point de vue déontologique elles permettraient de prendre davantage en compte les enseignants et les élèves en tant qu'acteurs de la situation ciblée.

Au-delà de cet aspect technique se pose également la question de la valeur accordée à la parole des enseignants. Cette question fait l'objet de la section suivante.

20.2.2 Accorder de la valeur aux témoignages

Paillé et Mucchielli (2021, p. 184) affirment que « toute recherche qualitative qui souhaiterait bénéficier d'un bon ancrage empirique devrait comprendre un examen phénoménologique initial des données d'entretien ». Ces auteurs précisent qu'une telle approche doit engager le chercheur à recueillir les paroles des acteurs pour ce qu'elles sont, telles qu'elles se présentent et comme elles se présentent dans la conscience de ces derniers. Le chercheur doit donc laisser les témoignages s'exprimer, et les écouter avec empathie pour ce qu'ils ont à lui apprendre, car, soulignent encore les auteurs, ce n'est qu'en accordant de la valeur à ces témoignages que le chercheur peut commencer à comprendre la logique à l'intérieur de laquelle ils s'inscrivent avant même de s'atteler à les interpréter. Pour cela, il lui est donc nécessaire de mettre entre parenthèses ses référents interprétatifs afin d'éviter tout jugement hâtif et réducteur des témoignages qu'il recueille. En résumé, pour réaliser une analyse phénoménologique des données d'entretien, le chercheur doit adopter une attitude qui vise à laisser parler l'enseignant *à travers* lui, et non à demander à l'enseignant de parler *pour* lui (Paillé & Mucchielli, 2021, p. 188).

Pour Theureau (2010) cependant, le chercheur doit prendre garde, en se déplaçant vers le point de vue de l'enseignant, à ne pas perdre la capacité à le guider dans sa remise en situation antérieure. Pour minimiser ce risque, Theureau (*ibid*.) suggère de réaliser l'entretien « avec

deux observateurs-interlocuteurs dont les rôles respectifs sont comparables à ceux du contrôleur radar et du contrôleur planning dans le contrôle aérien : l'un concentré sur l'ici et maintenant, l'autre en retrait et prêt à intervenir pour réorienter l'entretien » (*ibid.*, p. 305). Nous mesurons l'intérêt de cette suggestion mais soulignons toutefois que sa transposition dans notre dispositif pourrait alourdir ce-dernier et nécessiterait de réfléchir aux moyens de construire la relation de confiance, à la fois entre chaque enseignant et les deux observateurs-interlocuteurs, et entre les deux observateurs-interlocuteurs eux-mêmes. Une autre solution pourrait également consister à analyser les échanges enregistrés entre le chercheur et chaque enseignant, afin de mettre au jour les stratégies employées par le chercheur pour guider les remises en situation et lui permettre de les réguler.

La section suivante questionne la place laissée aux enseignants dans cette recherche.

20.2.3 Impliquer les enseignants dans l'analyse

Nous avons laissé toute latitude aux enseignants de notre panel pour concevoir et mettre en œuvre leur séance d'ESFI. En outre, au cours des entretiens, nous avons cherché à recueillir leur témoignage en évitant, tant que possible, les jugements hâtifs ou les surinterprétations de leur activité. Cependant, les analyses des données secondaires, qui visaient à reconstruire leurs dynamiques intentionnelles se sont réalisées sans eux. Deux raisons expliquent ce choix.

La première raison tient à la dimension heuristique de cette recherche. En effet, le modèle InDIS a été construit spécifiquement pour répondre à nos questions de recherche et s'est affiné au fur et à mesure de nos analyses. Il nous semblait donc prématuré de demander aux enseignants de se l'approprier alors même qu'il était en construction et que nous n'avions pas testé sa robustesse.

La seconde raison est relative à la tension entre cette visée heuristique qui se joue sur un temps long[138] et le peu de temps que les enseignants peuvent dégager pour s'inscrire dans cette temporalité. Ceux-ci en effet ne disposent d'aucun financement ou de décompte officiel des heures consacrées à cette recherche sur leur temps de formation, comme l'a également souligné Arnantonaki (2021). Ils ne peuvent donc pas s'impliquer davantage, bien qu'ils se montrent intéressés par les résultats. Cette reconnaissance du temps passé par les enseignants à participer à la recherche nous semble pourtant indispensable si nous voulons mener une vraie collaboration entre chercheur et praticien. Certains enseignants l'ont d'ailleurs mentionné dans leur réponse à nos sollicitations (cf. § 12.1, p. 165).

Ainsi, nous constatons qu'il existe des collaborations entre institutions de recherche et institutions scolaires (ou institutions de l'Éducation nationale[139]) depuis plus d'une vingtaine d'années (Goigoux, 2017), et sous différentes formes qui visent une plus grande

[138] Dans notre cas, cette recherche doctorale s'est déroulée sur trois années.
[139] Figure 4, p. 71

complémentarité entre chercheurs et acteurs de la recherche – Design-Based Research (DBR collective, 2003), recherches collaboratives (Desgagné, 1997), ingénieries coopératives (Bécu-Robinault, 2015 ; Boilevin, 2019 ; Bonny, 2017 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015 ; Sensevy *et al.*, 2013 ; Vinatier & Morissette, 2015) – mais nous déplorons que les heures consacrées à ce travail collaboratif ne soient que trop rarement décomptées officiellement en heures de formation pour les enseignants participant. Nous ne pouvons qu'espérer que le nouveau plan de formation des professeurs des écoles à l'enseignement des sciences et technologies[140] offre de nouveaux espaces de collaboration entre institutions de recherche et institutions scolaires. De notre point de vue, ce serait un moyen de produire des connaissances sur la recherche en minimisant les tensions entre visée heuristique et visée formative. Ainsi, les résultats de l'analyse pourraient être construits avec les enseignants de manière à ce qu'ils se les approprient, comme Pastré (2008) appelle à le faire (cf. § 3.3, p. 56).

Enfin, en termes d'implication des enseignants, force est de constater que, bien qu'une restitution des résultats leur ait été faite, elle nous semble arriver tard dans la temporalité qui est la leur, car ils ont vécu depuis notre rencontre bien d'autres situations d'enseignement et n'ont plus forcément clairement à l'esprit la situation qui a fait l'objet de nos analyses.

Pour aller un peu plus loin nous proposons, dans la section suivante, de discuter de nos référents interprétatifs en tant que chercheure car si nous nous voulons neutre et impartiale, nous n'en demeurons pas moins porteuse d'une histoire personnelle et professionnelle qui ne se révèle pas sans influence sur notre interprétation des données.

20.3 Référents interprétatifs

Comme nous l'avons expliqué en détails tout au long de cette partie du mémoire, notre recherche est qualitative et nécessite donc des interprétations, qui, bien qu'elles se veuillent les plus objectives possibles, sont guidées par la sensibilité du chercheur aux données, en référence à son propre parcours professionnel, son expérience et ses connaissances sur la nature du problème de sa recherche. C'est sous le terme d'« équation intellectuelle du chercheur » que Paillé et Mucchielli (2021, p. 125) prennent en compte ces éléments pour rappeler que le chercheur qualitativiste ne peut pas appréhender des données en faisant abstraction totale de qui il est et de ce qu'il sait déjà. Ces auteurs rejoignent ainsi Gadamer (1996, p. 419) qui souligne que « vouloir éviter ses propres concepts dans l'interprétation n'est pas seulement impossible, mais manifestement absurde. Interpréter, c'est précisément mettre en jeu nos propres concepts préalables, afin que, pour nous, la visée du texte parvienne réellement à s'exprimer ». Le rôle du chercheur qualitativiste se situe donc bien au-

[140] https://www.enseignementsup-recherchp. ex.ouv.fr/fr/formation-continue-des-professeurs-des-ecoles-lancement-d-un-plan-sciences-et-technologie-compter-de-83561

delà de la simple lecture des données puisque c'est sa propre équation intellectuelle qui contribue au sens même de ses données (Paillé & Mucchielli, 2021, p. 155).

Vouloir mettre au jour notre équation intellectuelle, c'est-à-dire nos référents interprétatifs, nous amène à réfléchir à notre posture dans cette recherche. Notons ainsi que notre expérience professionnelle est riche de vingt années passées en tant que professeure des écoles, dont les huit dernières années en tant que professeure des écoles maitres formatrice, puis formatrice à temps partagé à l'INSPE de Bretagne. Au cours de ce parcours professionnel, nous avons toujours assuré l'enseignement des sciences dans nos classes, en passant par tous les niveaux allant du CP au CM2. D'un point de vue plus personnel, nous sommes titulaire d'une licence de Physique. Nous pouvons donc avancer que nous connaissons très bien le terrain de notre recherche, et que la singularité de notre parcours professionnel est un point d'appui indéniable pour établir une relation de confiance avec les enseignants participants. Ce parcours représente également un atout pour l'interprétation des données recueillies puisqu'il nous permet de partager avec les enseignants un langage commun et des expériences professionnelles proches.

Ces atouts peuvent toutefois devenir des freins s'ils génèrent des glissements de posture. En effet, la posture de chercheure qu'il convient d'adopter ne doit pas se confondre avec celle de la collègue enseignante qui connait *de l'intérieur* les dilemmes de ce métier complexe, ni avec celle de la formatrice qui a développé son regard afin d'objectiver les difficultés et la complexité des pratiques d'enseignement. La chercheure doit donc sans cesse rester vigilante pour replacer dans un cadre plus large ce qui a tendance à occuper tout le champ de vision de la professeure des écoles ou de la formatrice en situation de travail. Un propos tenu par l'enseignante P5, hors entretien, attire ainsi notre attention sur cette nécessaire vigilance. Elle déclare en effet : « en fait je voulais profiter que tu sois là pour tester cette séance ». Au travers de ce propos, P5 exprime son attente d'un regard extérieur, d'un retour sur sa pratique pour la rassurer et lui apporter des conseils. Selon nous, ce n'est cependant pas à la chercheure que P5 s'adresse à ce moment-là mais à la formatrice. Si cette dernière peut être amenée à apporter des conseils, ce n'est pas, nous semble-t-il le rôle de la chercheure. Dans le contexte d'une auto-confrontation simple (Clot, 2000), la chercheure pourrait cependant aider P5 à analyser sa pratique, mais ce n'est pas la méthodologie que nous avons mise en œuvre dans cette recherche.

Deux constats émergent suite à cet évènement. Le premier concerne la contractualisation entre le chercheur et l'enseignant participant. Nous avons en effet établi pour cette recherche un protocole de recueil et de traitement des données, de manière à constituer des corpus de données homogènes. Nous avons ensuite explicité ce protocole aux enseignants participants pour nous assurer qu'ils le comprenaient et l'acceptaient, et nous avons considéré que cela relevait de la contractualisation (§ 8.5.2, p. 104). Nous nous questionnons cependant suite au propos de P5 qui nous semble révéler un malentendu. P5 n'avait-elle pas bien compris le protocole ? N'avons-nous pas su entendre ses attentes ? Ce malentendu est-il une

conséquence du fait que cette enseignante nous avait déjà croisée dans un contexte de formation continue et nous identifiait comme formatrice avant de nous savoir doctorante ? Notre posture était-elle ambigüe ? Il nous faudrait analyser les échanges chercheure/enseignante enregistrés lors des entretiens pour répondre à ces questions et analyser précisément notre posture. Le second constat que nous établissons concerne la séance observée. Représente-t-elle, comme nous le pensions, une séance *ordinaire* ou témoigne-t-elle d'un essai totalement *inédit* ? Et dans ce cas, est-ce la séance qui est inédite ou l'organisation de l'activité de P5 au cours de cette séance ? Les entretiens réalisés laissent subsister le doute et pour obtenir des réponses plus claires, il faudrait pouvoir observer P5 à nouveau, sur plusieurs séances. Cela ne rentre toutefois pas dans le cadre de cette recherche de doctorat.

Enfin, la réflexion menée à partir de cet exemple nous amène à ré-évaluer notre protocole de recherche. Nous pourrions le faire évoluer, par exemple en redéfinissant l'entretien *post*-recueil en deux étapes. La première étape consisterait en une *auto-confrontation explicitante,* telle que nous l'avons réalisée, et pourrait se voir complétée d'un entretien d'auto-confrontation analytique de second niveau (Theureau, 2010). Cette seconde étape permettrait aux enseignants de participer davantage à l'analyse de leur activité afin de les aider à mieux comprendre comment celle-ci s'organise et ainsi leur donner les moyens de transformer ce qu'ils jugent nécessaire de transformer par eux-mêmes et pour eux-mêmes. Il nous semble que cette seconde étape de l'entretien *post*-vidéo aurait pu répondre davantage aux attentes de P5 tout en assurant la chercheure de ne pas glisser vers une posture de formatrice.

La discussion de nos résultats d'un point de vue théorique puis empirique, ainsi que les considérations déontologiques que nous avons abordées dans cette dernière partie de la thèse dressent un bilan de l'intérêt et des limites de notre recherche doctorale. Le chapitre suivant en propose une synthèse conclusive.

Chapitre 21
SYNTHESE CONCLUSIVE

Dans ce chapitre conclusif, nous proposons une synthèse de l'intérêt et des limites de notre travail de recherche. Nous envisageons ensuite quelques pistes de prolongement possibles.

21.1 Bilan

Dans cette section, nous soulignons tout d'abord l'apport de chacun des champs de recherche mobilisé pour nos analyses, et l'intérêt du modèle InDIS pour analyser l'activité réelle d'un enseignant expérimenté en situation d'ESFI. Nous dressons ensuite le bilan de nos résultats au regard des objectifs que nous visions.

21.1.1 Du dialogue DST/DP

La mobilisation de la Didactique Professionnelle par le concept de schème d'une part, et au travers des méthodes d'analyse du travail d'autre part, s'avère utile dans cette recherche pour rendre compte de l'organisation de l'activité enseignante – activité observable mais aussi et surtout activité mentale des enseignants – à différentes temporalités. La mise au jour des écarts entre le prévu et le réalisé permet de repérer des incidents critiques très précieux pour étudier la fonction de créativité du schème (Vergnaud *et al*., 1983), et par-là même, mettre au jour l'organisation de l'activité enseignante de régulation en situation d'interaction, ainsi que les régularités et variabilités interpersonnelles. En outre, la mobilisation de ce cadre nous engage dans une perspective développementale qui vise la compréhension de l'agir enseignant en situation de classe, de manière à rendre compte, comme le précise Mayen (2012), des processus de construction, de reconstruction, d'accroissement et de libération des possibilités d'agir des enseignants en situation de travail (en ce qui nous concerne, en situation d'ESFI). Cet ancrage en DP nous permet d'identifier des situations potentielles de développement (Mayen & Gagneur, 2017) relativement au guidage conceptuel dans les phases d'interaction enseignant/élèves. En outre, c'est à partir des éléments de schèmes que nous parvenons à identifier les différentes formes d'intentions des enseignants, qui nous permettent de mettre au travail le modèle InDIS.

La mobilisation de la Didactique des Sciences et des Technologies nous permet de préciser davantage les enjeux du guidage conceptuel en situation d'ESFI, et de constater que les trois enseignants de notre panel qui travaillent sur le thème de la matière ne parviennent pas à

mobiliser de règles d'actions pertinentes pour favoriser la construction des savoirs conceptuels visés. C'est également l'appui sur les recherches en DST qui nous permet d'interpréter les intentions didactiques du projet social et institutionnel relatif à l'enseignement des sciences et des technologies (I_o) et de mettre en lumière la cohérence de l'agir enseignant relativement aux Intentionnalités formulées. Enfin, c'est encore l'apport des recherches en DST qui nous permet d'identifier le paradigme épistémologique dans lequel agissent les enseignants selon l'échelle d'organisation de leur activité.

Le modèle InDIS qui vise la reconstruction des dynamiques intentionnelles des enseignants de notre panel, est développé à partir d'une articulation de ces deux champs de recherche. Il présente l'intérêt de rendre explicite le lien entre les buts visés, les moyens mobilisés pour atteindre ses buts et les résultats de l'agir enseignant, c'est-à-dire, de mieux comprendre ce que fait effectivement l'enseignant relativement à ce qu'on lui demande de faire, ce qu'il voulait faire, ce qu'il n'a pas pu faire ou ce qu'il aurait pu faire, au regard des interactions spécifiques de la situation de classe. Au-delà de mieux comprendre la dynamique temporelle des intentions professorales, il nous semble en outre que la reconstruction des dynamiques intentionnelles d'un professeur des écoles expérimenté en situation d'ESFI permet de mieux comprendre la conceptualisation que l'enseignant se fait de la situation, et donc de mieux comprendre les choix qu'il opère, y compris lorsque ces-derniers se font de manière automatique et difficilement conscientisable. Enfin, selon nous, l'intérêt principal que présente ce modèle réside dans sa capacité à identifier et mettre en résonnance les règles d'actions mobilisées par l'enseignant avec son positionnement épistémologique. Ainsi, les reconstructions des dynamiques intentionnelles permettent de questionner la cohérence de ce positionnement entre les différentes échelles d'organisation de l'activité enseignante, et d'envisager de nouvelles règles d'action en corrélation avec des situations spécifiques. Malgré les limites mises au jour au travers de notre discussion, nous pouvons donc considérer que les résultats de cette recherche se montrent encourageants et invitent à quelques prolongements. Avant de préciser ceux-ci, nous procédons à présent à un retour sur les objectifs de notre recherche.

21.1.2 Retour sur les objectifs de la recherche

Cette recherche s'était fixé deux objectifs. Le premier visait une meilleure compréhension du rôle du système intentionnel (I_o, I, i) dans l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées. En nous appuyant sur les grandes fonctions des intentions identifiées par Pacherie (2003) nous avons reconnu le rôle occupé par chaque instance de ce système intentionnel. Ainsi l'*Intentio* semble mettre un terme au raisonnement sur les fins, l'Intentionnalité semble engager le raisonnement sur les moyens et permettre d'identifier des indices pertinents pour agir, les intentions didactiques enfin, semblent déclencher l'agir enseignant en réponse aux indices perçus. Une fois l'agir déclenché, de nouveaux indices sont perceptibles, qui vont permettre d'affiner l'intention didactique, de l'actualiser à nouveau

d'une échelle macroscopique à une échelle microscopique. Ce seraient donc les intentions didactiques, par ce jeu d'actualisation, qui rempliraient les fonctions de guidage et de contrôle de l'agir jusqu'à son terme, et de coordination des intentions de l'enseignant à celles des élèves. Il nous reste cependant à approfondir notre compréhension des processus qui permettent à l'enseignant de s'approprier (ou d'interpréter) les buts déterminés par l'I_o, autrement dit de comprendre comment agit le réseau intentionnel de l'enseignant pour filtrer l'*Intentio*, au point, parfois, de révéler des phénomènes de *fiction d'identité* (Chevallard, 1985 - § 5.1.1, p. 70). Pour affiner notre questionnement sur ce point, nous pourrions consulter les travaux des approches curriculaires (Audigier *et al.*, 2006 ; Jonnaert, 2011).

Nous voulions également mieux comprendre l'organisation de l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI. Nous avons montré que le guidage peut prendre différentes formes selon la nature du savoir en jeu, et que dans les cas de P0, P1 et P2, nous n'avons mis au jour aucun guidage conceptuel alors que l'Intentionnalité (I_{SAV}) exprimée en amont de la séance par ces enseignants expérimentés semblait prioritairement viser la construction d'un savoir conceptuel ($_{ISAV\text{-}C}$). Dans un cas (P0), l'enseignante ne semble pas savoir quelles règles d'action mettre en place – autres que de questionner les élèves – pour favoriser l'accès des élèves à une conceptualisation scientifique. Dans les autres cas (P1 et P2), les enseignants ne semblent pas avoir identifié sur quoi repose la conceptualisation de la matière au travers des situations qu'ils proposent. En outre, nous avons mis au jour des changements de paradigme épistémologique dans les cas de P1 et de P2 entre différentes échelles d'organisation de leur activité. Ces résultats ne sont cependant pas généralisables car ils portent sur un nombre trop limité de cas. Il nous faudrait les compléter à partir d'autres études de cas traitant du thème de la matière solide, mais aussi compléter l'analyse des cas P3, P4 et P5 qui portent sur d'autres thèmes scientifiques. De plus, nous avons ciblé uniquement les premières séances de séquences d'apprentissage, or, des études à l'échelle d'une séquence entière pourraient apporter des résultats différents. Dans l'idée de compléter ces résultats, il nous semblerait important de prendre également en compte les élèves afin d'analyser concrètement l'impact des règles d'actions mobilisées par l'enseignant sur la construction des savoirs conceptuels des élèves. Pour cela, nous pourrions par exemple travailler sur les conceptions de la matière chez les élèves selon le cadre théorique des champs conceptuels de Vergnaud, ou comme Boyer (2000) l'a proposé avec le concept de reproduction végétale, afin d'analyser les processus de conceptualisation des élèves. Nous pourrions également reconstruire les réseaux intentionnels des élèves (ou de quelques élèves), pour mieux comprendre comment se coordonnent les intentions des élèves et celles des enseignants.

Le second objectif de cette recherche visait le repérage d'éléments de régularité ou de variabilités dans une idée de formation et de développement de compétences professionnelles. Nous avons montré la capacité du modèle InDIS à reconstruire une part du *réel de l'activité enseignante* (Clot *et al.*, 2000). Ce réel reconstruit nous permet de mieux comprendre l'organisation de l'activité enseignante et de rendre compte de la cohérence

entre les buts visés, les moyens mobilisés par les enseignants et les résultats de leur activité. Au travers des dynamiques intentionnelles reconstruites dans cette recherche, nous avons essentiellement mis au jour le potentiel de développement professionnel des enseignants, c'est-à-dire les éléments qui pourraient faire l'objet d'une formation : réalisation d'une carte conceptuelle portant sur la matière pour identifier les relations entre les concepts et caractériser les obstacles que peuvent rencontrer les élèves ; reconstruction d'un espace des possibles pour développer son répertoire de règles d'action potentiellement pertinentes relativement à une situation ; distinction des types de savoir et des formes de guidage qui leur correspondent ; clarification du positionnement épistémologique de chaque enseignant.

Soulignons pour terminer que les catégories d'Intentionnalités mises au jour dans nos analyses ne sont pas *spécifiques à l'ESFI* dans le sens où elles seraient formulées uniquement dans ces situations. Nous pouvons en effet émettre l'hypothèse que dans la plupart des situations d'enseignement, et quelle que soit la discipline qu'il enseigne, le professeur des écoles agit de manière à impliquer les élèves, à organiser le temps didactique (nombre de séances, choix des différentes phases et des tâches relativement au temps disponible…) ; à faire acquérir des savoirs ; à être explicite ; voire même, qu'il agit de manière à privilégier des démarches de type (socio)constructivistes. Nous considérons cependant que ces catégories d'Intentionnalités, exprimées ici à une échelle très macroscopique, peuvent s'actualiser différemment selon les matières scolaires et les contraintes sociales et institutionnelles relatives à chacune. Nous avons donc cherché à mettre au jour la manière dont s'expriment et s'actualisent ces Intentionnalités *spécifiquement en situation d'ESFI*, et non pas quelles Intentionnalités ne s'expriment qu'en situation d'ESFI comparativement à d'autres situations scolaires d'enseignement. Si nous nous sommes focalisés ici sur les dynamiques des intentions de faire acquérir des savoirs conceptuels, il pourrait être intéressant de reconstruire d'autres dynamiques, chez un même enseignant mais dans diverses disciplines. Nous pensons en particulier aux dynamiques relatives aux savoirs langagiers ($I_{SAV\text{-}L}$) afin d'aider les enseignants à mieux identifier les spécificités du langage dans la construction des savoirs scientifiques.

La section suivante présente d'autres perspectives que le modèle InDIS, une fois discuté et affiné pourrait permettre d'explorer.

21.2 Prolongements

Au moins trois perspectives de prolongements de cette recherche semblent se dessiner aujourd'hui. La première consisterait à caractériser explicitement l'expertise en situation d'ESFI, de manière à contribuer à l'étude de la transformation de l'expérience en expertise. La seconde consisterait à définir plus spécifiquement ce qui est stratégique en situation d'ESFI. La troisième consisterait à identifier les intentions portées par les manuels scolaires ou fichiers utilisés par les enseignants pour préparer leurs séances/séquences d'enseignement des

sciences et des technologies, et mieux comprendre comment les enseignants interprètent ces intentions.

21.2.1 De l'expérience à l'expertise

Rappelons que nous n'avons observé dans cette recherche que des enseignants expérimentés dont on peut entendre dire que les séances « tournent ». Mais qu'est-ce qu'une séance « qui tourne » ? Est-ce une séance dans laquelle les élèves accomplissent les tâches prescrites ? Une séance où les élèves sont actifs ? Une séance où les savoirs visés sont effectivement institutionnalisés ? Et suffit-il de considérer qu'une séance « tourne » pour voir en l'enseignant un praticien confirmé ou un expert ? Si des travaux comme ceux de Ericcson *et al.* (1993) laissent penser que l'expertise s'acquiert au bout d'un certain nombre d'heures de pratique – selon Gladwell (2008) il faudrait 10 000 heures de pratique pour devenir expert d'un domaine – le travail de Billett (2020 [2001]) montre quant à lui qu'au fil du temps, des pratiques parfois « inadéquates » se développent. Veillard *et al.* (2011) font écho à cet auteur en précisant que « la pratique enseignante dite experte, fruit d'une longue expérience sur le terrain, ne produit pas toujours ce qui est souhaitable en termes d'apprentissage pour les élèves » et alertent sur le risque de nécrose professionnelle que Clot (2007) définit comme un risque d'enfermement sur une culture métier. De son côté, Maurice (2002, p. 82) constate également que, même si l'enseignant expérimenté s'est construit un grand répertoire de « savoir-faire », cela ne garantit pas qu'il sache décider lequel utiliser en fonction du contexte. Ce ne serait donc pas seulement en forgeant qu'on deviendrait forgeron ni en enseignant qu'on deviendrait *praticien compétent* ou *expert,* ce serait aussi, voire surtout, en analysant le résultat de son activité, car, comme le souligne Pastré (2008), « on apprend (un peu) par l'activité, mais l'apprentissage par l'activité doit être complété par l'apprentissage par l'analyse de l'activité ».

Dans une optique de formation il s'agirait donc, comme le proposent Veillard *et al*. (2011), d'outiller le processus de conception des enseignants d'une part, afin que ceux-ci affirment leurs choix dans le sens d'une plus forte prise en compte des spécificités des savoirs et des logiques d'apprentissage des élèves, et de les aider d'autre part à mettre en œuvre les ressources produites. En écho à Pastré (1999b, p. 32) qui souligne qu' « il faut savoir comprendre pour mieux savoir-faire », nous y ajoutons la nécessité d'outiller les enseignants pour qu'ils comprennent comment s'organise leur activité de régulation de l'immédiat, c'est-à-dire pour qu'ils comprennent pourquoi ils font ce qu'ils font au moment où ils le font, et qu'ils parviennent à le rapporter à la fois à leurs choix de conception (ce qu'ils voulaient faire) et aux résultats de leur activité sur l'apprentissage des élèves. Ainsi, notre hypothèse est que la reconstruction des dynamiques intentionnelles à l'aide du modèle InDIS pourrait outiller la réflexivité des enseignants. Autrement dit, comprendre l'organisation de leur activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI, à l'aide du modèle InDIS, pourrait donner aux enseignants le recul nécessaire pour transformer ce qu'ils jugent utile de transformer dans

leur pratique. Nous pensons ici en particulier aux règles d'action qui permettent à chacun de « réguler l'immédiat » selon un paradigme épistémologique plus ou moins cohérent avec ses choix de conception.

Approfondir cette piste grâce aux reconstructions des dynamiques intentionnelles nous permettrait donc, peut-être, de mieux définir l'expertise en situation d'ESFI. L'idée consisterait à apporter de nouvelles pistes de réflexions quant à la formation des professeurs des écoles en sciences et technologies, dans l'optique de favoriser le développement de leur expérience professionnelle. Pour cela, Mayen (2013) insiste sur l'importance de s'appuyer sur ce que ces derniers conceptualisent des situations qu'ils expérimentent, ou pour reprendre les mots de l'auteur[141] : de « prendre au sérieux » le travail des enseignants. Cette réflexion ouvre sur une seconde piste de prolongement que nous présentons à présent.

21.2.2 De l'intention à la stratégie

La deuxième perspective qui s'ouvre à nous suite à cette recherche, et dans la continuité des questionnements de Jameau (2021), consisterait à caractériser plus explicitement ce qui est stratégique dans le cadre d'un ESFI. En effet, si la *stratégie* peut se définir de manière large comme une suite d'actions (Bressoux, 2002), elle peut aussi se définir de manière plus serrée comme ce que *le stratège* met en œuvre, c'est-à-dire comme « ce qui est conçu avec compétence et habileté, de manière à ce que l'action porte au mieux ses fruits »[142]. Identifier ce qui est stratégique en situation d'ESFI pourrait donc consister à identifier ce qui se révèle cohérent entre le but visé, les moyens mis en œuvre pour l'atteindre et les résultats de l'activité ainsi mise en œuvre.

Il nous semble que l'analyse des dynamiques intentionnelles pourrait permettre d'approfondir cette question. En effet, si l'on en croit Girard (2007), le lien entre intention et stratégie est ténu. L'auteure en effet précise que « l'intention peut exister sans donner lieu à l'élaboration d'une stratégie, mais l'inverse est faux : une stratégie trouve nécessairement, à sa source, une intention » (p. 52). L'auteure précise, en outre, que le fait de reconstruire une intention *a posteriori* en lui attribuant des raisons logiques ne fait pas pour autant que l'intention ait été rationnelle. Ainsi, si la stratégie appelle la raison – puisqu'elle appelle une réflexion, une élaboration en séquences – la raison quant à elle n'appelle pas obligatoirement la stratégie, c'est-à-dire qu'être rationnel ne veut pas obligatoirement dire être stratégique.

Dans une perspective de développement professionnel des professeurs des écoles dans l'enseignement des sciences et des technologies, reconstruire avec les enseignants leurs dynamiques intentionnelles permettrait peut-être d'amener ces-derniers à mieux identifier ce qui est stratégique (stratège) et ce qui ne l'est pas en situation d'ESFI. Autrement dit, reconstruire avec les enseignants leurs dynamiques intentionnelles pourrait être un moyen

[141] https://webtv.univ-lille.fr/video/9167/qu%E2%80%99est-ce-que-le-didactique-professionnelle-
[142] Définition de stratège sur https://www.larousse.fr

de les amener à identifier les domaines de validité de certaines de leurs règles d'actions, afin que la singularité d'une situation prenne sens dans une classe de situations. Si nous le disons avec les mots de Rabardel (2007, p. 32), l'idée consiste à ce que les enseignants parviennent à « identifier des catégories d'objet et de traitement communes […] spécifiques à des situations contextualisées et personnalisées ».

Cette piste de prolongement pourrait alors rejoindre celle de la définition de l'expertise si nous considérons, à l'instar de Pastré (1999a), que les stratégies mobilisées par un enseignant en contexte représentent des indicateurs de ses compétences[143]. La question est ouverte et mériterait selon nous d'être approfondie.

Les questions soulevées par nos résultats ouvrent une troisième piste de prolongements que nous abordons à présent.

21.2.3 Interpréter les intentions des manuels scolaires

La troisième perspective de recherche que nous présentons ici, consisterait à identifier les intentions portées par les manuels scolaires ou fichiers utilisés par les enseignants pour préparer leurs séances/séquences d'enseignement des sciences et des technologies, et à comprendre comment les enseignants interprètent ces intentions pour concevoir leur propre séance/séquence d'ESFI.

Nous avons en effet constaté dans cette recherche – en particulier avec le cas de P2 au sujet de la pâte à modeler – que des enseignants expérimentés peuvent rencontrer des difficultés à s'approprier les intentions des auteurs des manuels scolaires ou fichiers de référence, notamment lorsqu'un savoir conceptuel est en jeu. À ce sujet, Portugais (1998, p. 79) signale d'ailleurs que « lorsque le maître décide de reprendre à son compte une activité rédigée par quelqu'un d'autre (enseignant ou noosphérien), il va se forger des intentions didactiques à propos de cette activité en relisant au travers de son propre réseau intentionnel les intentions des auteurs ». L'auteur (*ibid*.) parle alors de « mutation des intentions didactiques ».

Une exploitation spécifique du modèle des dynamiques intentionnelles permettrait-elle de rendre les intentions des programmes et des manuels plus explicites aux enseignants, en particulier en termes de savoirs conceptuels ? Pour approfondir cette piste de questionnement nous pourrions reprendre les propositions de Tiberghien (2011) qui suggère de rendre plus claires les intentions des manuels scolaires, ou celles de Lebeaume (2011) ou de Hodson (2014), qui soulignent l'un comme l'autre l'intérêt de bien définir les objectifs visés dans les curricula selon trois axes ou dimensions. Lebeaume distingue ainsi : les connaissances, les compétences et les expériences, et Hodson suivi par Boilevin (2017a), distingue les dimensions : apprendre des sciences, apprendre sur les sciences et faire des

[143] Pour Pastré (1999c, p. 121), les compétences sont définies comme « un ensemble organisé de représentations […] et d'organisateurs d'activité […] disponibles en vue de la réalisation d'un but ou de l'exécution d'une tâche »

sciences, qui visent toutes trois des objectifs différents. Amener les enseignants à reconstruire leurs dynamiques intentionnelles relatives à ces trois entrées leur permettrait peut-être de se construire une grille d'analyse des manuels pour identifier les intentions de ceux-ci relatives à chacun de ces objectifs.

Nous proposons à présent de conclure par quelques mots.

Pour conclure

Sans reprendre en détail les conclusions présentées dans le chapitre précédent, nous soulignons pour terminer, que les résultats obtenus au travers de cette recherche montrent les difficultés, y compris pour des enseignants expérimentés et y compris pour des enseignants issus d'une formation initiale scientifique : 1/ à identifier explicitement les savoirs à construire ; 2/ à distinguer les différents types de savoirs à enseigner ; 3/ à mettre en lien les buts visés, les moyens mobilisés pour les atteindre, et les résultats de leur propre activité. La proposition théorique mise à l'épreuve dans cette recherche doctorale semble donc présenter un intérêt pour mieux comprendre l'organisation de l'activité enseignante réelle en situation d'ESFI, et ouvrir des pistes en termes de développement professionnel des professeurs des écoles dans l'enseignement des sciences et de la technologie.

Nous constatons en effet une convergence de nos résultats avec d'autres résultats de la recherche en DST, et parvenons à mettre au jour des éléments concrets de réflexion sur les résultats de l'activité effectuée. Il nous reste à accompagner l'appropriation de ces éléments par les enseignants pour voir dans quelle mesure ils outillent l'analyse réflexive de ces derniers et leur donnent des possibilités de réguler leur pratique.

Nous soulignons également la richesse du dialogue amorcé ici entre une approche cognitive et une approche didactique de l'activité enseignante en situation d'ESFI. Ces deux entrées nous semblent en effet très complémentaires pour mieux comprendre l'organisation de l'activité enseignante, bien que les différentes terminologies employées par chacune apportent leur lot de complications. Le travail de clarification entamé dans cette recherche nécessite une réelle gymnastique intellectuelle et mérite, selon nous, d'être poursuivi.

Les perspectives qui s'ouvrent à l'issue de ce travail pointent des objets de recherche qui nous semblent riches et au cœur des questionnements scientifiques actuels.

Références bibliographiques

Abd-El-Khalick, F., and Lederman, N. (2000). Improving teacher's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Sciences Education, 22*(7), 665-701.

Agostini, M., et Ginestié, J. (2012). Réflexion sur l'utilité et le sens des enseignements technologiques. *Penser l'éducation*, *32*, 15-29.

Alber, A. (2013). *Sonal* (Version 2.1.41) [logiciel]. https://etics.univ-tours.fr/version-francaise/on-aime/sonal-logiciel-gratuit-et-innovant-de-retranscription-dentretiens.

Allal, L. K., et Mottier Lopez, L. (2007). *Régulation des apprentissages en situation scolaire et en formation*. De Boeck.

Alletru, A. (2021). Un exemple d'observation de l'activité enseignante en Polynésie française. Dans P. Guibert (dir.), *Manuel des sciences de l'Éducation et de la formation*. (p. 144-155). De Boeck Supérieur.

(d')Allonnes, R. (1920). Le mécanisme de la pensée Les schèmes mentaux. *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, *90*, 161-202.

Alonzo, A. C., Kobarg, M., and Seidel, T. (2012). Pedagogical content knowledge as reflected in teacher–student interactions: Analysis of two video cases. *Journal of research in science teaching*, *49*(10), 1211-1239.

Altet, M. (1991). *Analyse séquentielle et systématique de l'articulation du processus enseignement-apprentissage : rôle des processus médiateurs et situationnels* [Recherche pour l'habilitation, Université de Nantes]. SUDOC. http://www.sudoc.abes.fr/cbs/DB=2.1/SRCH?IKT=12etTRM=073209783

Altet, M. (1992). Une formation professionnelle par l'analyse des pratiques et l'utilisation d'outils conceptuels issus de la recherche : modes cognitifs et modes d'ajustement. *Les sciences de l'Éducation Pour l'Ère nouvelle*, *2*(1), 27-58.

Altet, M. (1994). Comment interagissent enseignant et élèves en classe ? Note de synthèse. *Revue Française de pédagogie*, *107*, 123-139.

Altet, M. (2000). L'analyse de pratiques : une démarche de formation professionnalisante ? *Recherche et formation*, *35*(1), 25-41.

Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, *138*, 85-93.

Altet, M., et Chartier, A.-M. (2006). Entretien de Marguerite Altet avec Anne-Marie Chartier. L'analyse de pratiques : rétrospectives et questions actuelles. *Recherche et formation*, (51), 11-25.

Amade-Escot, C., et Venturini, P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Éducation et Didactique, 3*(1), 7-42.

Amalberti, R. (1996). *La conduite des systèmes à risques*. Presses Universitaires de France.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for scientific literacy: Project 2061.* Oxford University Press.

Amigues, R. (2002). L'enseignement comme travail. Dans P. Bressoux (dir.), *Les stratégies d'enseignement en situation d'interaction* (p. 243-262). https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000286/document

Amigues, R. (2003). Pour une approche ergonomique de l'activité enseignante. *Skholê, hors-série 1,* 5-16.

Amiroudine, S., et Battaglia, J.-L. (2011/2014). *Mécanique des fluides*. Dunod.

Andersson, K., and Gullberg, A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children? *Cultural studies of science education*, *9*(2), 275-296.

Anscombe, G. E. M. (1957/2002). *L'intention* (M. Maurice et C. Michon, Trad). Gallimard.

Arnantonaki, D. (2021). *Étude de l'appropriation de modèles précurseurs par des enseignants pour une éducation scientifique en grande section d'école maternelle : le cas de la lumière et de l'ombre* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Université de Patras]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03775519

Arzoumanian, P. (2016). Que nous apprend l'enquête CEDRE en fin de collège sur les différentes démarches utilisées par les élèves pour résoudre un problème ? *Administration Éducation*, 2, 45-52.

Ash, D. (2007). Using video data to capture discontinuous science meaning making in nonschool settings.In R. Goldman, R. Pea, B. Barron and D. Sharon (eds.), *Video research in the learning sciences* (p. 207-226). Lawrence Erlbaum Associates.

Astolfi, J.-P. (1984). L'analyse des représentations des élèves, voie d'une différenciation de la pédagogie. *Revue française de pédagogie*, *68*, 15-25.

Astolfi, J.-P. (1993). *Placer les élèves en « situations-problèmes ».* INRP.

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs. Discipline et plaisir d'apprendre*. Presses Universitaires de France.

Astolfi, J.-P., et Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. *Que sais-je ?* Presses Universitaires de France.

Astolfi, J.-P. et Develay, M. (2002). *Didactique des sciences*. Presses universitaires de France.

Audigier, F., Crahay, M. et Dolz, J. (2006). *Curriculum, enseignement et pilotage*. De Boeck.

Bach, J.-F. (dir.) (2004). *Groupe de relecture des programmes du collège. Pôle des sciences*. Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation nationale et de la Recherche. http://pedagogie.ac-amiens.fr/asso-udppc/IMG/pdf/Rapport_Bach.pdf

Bachelard, G. (1938/1999). *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin.

Bächtold, M. (2012). Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation. *Tréma*, 38, 6-39.

Bächtold, M. (2017). Comment analyser et modéliser l'activité des enseignants en sciences ? Une tentative de synthèse comparative. Dans M. Bächtold, J.-M., Boilevin et B. Calmettes (dirs.), *La pratique de l'enseignant en sciences* (p. 159-178). Presses Universitaires de Louvain.

Bächtold, M. (2018). *Épistémologie et didactique de la physique* [Habilitation à diriger des Recherches, Université de Montpellier]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02429529v1

Bächtold, M., Munier, V., Guedj, M., Lerouge, A., et Ranquet, A. (2014). Quelle progression dans l'enseignement de l'énergie de l'école au lycée ? Une analyse des programmes et des manuels. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 10, 63-91.

Bächtold, M. (2017), Boilevin J.-M., Calmettes, B. (2017). *La pratique de l'enseignant en sciences*. Presses Universitaires de Louvain.

Baillat, G., et Hasni, A. (2011). *Pratiques d'enseignement en sciences et technologies. Regards sur la mise en œuvre des réformes curriculaires et sur le développement des compétences professionnelles des enseignants*. Presses Universitaires de Reims.

Ball, D. L., Thames, M. H., and Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389-407.

Barth, B. M. (2013). *L'apprentissage de l'abstraction*. Retz.

Bartlett, F. C. (1932). *Remembering. A Study in Experimental and Social Psychology.* Cambridge University Press.

Baviskar, S., Hartle, T. and Whitney, T. (2009). Essential criteria to characterize constructivist teaching derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles, *International Journal of Science Education*, *31*(4), 541-550.

Bécu-Robinault, K. (2007). Connaissances mobilisées pour préparer un cours de sciences physiques. *ASTER*, *45*(1), 165-187.

Bécu-Robinault, K. (2015). *Un cadre épistémo-sémiotique pour concevoir des séances et analyser des pratiques d'étude et d'enseignement de la physique* [Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches, Université Toulouse Jean-Jaurès]. HAL. https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01237838/document

Bedny, G., and Meister, D. (1997/2014). *The Russian theory of activity: Current applications to design and learning*. Psychology Press.

Billett, S. (2001/2020). *Learning in the workplace: Strategies for effective practice*. Routledge.

Bisault, J. (2008). Interactions verbales, investigation expérimentale et conceptualisation en sciences à l'école primaire. *Carrefours de l'éducation, 1*(25), 17-31.

Bisault, J. (2020). L'activité langagière en sciences à l'école primaire : quels enjeux et quels problèmes pour les élèves et les enseignant· e· s ? *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, *42*(3), 582-596.

Bisault, J., et Berzin, C. (2009). Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire. *Éducation et didactique*, *3*(2), 77-99.

Bisault, J., Boyer, C., Degret, P. et Ledrapier, C. (2009). Des moments de sciences à l'école primaire : textes officiels et documents de préparation des enseignants. *Spirale*, *43*, 41-73.

Bisault, J., et Rebiffé, C. (2011). Découverte du monde et interactions langagières à l'école maternelle : construire ensemble un objet d'investigation scientifique. *Carrefours de l'éducation*, 1, 13-28.

Blais, L. (2006). Savoir expert, savoirs ordinaires : qui dit vrai ? Vérité et pouvoir chez Foucault. *Sociologie et sociétés*, *38*(2), 151-163.

Blanchard, M., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. and Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, *94*(4), 577-616.

Blaser, C. (2009). Le synopsis : un outil méthodologique pour comprendre la pratique enseignante. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, *12*(1), 117–129.

Blat, M., Boilevin, J.-M., et Marzin-Janvier, P. (2021). Sciences à l'école : quelles intentions de l'enseignant pour quels savoirs ? *Mediterranean Journal of Education*, *1*(2), 55-65.

Bogdan, R. and Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education, an introduction to theory and methods* (5e éd.). Allyn and Bacon.

Boilevin, J.-M. (2005). Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert. *ASTER*, *40*(1), 13-37.

Boilevin, J.-M. (2010). *Contribution à la réflexion sur la rénovation de l'enseignement des sciences physiques dans l'enseignement secondaire* [Habilitation à diriger des Recherches, Aix Marseille Université]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03338112v1

Boilevin, J.-M. (2013a). La place des démarches d'investigation dans l'École Normale Supérieure de l'enseignement des sciences. Dans M. Grangeat (dir.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation. Des formations et des pratiques de classe* (p. 23-44). Presses Universitaires de Grenoble.

Boilevin, J.-M. (2013b). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants : regards didactiques*. De Boeck Supérieur.

Boilevin, J.-M. (2014). Désaffection pour les études scientifiques et recherche en éducation scientifique. *Review of science, mathematics and ICT Education*, *8*(2), 5-23.

Boilevin, J.-M. (2017a). La démarche d'investigation : Simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences. Dans M. Bächtold, V. Durrand Guerrier et V. Munier (Eds.), *Épistémologie et didactique*, (p. 195-220). Presses Universitaires de Franche-Comté.

Boilevin J.-M. (2017b). Analyser les interactions didactiques en classe de physique. Dans M. Bächtold, J.-M., Boilevin et B. Calmettes (dirs.), *La pratique de l'enseignant en sciences* (p. 141-158). Presses Universitaires de Louvain.

Boilevin, J.-M. (2019). Ingénieries coopératives et recherches collaboratives en éducation. Dans *C. Goujon (éd.), Actes du congrès La TACD en questions, questions à la didactique. CREAD*, *2*, 25-34.

Boilevin, J.-M., Brandt-Pomares, P., Givry, D. et Delserieys, A. (2012). L'enseignement des sciences et de la technologie fondée sur l'investigation : étude d'un dispositif collaboratif entre enseignants de collège et chercheurs en didactique. Dans B. Calmettes (dir.),

Didactique des sciences et démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation, (p. 214- 234). L'Harmattan.

Boilevin, J.-M., Delserieys, A., Brandt-Pomares, P. et Coupaud, M. (2016). Démarches d'investigation : histoire et enjeux. Dans C. Marlot et L. Morge (dirs.), *L'investigation scientifique et technologique. Comprendre les difficultés de mise en oeuvre pour mieux les réduire* (p. 23-44). Presse Universitaire de Rennes.

Bonnat, C., Marzin-Janvier, P., Luengo, V., Trgalová, J., Chaachoua, H., et Bessot, A. (2020). Proposition d'un modèle pour la compréhension des décisions didactiques d'un enseignant. *Éducation et didactique*, *14*(3), 69-90.

Bonny, Y. (2017). Les recherches partenariales participatives : Éléments d'analyse et de typologie. Dans A. Gillet et D.-G. Tremblay (dirs.), *Recherches partenariales et collaboratives* (p. 25-44). Presses Universitaires de Rennes.

Boyer, C. (2000). Conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale. *Aster*, *31*, 149-171.

Brand, M. 1984 *Intending and Acting.* MIT Press.

Bratman, M. (1987). *Intention, plans, and practical reason*. Harvard University Press.

Brentano, F. (1911). *Von der Klassifikation der psychischen Phänomene*. Duncker et Humblot.

Bressoux, P. (dir.) (2002). *Les stratégies de l'enseignant en situation d'interaction*. https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000286/document

Brickhouse, N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of teacher education*, *41*, 53-62.

Brigido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., and Mellado, V. (2013). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European journal of teacher education*, *36*(2), 200-217.

Briscoe, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs, role metaphors, and teaching practices: A case study of teacher change. *Science Education*, *75*, 185-199.

Bronckart, J.-P. (2007). L'activité langagière, la langue et le signe, comme organisateurs du développement humain. *Langage et société*, 3, 57-68.

Bronckart, J.-P. (2010). La vie des signes en question : des textes aux langues et retour. Dans *Textos Seleccionados, XXV Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística* . Porto : APL, 11-41.

Bronckart, J.-P., Bulea, E., Filliettaz, L., Fristalon, I., Plazaola Giger, M.-I., et Revaz, F. (2004). Agir et discours en situation de travail. Dans J.-P. Bronckart et le groupe LAF (Eds.), *Cahier des sciences de l'éducation*, *103*, 11-144.

Brousseau, G.-P. (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'AMQ. Montréal.*, 23, 14-24.

Brown, A.L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (p. 65–116). Erlbaum.

Bru, M. (1997). *Connaitre l'acte d'enseigner*. Laboratoire de recherche interdisciplinaire en didactique des disciplines, Faculté de l'éducation, Université de Sherbrooke.

Bru, M. (2002a). Introduction. Recherches, pratiques et savoirs en éducation. Dans B.Donnay et M. Bru (dirs.), *Recherches, pratiques et savoirs en éducation* (p. 6-13). De Boeck.

Bru, M. (2002b). Pratiques enseignantes : des recherches à conforter et à développer. *Revue Française de Pédagogie*, *138*, 63-73

Brun, J.-P. (1992). *Les hommes de lignes : analyse des phénomènes sociaux et subjectifs dans l'activité de travail des monteurs de lignes électriques* [Thèse de doctorat en ergonomie, Ecole Pratique des Hautes Études de Paris]. Non publiée

Bruner, J.-S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir-faire, savoir dire*. Presses Universitaires de France.

Bruner, J. (1996/2008). *L'éducation : entrée dans la culture*. Retz.

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

Bucheton, D., et Soulé, Y. (2009). Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées. *Éducation et didactique*, *3*(3), 29-48.

Butterfield, L. D., Borgen, W. A., Amundsen, N. E. and Maglio, A.-S. T. (2005). Fifty years of the critical incident technique: 1954-2004 and beyond. *Qualitative Research*, *5*(4), 475-497.

Buty, C. et Plantin, C. (2008). Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage. Institut national de recherche pédagogique. *Revue des sciences de l'éducation*, *36*(3), 794-79.

Cahour, B., Salembier, P., and Zouinar, M. (2016). Analyzing lived experience of activity. *Le travail humain*, *79*(3), 259-284.

Cahour, B., Licoppe, C., et Créno, L. (2018). Articulation fine des données vidéo et des entretiens d'auto-confrontation explicitante : Étude de cas d'interactions en covoiturage. *Le travail humain*, *81*(4), 269-305.

Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. *Spirale-Revue de recherches en éducation*, *43*(1), 139-148.

Calmettes, B. (2012). *Modélisation pragmatiste de l'action didactique de l'enseignant. Le cas des démarches d'investigation en physique, en collège* [Habilitation à diriger des Recherches, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00997860/

Calmettes, B., et Boilevin, J.-M. (2014). Le modèle « investigation-structuration » et l'actualité des tensions autour des constructivismes. *RDST*, *9*, 103-128.

Calmettes, B. (2017). Modélisation pragmatiste de l'action didactique enseignante. Dans M. Bächtold, J.-M., Boilevin et B. Calmettes (dirs.), *La pratique de l'enseignant en sciences* (p. 45-63). Presses Universitaires de Louvain.

Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. Oxford University Press.

Cariou, J.-Y. (2010). Tentative de détermination de l'authenticité des démarches d'investigation. *Journées scientifiques DIES 2010*. INRP.

Cariou, J.-Y. (2013). Démarche d'investigation : en veut-on vraiment ? Regard décalé et proposition d'un cadre didactique. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *7*, 137-166.

Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Kam Ho Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., … Wilson, C. D. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (p. 77-94). Springer Singapore.

Casalfiore, S. (2002). La structuration de l'activité quotidienne des enseignants en classe : Vers une analyse en termes d'« action située ». *Revue française de pédagogie*, *138*, 75-84.

Chan, K. K. H., and Hume, A. (2019). Towards a Consensus Model: Literature Review of How Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Is Investigated in Empirical Studies. In A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science,* (p. 3-76). Springer Singapore.

Chang, J. Y. (1999). Teacher college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling, *Science Education*, *83*, 511-526.

Chatigny, C., et Vezina, N. (2008). L'analyse ergonomique de l'activité de travail : un outil pour développer les dispositifs de formation et d'enseignement. Dans Y. Lenoir et P. Pastré (dirs.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 127-159). Octarès.

Chesnais, A., Cross, D., et Munier, V. (2017). Étudier les effets de formations sur les pratiques : réflexions sur les liens entre connaissances et pratiques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *15*, 97-130.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. La pensée sauvage.

Chevallard, Y. (1991). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique. *Publications mathématiques et informatique de Rennes*, *S6*, 160-163.

Chevallard, Y., et Cirade, G. (2010). Les ressources manquantes comme problème professionnel. Dans G. Gueudet et L. Trouche (Eds.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*, (p. 41-55). Presses universitaires de Rennes et INRP.

Chinn, C. A., and Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science education*, *86*(2), 175-218.

Clauzard, P. (2014). Les glissements conceptuels : un observable de secondarisation en classe élémentaire de grammaire. *Éducation et didactique*, *8*(3), 23-41.

Clément, P. (1998). La biologie et sa didactique, dix ans de recherche. *ASTER*, *27*(1), 57-93.

Clot, Y. (1995/2016). *Le travail sans l'homme ? Pour une psychologie des milieux de travail et de vie*. La découverte.

Clot, Y. (1999a). Le geste est-il transmissible. Dans *Apprendre autrement aujourd'hui, Dixièmes entretiens de la Villette*, *24*.

Clot, Y. (1999b). *La fonction psychologique du travail*. Presses universitaires de France.

Clot, Y. (2000). Chapitre V -La formation par l'analyse du travail : pour une troisième voie. Dans B. Maggi (dir.), *Manières de penser, manières d'agir en éducation et en formation* (p. 133-156). Presses Universitaires de France.

Clot, Y. (2007). De l'analyse des pratiques au développement des métiers. *Éducation et didactique*, *1*(1), 83-93.

Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., et Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [en ligne], 2(1). http://journals.openedition.org/pistes/3833

Clot, Y., et Leplat, J. (2005). La méthode clinique en ergonomie et en psychologie du travail. *Le travail humain*, *68*(4), 289-316.

Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.

Colmant, M., et Le Cam, M. (2020). Note d'information. TIMSS 2019 –Évaluation internationale des élèves de CM1 en mathématiques et en sciences : les résultats de la France toujours en retrait.

Colonnese, D., Héron P., Michelini, M., Santi, L. and Stefanel, A. (2012). A vertical pathway for teaching and learning the concept of energy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), p. 21-50

Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. and Rybska, E. (2018). *Introduction: What is inquiry-based science teaching and learning?* In O. E. Tsivitanidou, P. Gray et E. Rybska (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning. Contribution from Science Education Research,* (p.1-23). Springer.

Coquidé-Cantor, M. (1998). Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. *ASTER*, *26*(1), 109-132.

Coquidé, M. (2003). Face à l'expérimental scolaire. Dans J.-P. Astolfi (dir.) *Éducation, formation : nouvelles questions, nouveaux métiers*, (p. 153-180). ESF.

Coquidé-Cantor, M., Fortin, C., et Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *ASTER*, *49*(1), 51-77.

Coquidé, M. et Flatter, E. (2015). D'une auto-prescription à une mise en œuvre d'investigation. Étude de cas en SVT au collège. *Recherche en éducation*, *21*, 34-50.

Couchouron, M., Viennot, L., et Courdille, J.-M. (1996). Les habitudes des enseignants et les intentions didactiques des nouveaux programmes d'électricité en classe de quatrième. *Didaskalia*, *8*(1), 81-96.

Coulange, L. (2012). *L'ordinaire dans l'enseignement des mathématiques. Les pratiques enseignantes et leurs effets sur les apprentissages des élèves* [Habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Diderot-Paris VII]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00801863v1

Coulet, J.-C. (2009, septembre). Un modèle de la compétence pour la conception, la mise en œuvre et l'évaluation de dispositifs pédagogiques et didactiques. *Actes du colloque EIAH*, 295-302.

Coulet, J.-C. (2011). *Une approche psychologique de la gestion des compétences, au-delà de l'opposition expert/novice* [communication orale]. Colloque GESCO, Clermont-Ferrand, France

Crahay, M. (2006). *Un bilan des recherches processus-produit : l'enseignement peut-il contribuer à l'apprentissage des élèves et, si oui, comment ?* Unige.

Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(9), 916-937.

Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching*, *44*(4), 613-642.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, Sage.

Cross, D. (2010). Action conjointe et connaissances professionnelles de l'enseignant. *Éducation et didactique*, *4*(3), 39-60.

Cross, D. (2022). *Modélisation des connaissances professionnelles des enseignants de sciences à l'aide du couple schème-classe de situations* [Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université de Toulouse]. (Non paru)

Cross, D., et Grangeat, M. (2014). Démarches d'investigation : Analyse des relations entre contrat et milieu didactiques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 10, 155-182.

Cru, D., et Dejours, C. (1983). Les savoir-faire de prudence dans les métiers du bâtiment. *Cahiers médico-sociaux*, *3*, 239-247.

Daguzon, M., et Goigoux, R. (2007). L'influence de la prescription adressée aux professeurs des écoles en formation initiale : construction d'un idéal pédagogique. *Actes du Congrès International d'Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation (AREF)*, 1-11.

Davidson, D. (1980). *Essays on Actions and Events.* Oxford University Press.

De Boer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in Science teaching*, *37*(6), 582-601.

De Ketele, J.-M., et Roegiers X. (1991/1996). Méthodologie du recueil d'informations. Fondements des méthodes d'observations, de questionnaires, d'interviews et d'études de documents. Méthodes en sciences humaines.3èDe Boeck Université.

De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (2002). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Hachette Éducation.

Dell'angelo, M., Coquidé, M. et Magneron, N. (2012). Statut de l'investigation dans des standards de l'enseignement scientifique : cas des USA, de la Suisse et de la France, Dans B. Calmettes (dir.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation* (p. 27-58). L'Harmattan.

Deluermoz, Q., et Singaravélou, P. (2016). *Pour une histoire des possibles. Analyses contrefactuelles et futurs non advenus*. Média Diffusion.

Désautels, J., Larochelle, M., Gagné, B., et Ruel, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique. *Didaskalia*, *1*(1), 49-67.

Descombes, V. (2002). Préface. Dans G.E.M. Anscombe, *L'intention* (p. 4-20), Gallimard.

Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, *23*(2), 371-393.

Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, *32*(1), 5-8.

Develay, M. (1989). Sur la méthode expérimentale. *ASTER*, *8*(1), 3-16.

Dewey, J. (1938/1993). *Logique. La théorie de l'enquête*. Presses Universitaires de France.

Dezutter, O., et Pastré, P. (2008). Didactiques des disciplines scolaires et didactique professionnelle : de l'émergence à l'institutionnalisation, histoires croisées. Dans Y. Lenoir et P. Pastré (dirs.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 269-284). Octarès.

Direction Générale de l'Enseignement Scolaire (DGESCO). (2016). *Bilan national de mise en œuvre de l'accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire – ASTEP*. https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/astep/PDF/Bilan_ASTEP_2016.pdf

Driver, R. (1973). *The representation of conceptual frameworks in young adolescent scientific students*, Unpublished [Ph.D. dissertation, Université of Illinois]. Unpublished

Driver, R., and Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, *10*, 37-60.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., and Mortimer, E. (1994a). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, *23*(7), 5-12.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., and Wood-Robinson, V. (1994b). Air. *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.

Dufays, J.-L. (2005). La leçon de littérature, entre schèmes d'action et gestes professionnels : questions méthodologiques et premiers repérages. *La lettre de l'AIRDF*, *36*(1), 10-14.

Duit, R. (1995). The constructivist view: a fashionable and fruitful paradigm for science education. In L. Steffe et J. Gale (eds.), *Constructivism in education* (p. 271-285). Erlbaum.

Dumez, H. (2010). La description : point aveugle de la recherche qualitative. *Le Libellio d'Aegis*, *6*(2), 28-43.

Dumouchel, M., et Lanaris, C. (2020). Processus de changement vers une nécessaire cohérence entre la gestion de la classe et la didactique des mathématiques dans un paradigme constructiviste. *Canadian Journal of Education*, *43*(1). 288-312.

Durand, M. (1996). *L'enseignement en milieu scolaire*. Presses Universitaires de France.

Edwards, A.L., and Horst, P. (1953). Social desirability as a variable in Q technique studies. *Educational Psychologic Measurement*, *13*, 620-625.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

Eisenhardt, K. M. (1991). Better Stories and Better Constructs: The Case for Rigor and Comparative Logic. *Academy of Management Review*, 16(3), 620-627.

El Mostafa, H., Lenoir, Y., et Desjardins, J. (2012). La didactique professionnelle et la formation à l'enseignement : apports et questionnements. *Travail et apprentissages*, *10*, 9-15.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., and Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, *100*, 363–406.

Eurydice (2006). *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. États des lieux des politiques et de la recherche*. Bruxelles : Commission européenne. Direction générale de l'Éducation et de la Culture.

Eurydice (2011). L'enseignement des sciences en Europe : politiques nationales, pratiques et recherche. Bruxelles : Commission européenne. Direction générale de l'Éducation et de la Culture.

Fabre, M. (2006). Analyse des pratiques et problématisation. Quelques remarques épistémologiques. *Recherche et formation*, *51*, 133-145.

Fabre, M. (2011). *Éduquer pour un monde problématique. La carte et la boussole*. Presses Universitaires de France.

Fabre, M. (2015). *Éduquer pour un monde problématique : la carte et la boussole*. Presses universitaires de France.

Fabre, M. (2017). *Qu'est-ce que problématiser*. Vrin.

Fabre, M., et Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *ASTER*, *24*(1), 37-57.

Fabre, M., et Musquer, A. (2009). Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation-Pour l'Ère nouvelle*, *42*(3), 111-129.

Faïta, D. (1989). Mondes du travail et pratiques langagières, *Langages*, *93*, 110-124.

Falardeau, É. et Simard, D. (2011). L'étude du rapport à la culture dans les pratiques enseignantes : le synopsis comme outil de réduction et d'organisation des données. *Recherches qualitatives*, *30*(2), 96-121.

Feyerabend, P. (1979). Dialogue on method. In G. Radnitzky (Ed.), *The structure and development of science* (p. 63-131). Springer.

Fillon, P., et Vérin, A. (2001). Écrire pour comprendre les sciences. *ASTER*, *33*(1), 3-16.

Flammang, C., et Forget, A. (2002). Amélioration de l'enseignement des sciences au premier degré de l'enseignement secondaire : analyse des effets à court et à moyen terme de l'introduction d'énigmes scientifiques dans des classes. *Les Cahiers du Service de pédagogie expérimentale*, *9*(10), 131-149.

Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological bulletin*, *51*(4), 327.

Foessel, M. (2007). Penser le social : entre phénoménologie et herméneutique. Dans C. Delacroix et F. Dosse (dirs.), *Ricoeur et les sciences humaines* (p. 37-56).La Découverte.

Forest, D., 2009. Agencements didactiques. Pour une analyse fonctionnelle du comportement non-verbal du professeur. *Revue française de pédagogie*, *165*, 77-89.

Furtak, E.-M., Seidel, T., Iverson, H. and Briggs, D.-C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a metaanalysis. *Review of Educational Research*, *82*(3), 300-329.

FXhome. (2019). Hitfilm express (Version 12) [logiciel]. https://www.futura-sciences.com/tech/telecharger/hitfilm-express-187

Gadamer, H. G. (1996). *La philosophie herméneutique*. Presses Universitaires de France.

Gale, G. (1995). Preface. In L. Steffe et J. Gale (eds.), *Constructivism in education* (p. 9-17). Erlbaum.

Gallagher, J. J. (1991). Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science. *Science education*, *75*(1), 121-33.

Garcia-Debanc, C., et Laurent, D. (2003). Gérer l'oral en sciences : La conduite d'une phase d'émergence des représentations par un enseignant débutant. *ASTER*, *37*(1), 109-137.

Garcia-Debanc, C., Laurent, D., et Galaup, M. (2009). Les formulations des écrits transitoires comme traces du savoir en cours d'appropriation dans le cadre de l'enseignement des sciences à l'école primaire. *Pratiques. Linguistique, littérature, didactique*, *143,* 27-50.

Gengarelly, L. M., and Abrams, E. D. (2009). Closing the gap: Inquiry in research and the secondary science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, *18*(1), 74-84.

Gess-Newsome, J. (2002). The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course. *Science et Education*, *11*(1), 55-67.

Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., and Stuhlsatz, M. A. (2019). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, *41*(7), 944-963.

Gibson, H. L., and Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science education*, *86*(5), 693-705.

Gil-Pérez, D. (1993). Apprendre les sciences par une démarche de recherche scientifique. *ASTER*, *17*(1), 41-64.

Ginbourger, F. (1992). La recherche en didactique professionnelle, un enjeu social. *Éducation permanente*, *111*, 11-17.

Giordan, A. (1976). *Rien ne sert de courir, il faut partir à point* [Thèse de doctorat, Paris V et Paris VII].

Giordan, A. (dir.). (1983). *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Peter Lang.

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin.

Giordan, A., et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques.* Delachaux et Nestlé.

Giordan, A., et Martinand, J.-L. (1988). États de la recherche sur les conceptions des apprenants. *Annales de didactique des sciences,* 2.

Giordan, A., Girault, Y. et Clément, P. (1994). *Conceptions et connaissances*. Peter Lang.

Girard, M. (2007). Éléments de critique des théories de l'action. *Nouvelles perspectives en sciences sociales*, *3*(1), 47-60.

Gladwell, M. (2008). Outliers: The story of success. Little Brown.

Glaser, B. G., and Strauss, A. L. (1967/2017). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Routledge.

Goffman, E. (1987). *Façons de parler*. Éditions de Minuit.

Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et didactique*, *1*(3), 47-69.

Goigoux, R. (2017). Associer chercheurs et praticiens à la conception d'outils didactiques ou de dispositifs innovants pour améliorer l'enseignement, *Éducation et didactique*, *11*(3), 135-142.

Goldenberg, P., and Mason, J. (2008). Shedding light on and with example spaces. *Educational Studies in Mathematics*, *69*(2), 183-194.

Gomm, R., Hammersley, M., and Foster, P. (2000). Case study and generalization. In R. Gomm, M. Hammersley et P. Foster (Eds.), *Case study method*: Key Issues, Key Texts (p. 98-115). Sage.

Good, R. (1993). The many forms of constructivism. *Journal of Research in Science Teaching*, *30*(9), 10-15.

Goujon, C. (2016). *Didactisation de pratiques de savoir scientifiques, transactions avec des publics scolaires et non scolaires : Des scientifiques, de leur laboratoire à la Fête de la science* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale]. Theses.fr. https://www.theses.fr/2016BRES0081.

Gouvernement du Québec (2005). Guide d'accompagnement des programmes de sciences. *Québec : Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport*.

Government of the United Kingdom (2015). National curriculum in England: science programmes of study. *England: Department for Education*.

Grandy, R. E., and Duschl, R. A. (2007). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference12. *Science & Education*, *16*(2), 141-166.

Grangeat, M. (2013). Modéliser les enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation : développement des compétences professionnelles, apport du travail collectif. Dans P. Bressoux (dir.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation*, (p. 199-234). Presses Universitaires de Grenoble.

Grangeat, M., and Hudson, B. (2015). A New Model for understanding the Growth of Science Teacher Professional Knowledge. In M. Grangeat (Ed.), *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (p. 205-228). SensePublishers.

Gremler, D.D. (2004). The critical incident technique in service research. *Journal of Service Research, 7*(1), 65-89.

Grissom, A. N., Czajka, C. D. and McConnell, D. A. (2015). Revisions of physical geology laboratory courses to increase the level of inquiry: implications for teaching and learning. *Journal of Geoscience Education*, *63*(4), 285-296.

Guedj, M. et Mayrargue, A. (2014). Éclairages historiques sur l'émergence du concept d'énergie. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *10*, 35-61.

Guérin J., Riff J. et Testevuide S. (2004). Étude de l'activité « située » de collégiens en cours d'EPS : une opportunité pour examiner les conditions de validité des entretiens d'autoconfrontation, *Revue Française de Pédagogie*. *147*, 15-26.

Guérin J. et Riff J. (2006). Propositions pour dépasser les problèmes posés par l'étude empirique d'activités collectives à dimension conflictuelle dans une perspective d'anthropologie cognitive située ? Dans F. Jeffroy, J., Theureau & Y. Haradji (dirs.), *Confrontation des démarches d'étude de la relation entre activité individuelle et activité collective* (p. 9-20). Octarès.

Gwimby, E. and Monk, M. (2003). A study of the association of attitudes to the philosophy of science with classroom contexts, academic qualification and professional training, amongst a level biology teacher in Harare, Zimbabwe. *International Journal of Science Education*, *25*(4), 469-488.

Gyllenpalm, J., Wickman, P. O., and Holmgren, S. O. (2010). Teachers' language on scientific inquiry: methods of teaching or methods of inquiry? *International Journal of Science Education*, *32*(9), 1151-1172.

Habboub, E., Lenoir, Y., et Tardif, M. (2008). La didactique professionnelle et la didactique des savoirs professionnels dans la documentation scientifique : un essai de synthèse des travaux francophones. Dans Y. Lenoir et P. Pastré (dirs.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 21-52). Octarès.

Halbwachs, F. (1974). *La pensée physique chez l'enfant et chez le savant*. Delachaux et Niestlé.

Harlen, W. (2009). Teaching and learning science for a better future. *School Science Review, 90*(33), 33-41.

Harrison, A., Grayson D., and Treagust, D. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(1), 55-87.

Hasni, A. (2006). Statut des disciplines scientifiques dans le cadre de la formation par compétences à l'enseignement des sciences au secondaire. Dans A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebaume (dirs.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 121-156). Presses de l'Université du Québec.

Hasni, A. et Samson, G. (2007). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Première partie : place de la problématisation dans les démarches à caractère scientifique. *Spectre*, *37*(2), 26-29.

Hasni, A. et Lebeaume, J. (dirs.). (2010). *Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technologique*. University of Ottawa Press.

Haug, B. S., and Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting. *Research in Science Education*, *44*(5), 777-800.

High Level Group (2004). *Increasing human ressources for science and technology in Europe. EC conference Europe needs more scientists*. Commission Europeenne. Direction de la Recherche. http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/index_en.html

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., and Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational psychologist*, *42*(2), 99-107.

Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, *36*(15), 2534-2553.

Hofstein, A., and Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, *88*(1), 28-54.

Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., and Mamlok Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(7), 791-806

Holbrook, J., and Kolodner, J. L. (2000). Scaffolding the development of an inquiry-based (science) classroom. *Proceedings of the Fourth International Conference of the Learning Sciences*, 221-227.

Host, V. et Martinand, J.-L. (1975). *Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire, III : initiation physique et technologique*. INRDP.

Host, V., Deunff, J. et Deman, C. (dirs.) (1976). Activites d'eveil scientifiques 4 : Initiation biologique. *Recherches pédagogiques*, *86*.

Houdement, C. (1999). Le choix des problèmes pour la « résolution de problèmes ». *Grand N*, *63*, 59-76.

Inspection Générale de l'Éducation Nationale (IGEN). (2010). Note de synthèse sur la mise en œuvre de la réforme de l'enseignement primaire- juillet 2010 : la mise en œuvre des programmes dans les classes et les évaluations nationales des élèves comme outil de pilotage du premier degré. http://media.education.gouv.fr/file/2010/93/9/notereformeprimaire_154939.pdf

Inspection Générale de l'Éducation Nationale (IGEN). (2013). Bilan de la mise en œuvre des programmes issus de la réforme de l'école primaire de 2008. http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/72/8/2013-066-Rapport-IGEN-Bilan-de-la-mise-en-oeuvre-des-programmes-issus-de-la-reforme-de-2008_284728.pdf

Inspection Générale de l'Éducation Nationale - Séminaire des Doyens (IGEN). (2015). Valeurs de la République et laïcité. http://cache.media.education.gouv.fr/file/2015/51/3/IGEN_seminaire-doyens-avril2015-valeurs-republique-laicite_634513.pdf

Jacobi, D. et Peterfalvi, B. (2004). Interactions langagières : regards didactiques, regards linguistiques. *ASTER*, *38*(1), 3-13.

Jameau, A. (2012). *Les connaissances mobilisées par les enseignants dans l'enseignement des sciences : analyse de l'organisation de l'activité et de ses évolutions* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale]. Thèses.fr. https://www.theses.fr/2012BRES0036

Jameau, A. (2015). Les connaissances professionnelles des enseignants et leur évolution à travers une analyse de l'activité. Une étude de cas en physique au collège. *Éducation et didactique*, *9*(1), 9-31.

Jameau, A. (2017). Connaissances professionnelles et travail documentaire des enseignants : une étude de cas en chimie au lycée. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *15*, 33-58.

Jameau, A. (2021). *Un cadre didactique d'analyse de l'activité d'enseignement de la physique. Mise en relation d'éléments théoriques et méthodologiques en didactique de la physique et en didactique professionnelle* [Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches, Université de Bretagne Occidentale]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03331240/

Jameau, A. et Boilevin, J.-M. (2015). Les déterminants de la construction et de la mise en œuvre de démarches d'investigation chez deux enseignants de physique-chimie au collège. *Recherches en éducation* [En ligne], *21*. http://journals.openedition.org/ree/7545

Jaubert, M. et Rebière, M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, *31*, 173-195.

Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 703-710.

Jenkins, E. (2000). Constructivism in school science education: powerful model or the most dangerous intellectual tendency? *Science et Education*, *9*, 599-610.

Jiménez-Aleixandre, M. P., and Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. *Argumentation in science education*, *35*, 3-27.

Jolivet, S. (2018). *Modèle de description didactique de ressources d'apprentissage en mathématiques, pour l'indexation et des services EIAH* [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02079412/

Jones, M. T., and Eick, C. J. (2007). Implementing inquiry kit curriculum: Obstacles, adaptations, and practical knowledge development in two middle school science teachers. *Science Education*, *91*(3), 492-513.

Jonnaert, P. (2002). Recherches collaboratives et socioconstructivisme. Dans P. Venturini, C. Amade-Escot et A. Terrisse (dirs.), *Études des pratiques effectives : l'approche des didactiques* (p. 175-196). La Pensée sauvage.

Jonnaert, P. (2011). Curriculum, entre modèle rationnel et irrationalité des sociétés. *Revue internationale de l'éducation de Sèvres*, *56*, 135-145.

Journot, M. T. (2019). *Le vocabulaire du cinéma*. Armand Colin.

Kambouri-Danos, M., Ravanis, K., Jameau, A., and Boilevin, J. M. (2019). Precursor models and early years science learning: A case study related to the water state changes. *Early Childhood Education Journal*, *47*(4), 475-488.

Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation. Étapes et approches* (3e édition). Éditions du renouveau pédagogique (ERPI).

Kermen, I. (2015). Studying the Activity of Two French Chemistry Teachers to Infer their Pedagogical Content Knowledge and their Pedagogical Knowledge. In M. Grangeat (Ed.), *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (p. 89-115). Sense Publishers.

Kermen, I. (2016). Utilisation et rôles des exemples lors d'enseignements universitaires de chimie. *Recherches en éducation* [en ligne], *27* https://journals.openedition.org/ree/6205

Kermen, I. (2017). Caractériser l'activité d'une enseignante de physique-chimie – Une double approche didactique et ergonomique. Dans M. Bächtold, J.-M., Boilevin et B. Calmettes (dirs.), *La pratique de l'enseignant en sciences* (p. 25-44). Presses Universitaires de Louvain.

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée : Savoirs et modèles, raisonnements d'élèves, pratiques enseignantes*. PUR.

Kermen, I. et Colin, P. (2014, mars). *Comparaison de l'activité de trois enseignantes lors d'une séance sur les piles en classe de terminale* [communication orale]. *8e rencontres scientifiques de l'ARDIST*, Marseille.

Kermen, I. et Izquierdo-Aymerich, M. (2017). Connaissances professionnelles didactiques des enseignants de sciences : un thème de recherche encore récent dans les recherches francophones. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *15*, 9-32.

Keys, C.W., and Kennedy, V. (1999). Understanding inquiry science teaching in context: a case study of an elementary teacher. *Journal of Science Teacher Education, 10,* 315-333.

Keys, C.W., and Bryan, L.A. (2001). Co-construction inquiry-based science with teachers: essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(6), 631-645.

Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*, 2nd edn. Royal Society of Chemistry.

Kind, V. (2019). Development of evidence-based, student-learning-oriented rubrics for pre-service science teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, *41*(7), 911-943.

Kind, V., and Chan, K. K. (2019). Resolving the amalgam: connecting pedagogical content knowledge, content knowledge and pedagogical knowledge. *International Journal of Science Education*, *41*(7), 964-978.

Kirschner, P., Sweller, J., and Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist, 41*(2), 75-86.

Kirschner, P. A., and Lund, K. (2017). Finding a middle ground: Wars never settle anything. In L. Lin et J.M. Spector (Eds.), *The sciences of learning and instructional design* (p. 36-50). Routledge.

Klahr, D., and Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological science*, *15*(10), 661-667.

Kokkotas, P., Vlachos, I., and Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, *20*(3), 291-303.

La main à la pâte et le Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (2002). *Guide de découverte*. Paris : INRP. http://www.lamap.fr/bdd_image/51_brochure_lamap.pdf

Laks, A., et Neschke-Henschke, A. (dirs.) (1991/2008). *La Naissance du paradigme herméneutique : De Kant et Schleiermacher à Dilthey seconde édition revue et augmentée*. Presses Universitaires Septentrion.

Larcher, C. et Peterfalvi, B. (2006). Diversification des démarches pédagogiques en classe de sciences. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, *886*, 825-834.

Larcher, D., and Tarascon, J. M. (2015). Towards greener and more sustainable batteries for electrical energy storage. *Nature chemistry*, *7*(1), 19-29.

Larkin, S., and Wellington, J. (1994). Who will teach the nature of science? Teachers' views of science and their implication for science education. *International Journal of Science Education, 16*(2), 175-190.

Laurence, S. and Margolis, E. (1999). Concepts and cognitive science. In S. Laurence et E. Margolis (Eds.), *Concepts: core reading* (p. 3-81). MIT Press.

Lebeaume, J. (2000). Jeux d'étiquettes, jeux de kim, jeux de famille, puzzles ou devinettes à l'école. Découverte du monde, sciences et technologies aux cycles II et III. *ASTER, 31,* 95-120.

Lebeaume, J. (2003). Construction de la technologie pour l'école moyenne en France : un aperçu historique. *Can J Sci Math Techn, 3*, 83-99.

Lebeaume, J. (2011). Les élèves « sujets épistémiques » ou « sous instruits normalement doués » : deux désignations datées avec leur épaisse gangue sociale. *Recherches en didactiques*, *11*(1), 35-48.

Lebeaume, J., Hasni, A. et Bousadra, F. (2018). *Les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique. Regards croisés sur les curriculums et les pratiques en France et au Québec*. Éditions Cursus Universitaire.

Leclerc, C., Bourassa, B. et Filteau, O. (2010). Utilisation de la méthode des incidents critiques dans une perspective d'explicitation, d'analyse critique et de transformation des pratiques professionnelles. *Éducation et francophonie*, *38*(1), 11-32.

Lederman, N.G. (1992). Students'and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research of Science Teaching, 29* (4), 331-359.

Lederman, N.G. (1999). Teachers' undestanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of research of Science teaching, 36*(8), 916-929.

Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In Abelle, S.K. et Lederman, N.G. (Eds.), *handbook of research on science education* (p. 831-880). Lawrence Erlbaum Associates.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Wickman, P. O., and Lager-Nyqvist, L. (2007). An international, systematic investigation of the relative effects of inquiry and direct instruction. *European Science Education Research Association*.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., Wickman, P. O., and Lager-Nyqvist, L. (2008, April). An International, systematic investigation of the relative effects of inquiry and direct instruction: A replication study. In *National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore.

Lee, O., Buxton, C., Lewis, S., and LeRoy, K. (2006). Science inquiry and student diversity: enhanced abilities and continuing difficulties after an instructional intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(7), 607-636.

Lefeuvre, L. (2018). *Didactique de l'enquête pour une lecture interprétative d'une fable de Jean de la Fontaine, selon une épistémologie de l'élévation de l'abstrait au concret : étude de cas au sein d'une ingénierie coopérative* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest]. Non publié.

Leinhardt, G., and Steele, M. D. (2005). Seeing the complexity of standing to the side: Instructional dialogues. *Cognition and Instruction*, *23*(1), 87-163.

Lenoir, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. Dans C. Raisky et M. Caillot (dirs.), *Au-delà des didactiques, le didactique : débats autour de concepts fédérateurs* (p. 223-251). De Boeck.

Lenoir, Y. (2014). *Les médiations au cœur des pratiques d'enseignement apprentissage. Une approche dialectique des fondements à leur actualisation en classe : éléments pour une théorie de l'intervention éducative.* Groupéditions.

Leontiev, A. (1972). *Le développement du psychisme.* Éditions sociales.

Leontiev, A. (1975/1984). *Activité, conscience, personnalité.* Éditions du progrès.

Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail.* Presses Universitaires de France.

Leplat, J. (2005). Les automatismes dans l'activité : pour une réhabilitation et un bon usage. *@ctivités, 2*(2), 43-68.

Leutenegger F. (2009), *Le temps d'instruire. Approche clinique et expérimentale du didactique ordinaire en mathématique*. Peter Lang.

Leutenegger, F. (2014). Didactique et/ou didactiques ? Des épistémologies et des postures, des approches et des méthodes. *Éducation et didactique*, *8*(8-1), 77-83.

Lewis, E., and Linn, M. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 657-677.

Lhoste, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3e : Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. *ASTER*, *42*(1), 79-107.

Liepertz, S., and Borowski, A. (2019). Testing the Consensus Model: relationships among physics teachers' professional knowledge, interconnectedness of content structure and student achievement. *International Journal of Science Education*, *41*(7), 890-910.

Ligozat, F. et Marlot, C. (2016). Un "espace interprétatif partagé" entre l'enseignant et le didacticien est-il possible ? Etude de cas à propos du développement de séquences d'enseignement scientifique en France et à Genève. Dans F. Ligozat, M. Charmillot & A. Muller (dirs.), *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation. Raisons Éducatives (p.* 143-164). De Boeck Supérieur.

Lin, H.S., Hong, Z.R., and Cheng, Y.Y. (2008). The interplay of the classroom learning environment and inquiry-based activities. *International Journal of Science Education*, *31*(8), 1013-1024.

Lincoln, Y.S. (1995). Emerging criteria for quality in qualitative and interpretive research. *Qualitative Inquiry*, *1*, 275-289.

Linn, M.-C., Davis, E.-A., and Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Erlbaum.

Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *International journal of science education*, *23*(5), 517-534.

Magendie, E. (2019). De l'analyse de l'activité enseignante en situation aux organisateurs contextuels de l'activité : une approche par la didactique professionnelle. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, *41*(3), 594-612.

Maizières, F., et Calmettes, B. (2018). Comprendre le sens de l'action didactique des enseignants dans deux disciplines. *Recherches en éducation*, *32*, 166-179.

Marcel, J. F., Olry, P., Rothier-Bautzer, É. et Sonntag, M. (2002). Les pratiques comme objet d'analyse. Note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, *138*, 135-170.

Margolinas, C. (1992). Éléments pour l'analyse du rôle du maître : les phases de conclusion. *Recherches en didactique des mathématiques*, *12*(1), 113-158.

Margolinas, C. et Wozniak, F. (2010). Rôle de la documentation scolaire dans la situation du professeur : le cas de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. In G. Gueudet et L. Trouche (Éds.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (p. 233-249). Presses Universitaires de Rennes et INRP.

Margolinas, C. et Laparra, M. (2011). Des savoirs transparents dans le travail des professeurs à l'école primaire. Dans J.-Y. Rochex et J. Crinon (dirs.), *La construction des inégalités scolaires* (p. 19-32). Presses Universitaires de Rennes.

Marlot, C. (2009). Glissement de jeux d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique de professeurs au CP. *ASTER, 49*, 109-136.

Marlot, C. (2016). L'investigation en sciences : Difficultés de mise en œuvre chez un enseignant de cycle 2 – Le rôle de l'épistémologie pratique. Dans C. Marlot et L. Morge (dirs.), *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p.151-183). Presses Universitaires de Rennes.

Marlot, C. et Morge, L. (2015). Des normes professionnelles à caractère doxique aux difficultés de mise en œuvre de séquences d'investigation en classe de sciences : comprendre les déterminations de l'action. *Recherches en éducation* [en ligne], 21. https://journals.openedition.org/ree/6205

Marlot, C. et Morge, L. (2016). *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire*. Presses Universitaires de Rennes.

Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Peter Lang.

Martinand, J.-L., Host, V., Paulin, M., Alemanni, L. et Fontaine, C. (1980). *Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire, V : démarches pédagogiques en initiation physique et technologique*. INRP.

Martineau, S. (2005). L'observation en situation : enjeux, possibilités et limites. *Recherches qualitatives*, *2*, 5-17.

Martinez Barrera, L. H., De Hosson, C. et Décamp, N. (2015). Construire un problème : un premier pas vers l'investigation en sciences. Analyse d'une formation d'enseignants de primaire en contexte français et colombien. *Recherches en Éducation*, *21*, 51-66.

Marty, L. (2019). *Continuité de l'expérience d'apprentissage et transposition didactique des savoirs dans l'enseignement de la physique : comparaison internationale dans le cas des propriétés de la matière* [Thèse de doctorat, Université de Genève]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02928977v1

Maschietto, M. (2010). *Ressources et travail collectif dans la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences*. *Actes des journées scientifiques DIES, Les journées DIES : bilan et questions ouvertes*, 190-199.

Masselot P. et Robert, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et Formation*, *56*, 15-31.

Mathé, S. (2010). *La « démarche d'investigation » dans les collèges français. Élaboration d'un dispositif de formation et étude de l'appropriation de cette nouvelle méthode d'enseignement par les enseignants* [Thèse de doctorat, Université Paris Diderot]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00516314

Mathé, S., Méheut, M. et de Hosson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège: quels enjeux ?. *Didaskalia, 32,* 41-76.

Matthews, M. (2000). Constructivism in science and mathematics education. In D. Phillips (Ed.), *National Society for the Study of Education, 99th Yearbook* (p. 161-192), University of Chicago Press.

Matthews, M. (2012). Changing the focus: from nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: concepts and methodologies* (p. 3-26). Springer.

Maurice, J.-J. (2002). Le jugement des enseignants en interaction : relation entre jugement et prise décisions. Dans P. Bressoux (dir.), *Les stratégies de l'enseignant en situation*

d'interaction, (p. 29-45). https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000286/document

Mayen, P. (1997). *Compétences pragmatiques en situation de communication professionnelle : une approche de didactique professionnelle* [Thèse de doctorat, Paris 5].

Mayen, P. (1998a). Évolutions dans le parcours professionnel et processus de transformation des compétences. *Actes du colloque de la Société d'ergonomie de langue française (SELF)*.

Mayen, P. (1998b). Didactique professionnelle et compétences pragmatiques. *Actes du colloque* (p. 371-375). *INRP/CNAM/CNRS-L.*

Mayen, P. (2001). Dynamique de la pensée et processus d'élaboration pragmatique. Dans G. Vergnaud (dir.), *Qu'est-ce que la pensée* ? Les compétences complexes dans l'éducation et le travail (p. 30-41). Hachette.

Mayen, P. (2004). Le couple situation-activité, sa mise en œuvre dans l'analyse du travail en didactique professionnelle. *Recherches contextualisées en éducation*, *6*, 13-27.

Mayen, P. (2012). Les situations professionnelles : un point de vue de didactique professionnelle. *Phronesis*, *1*(1), 59-67.

Mayen, P. (2013). Les limites de l'expérience. Dans J.-M. Barbier et J. Thievenaz (Dirs.), *Le travail de l'expérience* (p. 293-319). L'Harmattan.

Mayen, P. et Gagneur, C.-A. (2017). Le potentiel d'apprentissage des situations : une perspective pour la conception de formations en situations de travail. *Recherches en éducation*, *28*, 70-83.

Mazereau, P. (2015). Inclusion scolaire et action publique, entre contradictions et inachèvement. *Vie sociale*, *3*, 113-125.

Méheut, M. (2006). Recherches en didactique et formation des enseignants de sciences. Dans *L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe. Commission européenne, direction générale de l'Éducation et de la Culture*.

Mele, A. R. (1992). *Irrationality: An essay on akrasia, self-deception, and self-control*. Oxford University Press.

Mello, P. S., Marzin-Janvier, P. et de Almeida, D. M. (2018, Mars). Comment des élèves de lycée argumentent avec la plateforme LabBook dans une situation de résolution de problème en immunologie. *10 ème rencontres scientifiques de l'ARDIST*.

Mercier, A. (1999). *Sur l'espace-temps didactique. Études du didactique, en sciences de l'éducation* [Thèse de doctorat, Université de Provence-Aix-Marseille I].

Mercier, A. (2008). Pour une lecture anthropologique du programme didactique, *Éducation et didactique*, *2*(1), 7-40.

Métioui, A., et Trudel, L. (2018). Aperçu historique du concept de matière et les représentations des enseignants québécois du collégial. *Revista de Investigacion Educativa Universitaria*, *1*(1), 28-38.

Miles, M. B., et Huberman, A. M. (2003). *Analyse des données qualitatives*. De Boeck Supérieur.

Millar, R. (1996). Designing a Curriculum for Public Understanding of Science. *Education in Science*, *166*, 8-10.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2000, 15 juin). Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale,* n°23, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2002, 14 février). Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale,* hors-série n°1, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2008, 19 juin). Programmes d'enseignement de l'école primaire. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, hors-série n°3, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2011, 10 mars). Promotion des disciplines scientifiques et technologiques. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale,* n°10, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2012, 5 janvier). Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen, sciences expérimentales et technologie. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°1, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2013, 25 juillet). Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation. *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°30, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2015, 26 novembre). Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4). *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, spécial n°11, Paris.

Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (2020, 30 juillet). Programme d'enseignement *pour le primaire et le secondaire. Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°31, Paris.

Minner, D.D., Jurist Levy, A., and Century, J. (2009). Inquiry-based science instruction-What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Sciences Teaching*, *47*(4), 474-496.

Monod-Ansaldi, R., et Prieur, M. (2011). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie* (Rapport d'enquête IFE). ENS de Lyon. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01025040/

Morge, L. (1997). *Essai de formation professionnelle des professeurs de Sciences Physiques portant sur les interactions en classe. Étude de cas en formation initiale* [Thèse de doctorat, Université Paris 7]. SUDOC. http://www.sudoc.abes.fr/cbs/DB=2.1/SRCH?IKT=12etTRM=01126571X

Morge, L. (2000). Former les enseignants à interagir avec les élèves en classe de sciences. *Recherche et Formation, 34,* 101-112.

Morge, L. (2001). Former sur les aspects pratiques et théoriques des interactions enseignant-élèves en classe de sciences. *ASTER, 32,* 155-176.

Morge, L. (2016). Les difficultés des enseignants à gérer les phases de conclusion au cours d'une investigation. Dans C. Marlot et L. Morge (dirs.), *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p.134-149). Presses Universitaires de Rennes.

Morge, L., et Boilevin, J.-M. (2007). *Séquences d'investigation en physique – chimie au collège et au lycée*. Scéren.

Morge, L., et Buty, C. (2014). L'énergie : vers des recherches plurididactiques. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *10*, 9-34.

Morine-Dershimer, G. (1978). Planning in Classroom Reality: An In-depth Look. *Educational research quarterly*, *3*(4), 83-99.

Mortimer, E., and Scott, P. (2003). *Meaning Making In Secondary Science Classroomsaa*. McGraw-Hill Education.

Murphy, C., Neil, P., and Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational research*, *49*(4), 415-430.

National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. National Academy Press.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science Éducation standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.

Newton, P., Driver, R., and Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of science education*, *21*(5), 553-576.

Nola, R. (1997). Constructivism in science and science education: A philosophical critique. *Science et education*, *6*(1), 55-83.

Numa-Bocage, L. (2007). La médiation didactique : un concept pour penser les registres d'aide de l'enseignant. *Carrefours de l'éducation*, *23*, 55-70.

Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *ASTER*, *37*, 83-107.

Orange, C. et Plé, E. (2000). Les sciences de 2 à 10 ans. L'entrée dans la culture scientifique. *ASTER*, *31*(1), 1-8.

Orange, C., Fourneau, J.-C. et Bourbigot, J.-P. (2001). Ecrits de travail, débats scientifiques et problématisation à l'école élémentaire. *Aster*, *33*, 111-134.

Orange, C. et Orange Ravachol, D. (2013). Le concept de représentation en didactique des sciences : sa nécessaire composante épistémologique et ses conséquences. *Recherches en éducation* [en ligne], 17. https://journals.openedition.org/ree/6205

Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE). (2011). *Résultats du PISA 2009 : savoirs et savoir-faire des élèves – Performance des élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences (Volume I).* Résultats du PISA. http://dx.doi.org/10.1787/9789264097643-fr

Orlandi, E. (1991). Conceptions des enseignants sur la démarche expérimentale. Analyse de quelques cas à propos de digestion en classe de troisième. *ASTER*, *13*, 111-132.

Pacherie, E. (1993). *Naturaliser l'intentionnalité : essai de philosophie de la psychologie*. FeniXX.

Pacherie, E. (2003). La dynamique des intentions. *Dialogue*, *42*(3), 447-480.

Paillé, P. et Mucchielli A. (2003/2021). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales.* Armand Colin.

Papageorgiou, G., Stamovlasis, D., and Johnston, P. (2010). Primary teachers' particle ideas and explanations of physical phenomena: the effect of an in-service training course. *International Journal of Science Education*, *32*(5), 629-652.

Park, E., and Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, *31*(2), 233 - 258.

Park Rogers, M. A., and Abell, S. K. (2008). The design, enactment, and experience of inquiry-based instruction in undergraduate science education: A case study. *Science Education*, *92*(4), 591-607.

Pastré, P. (1992). *Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle : rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées* [Thèse de doctorat, Université Paris 5].

Pastré, P. (1997). Didactique professionnelle et développement. *Psychologie française*, *42*(1), 89-100.

Pastré, P. (1999a). L'ingénierie didactique professionnelle. Dans P. Carré et P. Caspar (dirs.), Traité des sciences et des techniques de la formation, 403-418. Dunod.

Pastré, P. (1999b). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. *Éducation permanente*, *139*(2), 13-35.

Pastré, P. (1999c). Travail et compétences : un point de vue de didacticien. *Formation emploi*, *67*(1), 109-125.

Pastré, P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, *138*, 9-17.

Pastré, P. (2007). Quelques réflexions sur l'organisation de l'activité enseignante. *Recherche et formation*, *56*, 81-93.

Pastré, P. (2008). Apprentissage et activité. Dans Y. Lenoir et P. Pastré (dirs.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 53-79). Octarès.

Pastré, P. (2010), Quel sujet pour quelle expérience : un point de vue de la didactique professionnelle ? *Travail et apprentissages, 6*, 46-55.

Pastré, P., Mayen, P., et Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, *154*, 145-198.

Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work*, *1*(3), 261-283.

Pélissier, L., Venturini, P., et Calmettes, B. (2007). L'épistémologie souhaitable et l'épistémologie implicite dans l'enseignement de la physique. De l'étude sur l'enseignement en seconde à la démarche d'investigation au collège. *Actes du colloque Recherche et Formation des enseignants en Epistémologie et Histoire des Sciences et des Techniques*, 8-13.

Pélissier, L., et Venturini, P. (2012). Qu'attendre de la démarche d'investigation en matière de transmission de savoirs épistémologiques ? Dans B. Calmettes (dir.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation. Références, représentations, pratiques et formation* (p. 127-150). L'harmattan.

Perrenoud, P. (1999). Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences. *Éducation permanente*, *140*(3), 123-144.

Perrin-Glorian, M.-J. (2002). Didactique des mathématiques. Dans P. Bressoux (dir.), *Les stratégies de l'enseignant en situation d'interaction*, (p. 29-45). https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000286/document

Perrin-Glorian, M.-J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formation des enseignants. Dans C. Margolinas et al. (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques*, (p. 57-78). La Pensée Sauvage.

Perron, S. (2018). *Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire : cas d'enseignants de sciences de la vie et de la Terre exerçant en collège français* [Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest ; Université de Sherbrooke]. HAL. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02083967v1

Perron, S., Hasni, A., et Boilevin, J.-M. (2020). L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ? *Recherches en éducation, 42*, 199-219.

Peterfalvi, B., et Jacobi, D. (2003). Les interactions langagières entre processus et matériaux pour la recherche. *ASTER*, *37*(1), 3-15.

Piaget, J. (1953). Les activités mentales en rapport avec les expressions symboliques logiques et mathématiques. *Synthèse*, *2*, 73-90.

Piaget, J. (1973). *Biologie et connaissance.* Gallimard.

Pinsky, L. (1992). *Concevoir pour l'action et la communication : essais d'ergonomie cognitive*. Peter Lang.

Pinsky, L., and Theureau, J. (1987, octobre). Study of course of action and AI tools development in process control. In *1st European Meeting on Cognitive Science Approaches to Process Control*. Marcoussi.

Plé, E. (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. *ASTER*, *24*(1), 203-229.

Plé, E. (2007). *Regard sur expérimentation et modélisation en sciences à l'école*. Dans Actes du XXXIIIème colloque COPIRELEM sur la formation des maîtres, Evry.

Popper K. (1963/1985). *Conjectures et réfutations*. Payot.

Porlan Ariza, R., Garcia Garcia, E., Rivero Garcia, A., et Martin del Pozo, R. (1998). Les obstacles à la formation professionnelle des professeurs en rapport avec leurs idées sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. *ASTER, 26*, 207-235.

Portugais, J. (1998). Esquisse d'un modèle des intentions didactiques. Dans J. Brun, F. Conne, R. Floris et M.-L. Schubauer-Leoni (dirs.), *Méthodes d'étude du travail de l'enseignant* (p. 57-88). Interactions didactiques.

Portugais, J. (1999). L'Intentionnalité et le cognitif. Dans F. Conne et G. Lemoyne (dirs.), *Le cognitif en didactique des mathématiques* (p.71-102). Presses de l'Université de Montréal.

Prieur, M., Paindorge, M., Monod-Ansaldi, R., et Fontanieu, V. (2016). Les enseignants de sciences et de technologie face aux démarches d'investigation prescrites dans le secondaire. Dans C. Marlot et L. Morge (Dirs.), *L'investigation scientifique et technologique. Repérer les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p. 79-90). Presses Universitaires de Rennes.

Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. Dans P. Rabardel et P. Pastré (dirs.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*, (p. 11-29). Octarès.

Rabardel (2007). Principes pour la constitution d'une didactique professionnelle. Dans M. Merri (dir.), *Activité humaine et conceptualisation ; questions à Gérard Vergnaud*. (p. 87-90). Presses Universitaires du Mirail.

Ravanis, K., and Boilevin, J. M. (2022). What use is a precursor model in early science teaching and learning? Didactic perspectives. In *Precursor models for teaching and learning science during early childhood* (p. 33-49). Springer, Cham.

Ravanis, K., Kambouri, M., Jameau, A., and Boilevin, J. M. (2022). Teaching Interaction Strategies with Children 5–6 Years in the Mental Construction of a Precursor Model: The Case of Water State Changes. In *Precursor Models for Teaching and Learning Science During Early Childhood* (p. 95-110). Springer.

Ria, L. (2009). De l'analyse de l'activité des enseignants débutants en milieu difficile à la conception de dispositifs de formation. Dans M. Durand et L. Filliettaz (dirs.), *Travail et Formation des Adultes* (p. 217-243). Presses Universitaires de France.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *The handbook of research in teacher education* (p. 102-119). Macmillan.

Riff J., Perez S., Grison B., et Guérin J. (2000, mai). De l'autoconfrontation comme méthode à l'entretien en situation d'autoconfrontation comme activité située : points de discussion et propositions méthodologiques. Dans *Seconde journée de travail « Modélisation de l'expérience individuelle & collective »*. Paris.

Rilhac, P. (2007). Actions de l'élève et milieux didactiques : la notion de surassujettissement. *Carrefours de l'éducation*, *24*, 159-182.

Robardet, G. (1998). La didactique dans la formation des professeurs de sciences physiques face aux représentations sur l'enseignement scientifique. *ASTER, 26*, 31-58.

Robardet, G. (2001). Quelle démarche expérimentale en classe de physique ? Notion de situation problème. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, *836*(95), 1173 -1189.

Robardet, G. et Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. *Troisième partie : Les conceptions et le raisonnement spontané en sciences physiques.* Presses Universitaires de France.

Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henricksson H., Hemmo V. (2007). *L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe* (Rapport de la Commission Européenne). Direction de la Recherche. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocardon-science-education_fr.pdf le 21 décembre 2012.

Rogalski, J. (1999). Decision making and management of dynamic risk. *Cognition, Technology et Work*, *1*(4), 247-256.

Rogalski, J., et Leplat, J. (2011). L'expérience professionnelle : expériences sédimentées et expériences épisodiques. *Activités*, *8*(8-2).

Roiné, C. (2009). *Cécité didactique et discours noosphériens dans les pratiques d'enseignement en S.P. EX.P.A., Une contribution à l'étude des inégalités*. [Thèse de doctorat, Université Victor Segalen]. Theses.fr. http://www.theses.fr/2009BOR21629.pdf

Roletto, E. (1998). La science et les connaissances scientifiques : Points de vue de futurs enseignants. *ASTER*, *26*(1), 11-30.

Rolland, J.-M. (2006). *L'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire.* Commission des affaires culturelles, familiales et sociales. Assemblée nationale. http://www.assemblee-nationale.fr/12/rap-info/i3061.asp

Rollnick, M., and Mavhunga, E. (2014). PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg, Gauteng Province, South Africa. *Educación Química*, *25*(3), 354-362.

Rudolph, J. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education*, *89*(5), 803-821.

Russ, R.S., Scherr, R.E., Hammer, D. and Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: a framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education*, *92*(3), 499-525.

Saillot, E. (2020). *(S') ajuster au coeur de l'activité d'enseignement-apprentissage : construire une posture d'ajustement*. L'Harmattan.

Salençon, J. (2016). *Mécanique des milieux continus - tome 3 : Milieux curvilignes*. Éditions Ecole Polytechnique.

Samurcay, R., et Rogalski, J. (1998). Exploitation didactique des situations de simulation/ (Didactical use of simulations). *Le travail humain*, *61*(4), 333-359.

Sanchez, E., et Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Éducation et didactique*, *9*(2), 73-94.

Savoie-Zajc, L. (1997). L'entrevue semi-dirigée. Dans B. Gauthier (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (p. 263-285). Presses de l'Université du Québec.

Savoyant, A. (2006). Tâche, activité et formation des actions de travail. *Éducation permanente*, *166*(1), 127-136.

Sawyer, R. K. (2004). Creative teaching: Collaborative discussion as disciplined improvisation. *Educational researcher*, *33*(2), 12-20.

Schneeberger, P. (2008). Travail langagier et construction de savoirs en sciences. *Les Dossiers des sciences de l'éducation*, *20*(1), 89-104.

Schneeberger, P., et Lhoste, Y. (2019). Usages et fonctions des études de cas dans les articles de recherche en didactique des SVT. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *20*, 87-113.

Schneuwly, B., Dolz-Mestre, J., et Ronveaux, C. (2006, juin). Le synopsis : un outil pour analyser les objets enseignés. *Actes du premier séminaire international sur les méthodes de recherches en didactiques*, 175-189.

Schoenfeld, A. H. (1998). Towards a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, *4*(1), 1-94.

Schubauer-Leoni, M. L. et Leutenegger, F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire. Dans F. Leutenegger et M. Saada-Robert (dirs.), *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation* (p. 227-251). De Boeck.

Schubauer-Leoni, M. L., Leutenegger, F., et Forget, A. (2007). L'accès aux pratiques de fabrication de traces scripturales convenues au commencement de la forme scolaire. Interrogations théoriques et épistémologiques. *Éducation et didactique*, *1*(2), 9-35.

Schwab, J. J., and Brandwein, P. F. (1962). *The teaching of science as enquiry*. Harvard University Press.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., and Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, *88*(4), 610-645.

Searle, J. 1983 *Intentionality.* Cambridge University Press.

Searle, J.-R. (1995). Consciousness, the brain and the connection principle: a reply. *Philosophy and Phenomenological Research*, *55*, 217–232.

Sensevy, G. (2009). Contenus de savoirs et gestes d'enseignement. Professeurs et Chercheurs : vers de nouveaux modes de coopération ? Dans J. Clanet (dir.), Recherche/formation des enseignants (p. 127-142). Presses Universitaires de Rennes.

Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. De Boeck.

Sensevy, G., et Quilio, S. (2002). Les discours du professeur. Vers une pragmatique didactique. *Revue Française de Pédagogie, 141,* 47-56.

Sensevy, G., et Mercier, A. (2007), *Agir Ensemble. L'action didactique conjointe des professeurs et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes.

Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., and Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM – The International Journal of Mathematics Education, 45*(7), 1031-1043.

Sensevy, G., et Vigot, N. (2016). Modélisation de l'action et contrefactuels. Un exemple exploratoire en didactique. *Tréma*, *45*, 83-91.

Sensevy, G., Messina, V., et Lefeuvre, L. (2020). Enseignement constructiviste ou enseignement direct : il faut choisir. Dans Collectif Didactique pour Enseigner (dir.), *Enseigner, ça s'apprend* (p. 49-67). Retz.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, *15*(2), 4-14.

Stake, R. E. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. Guilford Press.

Teiger, C. (1993). L'approche ergonomique : du travail humain à l'activité des hommes et des femmes au travail. *Éducation permanente*, *116*, 71-96.

Tetlock, P. E., and Belkin, A. (1996). *Counterfactual thought experiments in world politics: Logical, methodological, and psychological perspectives*. Princeton University Press.

Thépaut, A. (2019). Impact du « format pédagogique » sur la dynamique du contrat didactique ou détermination du contrat didactique sur le « format pédagogique » ? Études de cas au cours de l'enseignement de l'EPS à l'école primaire. *Éducation et Formation*, *e-312,* 53-64.

Theureau J. (1992). *Le cours d'action : analyse sémio-logique*. Peter Lang.

Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d'action ». *Revue d'anthropologie des connaissances*, *4*(2), 287-322.

Tiberghien, A. et Delacôte, G. (1976). Manipulations et représentations de circuits électriques par des enfants de 7 à 12 ans. *Revue Française de Pédagogie*, *34*, 32-44.

Thiberghien, A. et Vince, J. (2005). Étude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. Dans V. Pugibet, et N. Gettliffe-Grant (dirs.), *Cahier du Français Contemporain* (p. 153-176). ENS Éditions.

Tiberghien, A., et Venturini, P. (2015). Articulation des niveaux microscopiques et mésoscopiques dans les analyses de pratiques de classe à partir de vidéos. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *11*, 53-78.

Tobias, S. (2009). An eclectic appraisal of the success or failure of constructivist instruction. In S. Tobias et T. Duffy (EDs.), *Constructivist instruction: success or failure ?* (p. 335-350). Routledge.

Tochon, F. (1989). À quoi pensent les enseignants quand ils planifient leurs cours ? *Revue française de pédagogie*, *86*, 23-33.

Tochon, F. V. (1992). À quoi pensent les chercheurs quand ils pensent aux enseignants ? Les cadres conceptuels de la recherche sur la connaissance pratique des enseignants. *Revue Française de Pédagogie*, *99*, 89-113.

Todorov, T. (1981). *Mickaël Bakhtine, le principe dialogique*. Seuil.

Tourneville, J. (2021). *Le rapport au temps dans le travail enseignant. Contribution à l'étude des professionnalités enseignantes dans le 1er et le 2nd degré en France* [Thèse de doctorat, Université de Bordeaux]. HAL. https://www.theses.fr/2021BORD0286

Valot, C. (2006). Conférence sur la métacognition [communication sans actes], *Séminaire doctoral de didactique professionnelle*. CNAM.

Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Les Presses de l'Université de Montréal.

Van Dijk, E. M., and Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *23*(6), 885-897.

Van Driel, J. H., Beijaard, D., and Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(2), 137-158.

Vandenberghe, R. (2006). La recherche qualitative en éducation: dégager le sens et démêler la complexité. Dans L. Paquay, M. Crahay, et J.-M. De Ketele (dirs.), *L'analyse qualitative en éducation. Des pratiques de recherche aux critères de qualité* (p. 53-65). De Boeck.

Veillard, L. et Coppé, S. (2009). Mobilisation de connaissances antérieures en formation professionnelle par alternance. *Éducation et didactique* [En ligne], 3(2), 47-75.

Veillard, L. et Tiberghien, A. (dirs.). (2013). *ViSA: Instrumentation de la recherche en éducation*. Les Editions de la MSH.

Veillard, L., Tiberghien A. et Vince J. (2011). Analyse d'une activité de conception collaborative de ressources pour l'enseignement de la physique et la formation des professeurs : le rôle de théories ou outils spécifiques. Activités, *8* (2), 202-227.

Vellopoulou, A., and Papandreou, M. (2019). Investigating the teacher's roles for the integration of science learning and play in the kindergarten. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*.

Venturini, P. (2012). *Action, activité, « agir » conjoints en didactique : discussion théorique*. Presses universitaires de Rennes.

Venturini, P. et Tiberghien, A. (2012). La démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : étude de cas au collège. *Revue française de pédagogie*, *180*, 95-120.

Venturini, P. (2016). Préface. Dans C. Marlot et L. Morge (dirs.), *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (p. 4-8). Presses Universitaires de Rennes.

Vergnaud G., Rouchier A., Desmoulières S., Landré C., Marthe P., Ricco G., Samurçay R., Rogalski J., et Viala A. (1983). Penser à la fois les activités familières et les activités créatives. Le concept de schème. *Recherches en didactique des mathématiques*, *4*(1), 71-120.

Vergnaud, G. (1990). Catégories logiques et invariants opératoires. *Archives de psychologie (Genève)*, *58*, 145-149.

Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. Dans M. Artigue et R. Gras (dirs.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et à Gérard Vergnaud* (p. 177-191). La Pensée Sauvage.

Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'action, la conceptualisation. *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, *2*, 275-292.

Vergnaud, G. (1999). La forme opératoire de la connaissance : un beau sujet de recherche fondamentale et appliquée. Dans Club CRIN (dir.), *Entreprises et compétences, le sens des évolutions* (p. 193-202). Les cahiers du club CRIN.

Vergnaud, G. (2000, mai). *Réponse à une demande forte des collègues d'EPS à l'INRP* [communication sans actes], colloque EPS, INRP.

Vergnaud, G. (2002). Piaget visité par la didactique. *Intellectica (ARCo)*, *33*, 107-123.

Vergnaud, G. (2003, décembre). Pourquoi parler autant de conceptualisation ? *Actes du colloque Conceptualisation et surdité Synthèse des travaux, Suresnes*. Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes, Suresnes.

Vergnaud, G. (2007). Représentation et activité : deux concepts étroitement associés. *Recherches en éducation* [En ligne], 4. http://journals.openedition.org/ree/3889

Vergnaud, G. (2011). La pensée est un geste Comment analyser la forme opératoire de la connaissance. *Enfance*, *1*, 37-48.

Vergnaud, G., Halbwachs, F., et Rouchier, A. (1978). Structure de la matière enseignée, histoire des sciences et développement conceptuel chez l'élève. *Revue française de pédagogie*, 45, 6-15.

Vergnaud, G. et Récopé, M. (2000). De Revault d'Allonnes à une théorie du schème aujourd'hui. *Psychologie française*, *45*(1), 35-50.

Vérin, A. (1998). Enseigner de façon constructiviste, est-ce possible ? *ASTER*, *26*, 133-163.

Vérin, A. et Peterfalvi, B. (1985). Un instrument d'analyse des modèles implicites de l'enseignement scientifique chez les enseignants. *ASTER, 1*(1), 6-28.

Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. ESF.

Vilches, A., and Gil-Pérez, D. (2012). The supremacy of the constructivist approach in the field of physics education: myths and real challenges. *Tréma*, *38*, 86-105.

Villeret, O. (2018). *Les obstacles à la mise en place d'une démarche d'investigation problématisante par des enseignants débutants de sciences physiques : identification et travail en formation*. [Thèse de Doctorat, Université de Nantes]. Theses.fr. http://www.theses.fr/2018NANT2005

Vinatier, I. (2013). Schème-situation. Dans A. Jorro (dir.), *Dictionnaire des concepts de la professionnalisation* (p. 287-290). De Boeck Supérieur.

Vinatier, I. et Pastré, P. (2007). Organisateurs de la pratique et/ou de l'activité enseignante. *Recherche et formation*, *56*, 95-108.

Vinatier, I., et Morrissette, J. (2015). Les recherches collaboratives : enjeux et perspectives. *Carrefours de l'éducation*, *39*, 139-170.

Vion, R. (2000). *La communication verbale*. Hachette éducation.

Von Cranach, M., Kalbermatten, U., Indermühle, K., and Gugler, B. (1982). *Goal-directed action*. Academic Press.

Von Glasersfeld, E. (1994). Pourquoi le constructivisme doit-il être radical ? *Revue des sciences de l'éducation*, *20*(1), 21-27.

Vygotski, L. (1934/1997). *Pensée et langage.* La dispute.

Wanlin, P. (2009). La pensée des enseignants lors de la planification de leur enseignement. *Revue française de pédagogie, 166*, 89-128.

Weber, M. (1965). Possibilité objective et causalité adéquate en histoire. Dans *Essais sur la théorie de la science* (p. 290-323). Plon.

Weil-Barais, A. (1998). *L'homme cognitif.* Presses Universitaires de France.

Weil-Barais, A. et Dumas-Carré, A. (1995). *Essais d'objectivation et de transformation des pratiques médiatrices des enseignants dans l'éducation scientifique* (Rapport final). LIREST – GDSE P7.

Windschitl M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experience reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education, 87*, (1), 121-143.

Wittgenstein, L. (1921). Logisch-philosophische abhandlung. *Annalen der Naturphilosophie*, *14*, 185-262.

Yin, R.K. (2014). *Case Study Research, Design and Methods*, (5th ed.). Sage Publications.

Yinger, R. J. (1986). Examining thought in action: A theoretical and methodological critique of research on interactive teaching. *Teaching and teacher education*, *2*(3), 263-282.

Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, *25*(1), 3-17.

Table des figures

Figure 1: Schéma synthétique des fondements constructivistes de l'IBSE 25
Figure 2 : Re-description du concept de schème par Jameau dans le cas de l'ESFI 66
Figure 3 : Chaine de transposition didactique 70
Figure 4 : Institutions pouvant peser sur le projet personnel d'enseignement 73
Figure 5 : dynamiques intentionnelles 78
Figure 6 : Échelles d'analyse de l'organisation de l'activité 81
Figure 7 : Représentation d'un espace des possibles 83
Figure 8 : Modèle InDIS 89
Figure 9 : Extrait de l'appel à participation (Annexe 1) 105
Figure 10 : Exemple de plan de classe 112
Figure 11 : Chronologie du recueil de données pour un enseignant de l'espace de cas 120
Figure 12 : Réécriture par le chercheur du Plan de séance prévu de P3 129
Figure 13 : Surlignage pour extraction de données de la fiche de préparation de P3 130
Figure 14 : P3 et P4 en plan large 132
Figure 15 : P3 et P4 en plan rapproché 133
Figure 16 : P3 et P4 en médaillon 134
Figure 17 : Grille stabilisée pour le marquage des entretiens 138
Figure 18 : Aperçu du marquage des entretiens 139
Figure 19 : Tri de la catégorie "éléments de schèmes" de trois entretiens 139
Figure 20 : Superposition des sous-catégories « indices, inférences, règles d'action ». 140
Figure 21 : Capture d'écran d'une analyse en cours avec le logiciel Sonal 141
Figure 22 : Reconstruction des dynamiques intentionnelles 156
Figure 23 : Données de la recherche 160
Figure 24 : Tri des éléments identifiés en premier lieu comme éléments d'*Intentio* 195
Figure 25 : Extrait de la fiche de préparation de P5 212
Figure 26 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'implication 220
Figure 27 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'organisation 221
Figure 28 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention de faire progresser le savoir 222
Figure 29 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention socioconstructiviste 223
Figure 30 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'être explicite 223
Figure 31 : Sélection dans Sonal des extraits étiquetés intention d'évaluer 224
Figure 32 : Extraction d'informations du synopsis du réalisé 230
Figure 33 : Reconstruction d'une dynamique intentionnelle de P0 235
Figure 34 : Extrait de la fiche de préparation de P0 236
Figure 35 : Trace écrite de P0 au cours de la phase « représentations sur l'obtention des glaçons » 238
Figure 36 : de I_0 à I 243
Figure 37 : Représentation chronologique des phases de la séance de P1 261
Figure 38 : Affiche finalisée du groupe élasticité 262

Figure 39 : Gestuelle de P1 lorsqu'il reformule la définition de l'élasticité 268
Figure 40 : Affiche finalisée du groupe vaporisation 272
Figure 41 : Représentation chronologique des phases de la séance de P2 287
Figure 42 : Les solides apportés par P2 290
Figure 43 : Différentes façons de conceptualiser le questionnement 308
Figure 44 : Extrait de la fiche de référence de P2 (Annexe 3 P2) 312
Figure 45 : Carte conceptuelle de la matière commune à P0, P1 et P2 315
Figure 46 : Concepts plus spécifiquement mis en jeu dans la séance de P0 316
Figure 47 : Concepts plus spécifiquement en jeu dans la séance de P1 317
Figure 48 : Concepts plus spécifiquement en jeu dans la séance de P1 317
Figure 49 : Extrait du plan de séquence de P1 347

Table des tableaux

Tableau 1 : Exemple de descriptions de l'activité enseignante selon chaque modèle 87
Tableau 2 : Définition de l'espace de cas. 103
Tableau 3 : Organisation des données 121
Tableau 4 : Premier synopsis 144
Tableau 5 : Extrait du synopsis du prévu de P1 145
Tableau 6 : Extrait du synopsis du réalisé de P1 147
Tableau 7 : Extrait du synopsis du réalisé, version finale 148
Tableau 8 : Exemples de reconstructions d'invariants opératoires 151
Tableau 9 : Des modes psychologiques d'une intention 153
Tableau 10 : Exemple d'écriture de microsituations. 157
Tableau 11 : Réponses aux appels à contribution. 166
Tableau 12 : Répartition des enseignants dans le tableau de constitution de l'espace de cas 168
Tableau 13 : Profils généraux des enseignants de l'espace de cas 169
Tableau 14 : Organisation des données 170
Tableau 15 : Récapitulatif des objets de savoirs en jeu dans les séances filmées 172
Tableau 16 : Extrait des programmes 2020 du cycle 2 : qu'est-ce que la matière ? 174
Tableau 17 : Extrait des programmes 2020 du cycle 3, thème 1 : la matière 177
Tableau 18 : Expériences simples, démarches, approches, ou investigation ? 188
Tableau 19 : Des finalités utilitaires et démocratiques finalités utilitaires et démocratiques 194
Tableau 20 : Supports de préparation mobilisés 204
Tableau 21 : Première lecture des plans prévus (extrait de l'annexe 4) 206
Tableau 22 : Buts visés 208
Tableau 23 : Exemples de propositions visant à impliquer les élèves 217
Tableau 24 : Exemples de propositions visant à organiser les évènements 217
Tableau 25 : Exemples de propositions visant à faire progresser le savoir 218
Tableau 26 : Exemples de propositions visant la mobilisation de modèles (socio)constructivistes 219
Tableau 27 : Exemples de propositions visant à être explicite 219
Tableau 28 : Exemples de propositions visant à évaluer les élèves 219
Tableau 29 : Renseignements concernant P0 228
Tableau 30 : Résumé succinct du synopsis de la séance réalisée par P0 230
Tableau 31 : Extrait du transcript de la séance de P0 – phase d'introduction 231
Tableau 32 : Extrait du transcript de la séance de P0 – phase d'introduction 232
Tableau 33 : Caractérisation d'une intention didactique de P0 234
Tableau 34 : Extrait de transcript de la séance de P0 – phase 1 237
Tableau 35 : Caractérisation de l'Intentionnalité ISAV de P0 – phase 1 239
Tableau 36 : Identification des intentions de P0 – phase 1 240
Tableau 37 : Reconstruction d'une intention didactique de P0 245
Tableau 38 : Renseignements concernant P1 251

Tableau 39 : Résumé succinct du synopsis du réalisé 253
Tableau 40 : Reconstruction de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel 254
Tableau 41 : Actualisation macroscopique de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel en intention didactique 256
Tableau 42 : Actualisation mésoscopique de l'Intentionnalité de P1 de faire construire un savoir conceptuel 257
Tableau 43 : Extrait de transcript de la séance de P1 – élasticité phase de recherche (Annexe 19 P1) 263
Tableau 44 : Caractérisation d'une intention didactique à l'échelle microscopique 264
Tableau 45 : Extrait de transcript de la séance de P1 – élasticité phase de restitution (Annexe 19 P1) 266
Tableau 46 : Reconstruction d'un espace des possibles 268
Tableau 47 : Extrait de transcript de la séance de P1 – vaporisation phase de recherche (Annexe 19 P1) 270
Tableau 48 : Extrait du transcript de la séance – Annexe 19 P1) 271
Tableau 49 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1) 274
Tableau 50 : Reconstruction d'une intention didactique (méso) en situation de restitution 275
Tableau 51 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1) 275
Tableau 52 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P1) 276
Tableau 53 : Reconstruction d'un espace des possibles en phase de restitution du groupe vaporisation 277
Tableau 54 : Renseignements concernant P2 281
Tableau 55 : Résumé succinct du synopsis de la séance réalisée par P2 284
Tableau 56 : Extrait du transcript de la séance – Annexe 19 P2) 287
Tableau 57 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P2) 288
Tableau 58 : Extrait du transcript de la séance – (Annexe 19 P2) 289
Tableau 59 : Caractérisation de ISOC 293
Tableau 60 : Caractérisation de ISAV-C 294
Tableau 61 : Caractérisation de ISAV-L 294
Tableau 62 : Reconstructions d'intentions didactiques iSAV à l'échelle mésoscopique 295
Tableau 63 : Actualisation de ISAV-L en iSAV-L 298
Tableau 64 : Reconstitution d'un espace des possibles 300
Tableau 65 : Analyse situationnelle à l'échelle microscopique 314

Table des annexes (TOME 2)

Annexe 1 : Appel à participation 407
Annexe 2 : Guide de l'entretien *ante*-vidéo 408
Annexe 3 P0prep : Fiche de préparation de séance de P0 410
Annexe 3 P1prep : Fiche de préparation de séance de P1 412
Annexe 3 P1prep_anx1 : Annexe de la fiche de préparation de séance de P1 414
Annexe 3 P2prep : Fiche de préparation de séance de P2 416
Annexe 3 P3prep : Fiche de préparation de séance de P3 418
Annexe 3 P3prep_anx1 : Annexe de la fiche de préparation de séance de P3 421
Annexe 3 P4prep : Fiche de préparation de séance de P4 422
Annexe 3 P5prep : Fiche de préparation de séance de P5 424
Annexe 4 : Plans prévus 425
Annexe 5 : Grille de marquage des entretiens 432
Annexe 6 : Conventions de transcription 434
Annexe 7 P0_synR : Synopsis du réalisé de P0 435
Annexe 7 P1_synR : Synopsis du réalisé de P1 439
Annexe 7 P2_synR : Synopsis du réalisé de P2 441
Annexe 8 : Occurrences programme 2020 443
Annexe 9 : De l'observation 444
Annexe 10 : Des programmes 2020 cycle 2 446
Annexe 11 : Des programmes 2020 cycle 3 453
Annexe 12 : De la complexité 462
Annexe 13 : De la maitrise de la langue 464
Annexe 14 : De l'investigation 466
Annexe 15 : Synthèse *Intentio* – Sonal 468
Annexe 16 : *Intentio* contraintes 472
Annexe 17 P0 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P0 483
Annexe 17 P0 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P0 502
Annexe 17 P1 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P1 541
Annexe 17 P1 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P1 555
Annexe 17 P2 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P2 583
Annexe 17 P2 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P2 608
Annexe 17 P3 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P3 634
Annexe 17 P3 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P3 651
Annexe 17 P4 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P4 683
Annexe 17 P4 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P4 702
Annexe 17 P5 EA : transcript de l'entretien ante vidéo de P5 735
Annexe 17 P5 EP : transcript de l'entretien post vidéo de P5 759
Annexe 18 : Relevé des anticipations 789
Annexe 19 P0_transcript : Transcript de la séance de P0 802
Annexe 19 P1_transcript : Transcript partiel de la séance de P1 823
Annexe 19 P2_transcript : Transcript partiel de la séance de P2 830
Annexe 20 : Reconstruction d'invariants opératoires 833

DOCTORAT / EDUCATION
BRETAGNE / LANGAGES, INTERACTIONS
LOIRE / COGNITION, CLINIQUE

Université de Bretagne Occidentale

Titre : Étude didactique des dynamiques intentionnelles de professeurs des écoles expérimentés. Cas de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation.

Mots clés : ESFI, professeurs des écoles, schèmes, intentions didactiques, dynamiques intentionnelles de l'enseignant

Résumé : Notre recherche vise à mieux comprendre l'organisation des pratiques enseignantes expérimentées en situation d'enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI). L'étude, menée à l'école élémentaire, repose sur plusieurs cas et prend en compte l'activité enseignante, à la fois en situation de classe et hors de la classe. Nous articulons didactique des sciences et des technologies et didactique professionnelle, afin de proposer un modèle théorique apte à analyser l'activité réelle de l'enseignant en situation d'ESFI. La méthodologie élaborée associe chercheur et enseignant, afin de saisir les écarts entre la préparation et la mise en œuvre des enseignements, ainsi que la signification que les enseignants leur donnent. À partir de ces écarts, nous identifions des incidents critiques et mettons à l'épreuve le modèle théorique proposé pour reconstruire les dynamiques intentionnelles des enseignants à ces moments précis. Par la caractérisation de différentes instances intentionnelles, et de la dynamique qui les relie, nous montrons comment s'organise l'activité de guidage des apprentissages en situation d'ESFI dans le cadre de notre panel. Nous identifions également le rôle joué par chaque instance intentionnelle dans l'organisation des pratiques enseignantes en situation d'ESFI. La discussion de ces résultats nous amène à envisager l'intérêt du modèle théorique proposé, comme outil de réflexivité pour favoriser le développement professionnel des professeurs des écoles en situation d'ESFI.

Title: Didactic study of experienced school teacher's intentional dynamics. The case of inquiry-based science education

Keywords: IBSE, School teachers, schemas, didactic intentions, teacher intentional dynamics.

Abstract: Our research aims to better understand the organization of experienced teaching practices in an inquiry-based science education (IBSE). The study, conducted in elementary school, is based on several cases and considers the teaching activity, both in and out of the classroom. We articulate science and technology didactics and professional didactics, in order to propose a theoretical model able to analyse the real activity of the teacher in IBSE. The methodology developed involves researcher and teacher in order to grasp the gaps between the preparation and the implementation of the lessons, as well as the meaning that the teachers give to them. Thus, we identify critical incidents and test our theoretical proposal to reconstruct the teacher's intentional dynamics, at these specific moments. Through the characterization of different intentional instances, and the dynamics that link them, we highlight how guidance is organized in IBSE, for teachers on our panel. We also identify the role played by each intentional instance in the organization of teaching practices in IBSE. Discuss these findings leads us to consider our theoretical proposal as a tool for reflexivity, to promote primary teacher's professional development in EBSI.